This is the peer reviewd version of the followng article:

Radiazione solare e lavoro: esposizione, effetti, prevenzione / Modenese, A., Gobba, F.. - In: AGGIORNAMENTI DI RADIOPROTEZIONE. - ISSN 2281-7956. - 44:1(2013), pp. 4-15.

Terms of use:

The terms and conditions for the reuse of this version of the manuscript are specified in the publishing policy. For all terms of use and more information see the publisher's website.

19/11/2026 02:09

(Article begins on next page)

RADIAZIONE SOLARE E LAVORO: ESPOSIZIONE, EFFETTI, PREVENZIONE.

Alberto Modenese, Fabriziomaria Gobba

Cattedra di Medicina del lavoro,
Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro
Università di Modena e Reggio Emilia

LA RADIAZIONE SOLARE: COS'E'

E' una radiazione elettromagnetica. Come tutte la radiazioni elettromagnetiche sono caratterizzate da una frequenza, o da un intervallo di frequenze.
Il sole emette radiazioni elettromagnetiche (Radiazione Solare -RS-) che comprendono un larghissimo intervallo di frequenze. Verranno affrontate in questa sede le bande della RS che rientrano nella Radiazione Ottica (RO), e che vengono usualmente classificate in radiazione Ultravioletta (UVR), visibile, e Infrarossa (IR). L'UVR è ulteriormente suddivisibile in UV-A (frequenze 380-315 nm), UV-B (315-280 nm) ed UV-C (280-100 nm), mentre l'Infrarossa in IR-A (1400-780 nm), IR-B (3000 – 1400 nm) e IR-C (1 mm – 3000 nm) (fig. 1).

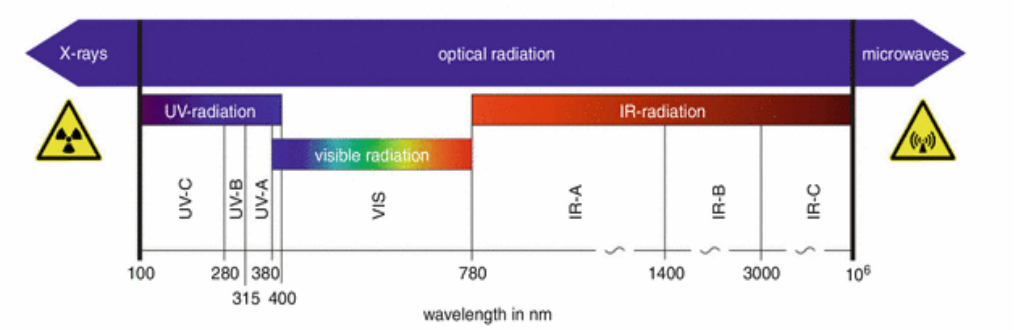


Figure 1. RO come frazione dello spettro elettromagnetico[1]

Va rilevato che la RS che raggiunge la superficie terrestre ha una composizione spettrale sensibilmente differente rispetto a quella emessa dal sole. Questo è dovuto principalmente all'effetto filtrante di vari componenti atmosferici gassosi (fig. 2), tra i quali grandissima importanza ha l'ozono, che blocca tutte le lunghezze d'onda inferiori a 290 nm, quindi tutti gli UV-C, la quasi totalità degli UV-B ed una sensibile parte degli UV-A. Ne consegue che la riduzione dello strato d'ozono attualmente in corso si riflette in un parallelo aumento della quota di UV in grado di raggiungere la superficie terrestre.

In conseguenza dell'effetto filtrante dell'atmosfera, la RS alla superficie terrestre è composta in gran parte da frequenze nell'ambito dell'IR e del visibile, che ne costituiscono rispettivamente il 45% ed il 50% circa, e solo per una minima parte (c.a 5%) dall'UV. Quest'ultima componente, però, pur minoritaria, è quella in grado di indurre i principali e più gravi effetti sulla salute dell'uomo. Peraltro, le misure di prevenzione verso il rischio da UV permettono, usualmente, una protezione anche nei confronti delle altre componenti. Per queste ragioni, nella parte che segue sarà presa in esame principalmente l'esposizione a radiazione UV e il rischio connesso.

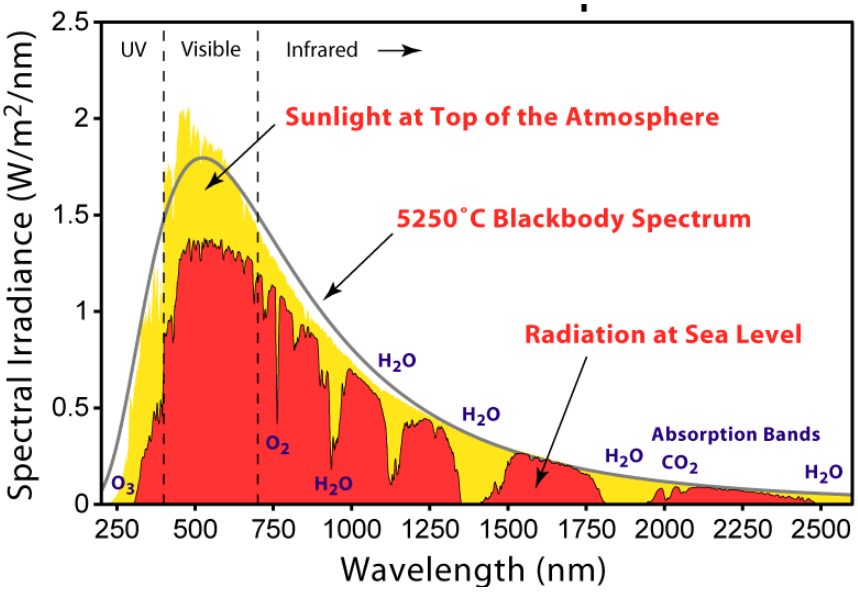


Fig. 2. Spettro della RS sulla superficie solare, all'entrata in atmosfera terrestre e al livello del mare, dopo l'assorbimento da parte dei gas atmosferici (da Rhode RA, www.globalwarmingart.com)

QUALI SONO I PRINCIPALI FATTORI IN GRADO DI FAR VARIARE LA ESPOSIZIONE A RS?

Esistono vari fattori ambientali in grado di influire sia sulla composizione spettrale che sulla quantità totale della RS che raggiunge la superficie terrestre in una determinata sede. Quelli di maggiore rilievo sono descritti in modo sommario nella Tabella 1 [2].

FATTORE	EFFETTO SULLA RADIAZIONE SOLARE CHE RAGGIUNGE LA SUPERFICIE TERRESTRE
ORA DEL GIORNO	In estate circa il 20–30% dell'esposizione giornaliera totale a UVR avviene nelle due ore comprese tra le 11:00 e le 13:00, il 75% tra le 9:00 e le 15:00
STAGIONE	Nelle regioni a clima temperato esistono significative variazioni stagionali dell'esposizione, mentre tali variazioni sono tanto più ridotte quanto più ci si avvicina all'Equatore
LATITUDINE	L'esposizione cumulativa annuale a UVR diminuisce con l'aumento della distanza dall'Equatore
ALTITUDINE	La radiazione aumenta con l'altezza sul livello del mare: ogni aumento in altezza di 300 metri corrisponde ad un aumento dell'efficacia della RS nel determinare ustioni solari pari al 4% circa
COPERTURA NUVOLOSA	In generale, l'irradianza diminuisce con la copertura nuvolosa, ma con ampie variazioni: una copertura completa può fermare oltre il 50% della UVR, sino ad azzerarne la quantità che raggiunge il suolo, ma spesso, attraverso i fenomeni di diffusione e rifrazione, anche in presenza di nuvole la maggior parte della RS riesce a raggiungere il suolo cambiando direzione: generalmente

	vengono bloccati dalle nuvole circa il 10% dei raggi UV. In alcuni casi, infine, in ragione dei fenomeni della diffusione, rifrazione e riflessione, le nuvole possono addirittura aumentare la quantità di UV che raggiunge il suolo, specie in alcune circostanze (cirri, foschia, angolo formato dal Sole allo Zenit compreso tra i 40 e i 63°).
RIFLETTANZA DELLA SUPERFICIE ESPOSTA	L'indice di riflessione varia in misura sensibile in dipendenza della superficie interessata, determinando così un incremento o una riduzione dell'esposizione individuale, specie per quelle parti del corpo che sono generalmente protette dai raggi diretti, che provengono dall'alto (ad es. gli occhi, grazie alla conformazione anatomica del cranio ed alle palpebre). Per fare alcuni esempi, il fogliame riflette tra il 2 e il 5% degli UV, la sabbia tra il 10 e il 15%. Il massimo indice di riflessione si ha per la neve fresca che arriva a riflettere l'85-90% degli UV, mentre l'acqua può arrivare al 30%. La riflessione spiega il fatto l'elevato rischio di fotocheratiti sulla neve, oppure il fatto che si può facilmente incorrere in ustioni solari, anche seduti all'ombra, su una spiaggia assolata.
INQUINANTI DELL'ARIA	La presenza di inquinanti particolati e non particolati a livello della Troposfera può far variare (usualmente diminuendola) la UVR alla superficie terrestre.

Tab. 1. Principali fattori ambientali in grado di influenzare l'esposizione a RS (da IARC 2012, modificato)**.**

Esistono poi vari fattori *personali o comportamentali* che interferiscono sull'esposizione individuale a RS. Tra questi va ricordata in primo luogo l'attività lavorativa: le attività che comportano un maggiore rischio sono quelle svolte outdoor, specialmente nelle ore centrali della giornata (si stima che circa il 50% della UVR raggiunga la superficie terrestre tra le 12 e le 15, il 75% tra le 9 e le 15). Alle latitudini intermedie questo ha una maggiore rilevanza nella stagione estiva, quando la quantità di UV che raggiunge il suolo è massima. Ad esempio, alle medie latitudini, in estate esposizioni dell'ordine di circa 20-30' nelle ore centrali della giornata possono indurre un eritema in soggetti con cute sensibile, mentre in inverno nelle medesime condizioni possono essere necessarie esposizioni di ore [3].

Esistono poi aspetti comportamentali individuali di rilievo, come l'abitudine a utilizzare abitualmente indumenti protettivi, occhiali da sole e cappello, e l'uso di cercare riparo all'ombra ad es. nella pausa per il pranzo, oltre alle abitudini individuali relative all'esposizione solare nel tempo libero.

Ma, almeno per quanto riguarda il rischio cutaneo, uno dei fattori individuali più importanti è la predisposizione genetica: come vedremo infatti in seguito, il fototipo rende l'individuo più o meno sensibile agli effetti dell'UVR sulla cute.

LA RADIAZIONE SOLARE: COME SI MISURA.
L'ESPOSIZIONE A RADIAZIONE SOLARE: COME SI VALUTA

Varie grandezze fisiche possono essere utilizzate per misurare la RS. Tra le più utilizzate per misurare l'entità dell'esposizione in ambito di prevenzione è l'*irradianza*, che misura il flusso radiante incidente su una superficie unitaria, ed è usualmente espressa in Watt/mq. Un'altra

grandezza fisica importante per la valutazione del rischio è l'*energia radiante*, espressa in Joule, che fornisce una misura dell'energia trasportata dalla radiazione elettromagnetica.
Tuttavia, l'efficacia dell'UVR nel produrre gli effetti biologici o effetti avversi è molto variabile anche in funzione della lunghezza d'onda e/o della composizione spettrale. Pertanto, per poter confrontare esposizioni con composizioni spettrali differenti, è stato necessario definire delle *grandezze efficaci* che derivano dalle citate grandezze radiometriche attraverso appositi *fattori* di ponderazione: *l'irradianza efficace* (watt eff/m^2) e *l'esposizione radiante efficace* (joule eff/m^2); in questo modo a *irradianze efficaci*, o ad *esposizioni radianti efficaci uguali*, corrisponde un rischio analogo [4].
Per valutare l'esposizione a RS possono essere adottate differenti strategie. In linea generale l'esposizione può essere stimata, oppure direttamente misurata; in quest'ultimo caso vengono effettuate rilevazioni che possono essere ambientali o personali.
Per rispondere alla necessità di un indicatore sintetico in grado di fornire una stima del rischio da esposizione a UV applicabile nella popolazione generale, o in gruppi di popolazione, grazie ad una collaborazione tra l´Organizzazione Mondiale della Sanità, il Programma per l´Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), l´Organizzazione Meteorologica Mondiale e l'International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) si è pervenuti alla definizione dell' **UV index** (UVI), uno standard per la misura dell'esposizione a UV, che descrive il livello di UVR solare che raggiunge la superficie terrestre in una determinata area geografica (fig. 3). I valori dell´indice variano da 1 a 11+: maggiore è il valore, maggiore è il potenziale di danno per cute e occhi, e minore il tempo necessario perché tale danno si verifichi. L´UVI rappresenta una stima del rischio dovuto all'irradianza, ed è stato concepito nell´ottica di aumentare la consapevolezza della popolazione sui rischi di un'eccessiva esposizione alla RS. A partire da un punteggio di 3 (rischio moderato) è consigliato l'utilizzo di protezioni solari. In generale il valore dell´UVI può essere ottenuto attraverso misure o modelli di calcolo. Si possono effettuare misure basate sull´uso di uno spettroradiometro, calcolando poi l'UVI mediante una formula matematica, oppure possono essere impiegati radiometri a larga banda programmati per fornire direttamente il valore dell´UVI[5].



Fig. 3. UV Index e indicazioni preventive per la popolazione (da www.WHO.int)

Un sistema di valutazione che consente una stima dell'esposizione a RS sufficientemente precisa e riproducibile è la determinazione della Dose eritemigena minimale, più nota con il nome anglosassone di "*Minimum Erythemal Dose*" (MED), che rappresenta la dose irradiativa minima di UV per una determinata intensità e composizione spettrale, in grado di indurre un eritema percettibile nell'area irradiata, entro 8-24 ore dall'esposizione. Però, come abbiamo visto, la sensibilità agli UV è altamente variabile in funzione di vari fattori quali la composizione spettrale della radiazione, la sensibilità individuale e l'adattamento. Com'è facilmente intuibile, anche la dose di una determinata radiazione necessaria per indurre un eritema percettibile (ovvero la MED) varia sensibilmente in funzione dei medesimi fattori. Pertanto, a scopi protezionistici, è stato necessario definire un'unità standardizzata, la *Standard Erythemal Dose* (SED): 1 SED è equivalente a un'esposizione eritemigena radiante effettiva di 100 J/m2. Un UV index pari a 1 è

equivalente a un po' meno (circa il 10%) di 1 SED per ora. Sia la MED che la SED sono unità di misura standardizzate a norma dell'International Standards Organization (ISO) e della Commission Internationale d'Eclairage (CIE) [6].
Una descrizione delle apparecchiature che possono essere utilizzate per la misura dell'esposizione ad UV, e dei metodi che possono essere applicati esula dagli scopi di questo lavoro, e non verrà affrontata. Solo a titolo di esempio si cita che per la misura dell'esposizione personale possono essere adottati dei dosimetri individuali elettronici e/o fotochimici (ad esempio a film di polisolfone).

QUANTO SONO ESPOSTI A RADIAZIONE SOLARE I LAVORATORIP?
QUALCHE DATO TRATTO DA STUDI SU GRUPPI DI LAVORATORI

Recenti dati dell'Agenzia Europea per la salute e sicurezza sul lavoro evidenziano che la UVR è un agente cancerogeno in 36 settori lavorativi dell'Unione Europea, e per 11 di questi si colloca al primo posto tra le esposizioni a cancerogeni. I lavoratori esposti maggiormente alla UVR sono nel settore dell'agricoltura, della caccia e dell'edilizia; l'elevata esposizione in queste attività è ovviamente legata alla RS. Per quanto riguarda in modo più specifico quest'ultima, si stima che siano circa 14,5 milioni i lavoratori in Europa esposti a RS per almeno il 75% del proprio orario di lavoro, la grande maggioranza dei quali (90%) sono di genere maschile.
I risultati di alcuni studi consentono di definire i principali gruppi di lavoratori con un'elevata esposizione a RS: agricoltori, giardinieri, lavoratori forestali, silvicoltori e orticoltori, pescatori, marinai, assistenti bagnanti (lifeguards), lavoratori dei cantieri edili, navali e stradali, alle cave a cielo aperto, oltre agli addetti ad altre attività prevalentemente all'aperto quali portalettere, addetti alla consegna dei giornali, insegnanti di educazione fisica, allenatori di varie specialità outdoor, ed anche addetti all'assistenza all'infanzia[7].
Come evidenziato anche dall'EU-OSHA, il settore edile è certamente uno di quelli che possono comportare le maggiori esposizioni alla UVR. Anche se non sono molti gli studi che hanno specificamente misurato l'esposizione occupazionale individuale a UVR in edilizia, nella quasi totalità di questi sono stati rilevati livelli eccedenti il limite proposto dall'ICNIRP (30 J/mq). Uno studio australiano condotto su ben 493 lavoratori "outdoor", di cui circa il 50% impiegati in edilizia, ha misurato in oltre il 90% dei soggetti un'esposizione a UV superiore al Valore Limite (VL); le mansioni risultate maggiormente a rischio erano quelle di posatore sui tetti e di asfaltatore, la cui Standard Erythemal Dose (SED) media è risultata rispettivamente di 9,98 e 7,6, corrispondente a un'esposizione radiante efficace di 998 e 760 Joule/mq, ovvero valori eccedenti il limite di circa 30 volte[8]. Uno studio svizzero del 2007 ha seguito da luglio a settembre 20 lavoratori del settore edile, monitorati con dosimetri individuali applicati su varie parti del corpo. In tutti i casi è stato riscontrato un superamento del VL, con un'esposizione giornaliera media compresa tra 11,9 e 28,6 SED in dipendenza dell'altitudine del luogo in cui era situato il cantiere. Ricordando che 1 SED corrisponde a 100 J/mq, i risultati della misurazioni effettuate in cantieri edili della vicina Svizzera superano i VLE di un fattore compreso tra le 30 e le 40 volte[9]. Un recente studio condotto a Valencia, Spagna, in cui sono stati monitorati 8 operai edili muniti di dosimetri personali per 5 giorni nel mese di Luglio, ha rilevato un'esposizione giornaliera media di 6,11 SED[10].
Così come per l'edilizia, solo pochi studi hanno misurato l'esposizione a UV in addetti all'agricoltura. I metodi ed i valori rilevati sono purtroppo poco confrontabili, ma comunque coerenti nell'indicare livelli elevati, prevalentemente superiori ai limiti occupazionali. Esposizioni

eccedenti i limiti in tutti i lavoratori sono stati rilevati in un gruppo di addetti all'orticoltura seguiti per una settimana lavorativa in Nuova Zelanda[11], e risultati simili sono stati ottenuti in Australia[12]. In Europa esposizioni più contenute sono state misurate per un gruppo di giardinieri in Irlanda e Danimarca, mentre più elevate sono risultate quelle di un campione di agricoltori austriaci[13]. Nel nostro Paese, in Toscana, una rilevazione condotta nel mese di Aprile su una ventina di agricoltori ha misurato una dose media di irradianza efficace sulla schiena dei soggetti di 1870 J/mq, che considerando il fototipo dei lavoratori superava il MED di un fattore compreso tra 6 e 30 volte[14]; più recentemente, sempre in Toscana, un superamento del Valore Limite d'Esposizione è stato osservato in tutti i 32 viticultori monitorati nello studio[15].
Per quanto riguarda altre categorie di lavoratori outdoor, nel 2008 a Valencia, Spagna, un monitoraggio con dosimetri personali di 4 giardinieri e 5 guardaspiaggia ha rilevato una dose di irradianza efficace media rispettivamente di 413 e 1143 J/mq, anche qui ben al di sopra dei limiti[16]. Un recente studio australiano del 2009 ha rilevato esposizioni medie giornaliere comprese tra 6,9 e 1,7 SED in 168 guardaspiaggia, che in quasi il 70% dei casi risultavano avere un'esposizione oltre i limiti consentiti[17].

LA ESPOSIZIONE ALLA RADIAZIONE SOLARE: CHE EFFETTI PUO' CAUSARE

L'incidenza globale di patologie connesse all'esposizione a RS è di grande rilevanza, anche se largamente misconosciuta (OMS, 2009) [5]. Va rilevato che effetti avversi possono insorgere come conseguenza di esposizioni eccessive ma anche, al contrario, per una carenza di esposizione, basti pensare alla fondamentale funzione che la RS svolge nel metabolismo della vitamina D ed all'effetto ipotizzato su alcune patologie psichiatriche. In questa sede, tuttavia, ci occuperemo degli effetti dovuti ad un'esposizione a RS eccessiva, come quella che si verifica frequentemente nelle categorie di lavoratori outdoor indicate in precedenza.
Le frequenze comprese nella RS hanno una scarsa penetrazione nel corpo umano: è per questa ragione che gli organi bersaglio sono principalmente la cute e l'occhio, a carico dei quali si possono verificare effetti sia acuti che cronici, anche se l'esposizione a UVR può indurre alcuni effetti sul sistema immunitario. Tra questi ultimi, tuttavia, l'unico considerato certamente correlabile è la riattivazione dell'infezione da herpes labialis.
I dati complessivi della letteratura scientifica sugli effetti degli UV sono stati presi in esame dall'OMS, che ha prodotto una classificazione, aggiornata di recente[5], sugli effetti per i quali esiste un comprovato rapporto di causalità (Tab. 2) e quelli per i quali tale rapporto può essere considerato di probabilità, ma manca, al momento, una dimostrazione conclusiva (Tab. 3).

	Organo bersaglio	Effetto acuto/cronico	Tipo d'effetto
ESPOSIZIONE ECCESSIVA	**Sistema immunitario**	Acuto	Riattivazione infezione da herpes labialis
	Occhio	Acuto	Congiuntivite e cheratocongiuntivite attinica
			Ustione corioretinica
		Cronico	Pterigio
			Cataratta corticale
			Carcinoma squamocellulare della cornea e della congiuntiva
	Cute	Acuto	Ustione solare, Fotodermatite
		Cronico	Cheratosi attinica, fotoinvecchiamento

			Carcinoma basocellulare
			Carcinoma squamocellulare
			Melanoma Cutaneo Maligno

ESPOSIZIONE CARENTE	**Sistema osseo**	Cronico	Rachitismo, osteomalacia e osteoporosi da diminuita produzione di vitamina D

Tabella 2. Effetti con rapporto di causalità da esposizione a UVR considerato di certezza (da OMS 2009).

	Organo bersaglio	**Effetto acuto/cronico**	**Tipo d'effetto**
ESPOSIZIONE ECCESSIVA	**Sistema immunitario**	Acuto	Soppressione della risposta immunitaria cellulo-mediata, aumentata suscettibilità alle infezioni, ridotta risposta alle vaccinazioni
		Cronico	Riattivazione infezione latente da papilloma virus
	Occhio	Cronico	Pinguecula
			Cheratopatia climatica
			Cataratta sottocapsulare posteriore e nucleare
			Melanoma oculare
			Degenerazione maculare
	Cute	Cronico	Cancro delle labbra

ESPOSIZIONE CARENTE	**Sistema circolatorio**	Cronico	Ipertensione
	Sistema linfatico	Cronico	Linfoma non Hodgkin
	Prostata	Cronico	Cancro
	Mammella	Cronico	Cancro
	Colon	Cronico	Cancro
	Sistema nervoso	Cronico	Ruolo nell'insorgenza di patologie psichiatriche quali i Disturbi Affettivi Stagionali (DAS), la schizofrenia e, più in generale, sul benessere psicologico.

Tabella 3. Effetti con rapporto di causalità da esposizione a UVR considerato di possibilità (da OMS 2009).

Vediamo ora in dettaglio alcuni dei principali effetti cutanei e oculari dell'esposizione a RS.

Effetti sulla pelle.

Gli effetti acuti: ustioni e fotodermatiti.

Le *ustioni solari* sono la conseguenza di un'eccessiva esposizione a UVR e, a differenza dei altre tipologie di ustioni, quali quelle da calore radiante indotte con un meccanismo di tipo termico, o da agenti chimici forti (acidi o basi) indotte con meccanismi chimico (ossidativo, ecc), sono reazioni fotochimiche. I raggi UV penetrati nella cute vengono assorbiti da molecole, definite cromofori, che si convertono in altre molecole, definite genericamente "fotoprodotti", che innescano una reazione

infiammatoria con produzione di vari mediatori, tra i quali citochine, induzione di proliferazione cellulare ed apoptosi. Per questa ragione l'ustione solare raramente si manifesta prima di 4 ore dall'esposizione; la presenza di questo periodo di latenza è una delle caratteristiche che differenziano l'ustione solare dalle altre ustioni. L'apice della manifestazione clinica avviene tra le 8 e le 24 ore dopo l'esposizione. La sintomatologia è variabile e, nella maggior parte dei casi, si risolve entro qualche giorno. Può variare da un semplice bruciore ed eritema cutaneo, conseguente alla vasodilatazione superficiale, sino alla comparsa di dolore intenso, con edema e formazione di bolle più o meno ampie. La suscettibilità individuale alla comparsa di ustione solare è molto variabile su base genetica. Al proposito, Fitzpatrick ha proposto la sua nota classificazione in 6 fototipi differenti (tabella 4), di cui i primi 2 (Fototipo I e II), che comprendono i soggetti con cute e capelli molto chiari e con impossibilità/estrema difficoltà all'abbronzatura, sono a maggior rischio non solo per l'insorgenza di effetti acuti, ma anche di tumori cutanei[18]. Le ustioni solari, specie se avvenute durante la giovinezza, costituiscono infatti un fattore di rischio per tutti i tipi di tumori cutanei. Oltre al fototipo, la tendenza a sviluppare ustioni solari dipende dal lavoro e dalle abitudini comportamentali d'esposizione solare, con particolare riguardo all'utilizzo di dispositivi di protezione e creme protettive anche nel tempo libero. Le ustioni solari presentano elevate prevalenze in particolare nella popolazione giovane e di sesso maschile, meno incline all'utilizzo di creme protettive. Un recente studio statunitense ha calcolato che l'incidenza di ustioni solari nel 2005 è stata del 34% negli adulti e del 69% tra gli adolescenti, più frequente negli uomini[19].

Fototipo	Sensibilità agli UV	Comportamento in conseguenza dell'esposizione solare
I	Molto Elevata	Si scotta sempre con facilità, non si abbronza mai
II	Elevata	Si scotta sempre con facilità, si abbronza poco
III	Media	Si scotta sempre moderatamente, si abbronza gradualmente
IV	Scarsa	Si scotta minimamente, si abbronza sempre e con rapidità
V	Minima	Raramente si scotta, si abbronza intensamente con rapidità
VI	Nulla	Non si scotta mai, sempre intensamente pigmentato.

Tab. 4. Classificazione di Fitzpatrick: fototipi in funzione della suscettibilità alla luce solare

Un altro effetto cutaneo acuto della RS è la fotodermatite, comunemente conosciuta come "allergia al sole", che comprende una svariata gamma di condizioni patologiche tra cui *dermatite polimorfa solare* (DPS), *prurigo attinica*, *orticaria solare* e altre. Tutte queste condizioni sono caratterizzate da un'eccessiva risposta cutanea immunomediata alla RS, che si manifesta come una dermatite. Le fotodermatosi insorgono rapidamente in seguito all'esposizione e sono maggiormente frequenti nei soggetti più fotosensibili (fototipo I e II), come gli eritemi e le ustioni

solari ma, al contrario, di queste ultime, possono comparire anche per a esposizioni brevi e poco intense[20].

Effetti cutanei acuti indiretti: le fotosensibilizzazioni.

Altre reazioni cutanee acute all'esposizione agli UV, comuni anche con l'esposizione alle frequenze del visibile, sono le fotosensibilizzazioni, determinate dall'interazione tra UV e molecole foto attive di origine endogena, come le porfirine, o esogena: farmaci ad uso topico o sistemico, cosmetici, sostanze chimiche, estratti di varie piante (tabelle 5, 6 e 7). L'interazione tra la UVR e le molecole fotoattive può generare sulla pelle 2 tipi di reazioni:

1) **Fototossiche**: possono insorgere in tutti i soggetti, senza predisposizione, se la concentrazione del sensibilizzante è sufficiente e l'irradianza è efficace; si scatenano subito dopo l'esposizione, senza periodo refrattario; nelle zone esposte compare eritema cutaneo con o senza la presenza di bolle; segue una pigmentazione più o meno durevole, ma l'evoluzione è rapidamente favorevole.

2) **Fotoallergiche**: sono reazioni di ipersensibilità ritardata cellulo-mediata di tipo IV, indipendenti dalla quantità di sostanza sensibilizzante e dalla dose di UV. Insorgono dopo un tempo di latenza più o meno lungo con eritema e vescicole anche al di fuori delle zone esposte, con persistenza delle lesioni anche molto tempo dopo l'evento acuto.

Nelle tabelle 5, 6 e 7 è presentato un elenco adattato dal documento ICNIRP 2004 delle principali sostanze in grado di determinare reazioni fotossiche e fotoallergiche[21].

Agente	Tipo di reazione	λ efficaci(nm)
Sulfonamidi e composti correlati	Fototossica e fotoallergica	290 – 320
Composti salicilanilidici (disinfettanti)	Fototossica e fotoallergica	290 – 400
Fenotiazine (creme, coloranti e insetticidi)	Fototossica e fotoallergica	320-visibile
Coloranti	Fototossica	Visibile
Catrame e derivati	Fototossica	340 – 430
Oli essenziali (profumi e acque di colonia)	Fototossica	290 – 380
Composti furocumarinici (psoraleni)	Fototossica	290 – 380
Solfuro di cadmio (tatuaggi)	Fototossica	380 – 445

Tabella 5. Composti chimici responsabili di reazioni cutanee da fotosensibilizzazione, da ICNIRP 2004.

Agente	Tipo di reazione	λ efficaci (nm)	Incidenza reazioni
Amiodarone	Fototossica	300 – 400	Alta
Diuretici tiazidici	Fotoallergica	300 – 400	Media
Fenotiazine	Fototossica e fotoallergica	320 – 400	Media
Acido nalidixico	Fototossica	320 – 360	Alta
FANS	Fototossica e fotoallergica	310 – 340	Bassa
Protriptilina	Fototossica	290 – 320	Alta
Psoraleni	Fototossica	320 – 380	Alta
Sulfonamidi/sulfonaliruee	Fotoallergica	315 – 400	Bassa
Tetracicline	Fototossica	350 – 420	Media

Tabella 6. Farmaci responsabili di reazioni cutanee da fotosensibilizzazione, da ICNIRP 2004.

Achillea Agrimonio Aneto Bergamotto Carota gialla Cedro Cedrangolo Cerfoglio Chenopodio Convolvolo Cota Piante contenenti furocumarine (pimpinella, angelica,etc) Dittamo Eraclea Fico Finocchio Iperico Limone Mostarda Pastinaca Ranuncolo Ruta Sedano selvatico

Tabella 7. Piante causa di fitofotodermatite, da ICNIRP 2004.

Effetti cutanei cronici

Comprendono fotoinvecchiamento, cheratosi attinica e neoplasie cutanee.

Il *fotoinvecchiamento* rappresenta quel complesso di processi biologici che interessano vari strati cutanei in seguito all'esposizione cronica a RS; il danno maggiore è rintracciabile nelle fibre collagene e elastiche del derma; queste ultime subiscono un processo di degenerazione e compattamento con conseguente perdita dell'elasticità cutanea (elastosi). I sintomi principali includono secchezza cutanea, presenza di rugosità, teleangectasie e discromie, maggiormente apprezzabili nelle regioni più fotoesposte come il viso, la nuca e il dorso delle mani. Il danno cronico dovuto alla progressiva compromissione indotta dai processi riparativi dei tessuti interessati può evolvere verso lesioni più gravi, quali la cheratosi attinica e le neoplasie cutanee[22].

La *cheratosi attinica* è una lesione circoscritta della cute fotoesposta caratterizzata da ipercheratosi aderente con cheratinociti che presentano un grado variabile di atipia. E' la più comune precancerosi cutanea da esposizione cronica a UVR. Le lesioni discheratosiche, spesso presenti in elementi multipli, sono usualmente asintomatiche e compaiono più frequentemente nei soggetti >60 anni con pelle chiara. Inizialmente appaiono come aree teleangectasiche di 1-2 mm di diametro, per poi assumere progressivamente un aspetto squamoso che le rende ben apprezzabili alla palpazione. Il rischio di evoluzione di una cheratosi solare verso il carcinoma squamocellulare varia in letteratura tra lo 0,1 e il 20% dei casi[22].

Il più importante effetto cutaneo cronico è però certamente quello cancerogeno. Sia la UVR che la RS sono incluse nel gruppo 1 IARC *"cancerogeni certi per l'uomo"* e l'esposizione a UV è associata ad un aumento significativo del rischio di insorgenza di tumori cutanei, melanocitici (*melanoma maligno*) e non melanocitici (carcinoma basocellulare o *basalioma* e il carcinoma squamocellulare o *spinalioma*)[2].

Il *basalioma* origina dall'iperproliferazione delle cellule dello strato basale della cute; è in assoluto il tumore maligno più frequente nella popolazione, sia femminile che maschile. La neoplasia ha un'evoluzione lenta, con bassissima tendenza alla metastatizzazione e, quindi, con prognosi sostanzialmente favorevole; le maggiori problematiche possono derivare da forme ulcerate infiltranti non trattate che si estendono in profondità raggiungendo i tessuti osteo-vascolari. Il basalioma colpisce più frequentemente il sesso maschile ed in età avanzata; si manifesta sulle zone della cute generalmente non coperte da indumenti, in individui con fototipo chiaro. L'incidenza del carcinoma basocellulare non correla ad elevati livelli di esposizione cumulativa cronica, ma si associa ad esposizioni specie se intense ed intermittenti. Ciò fa supporre un probabile effetto protettivo dell'abbronzatura e dell'ispessimento cutaneo connessi ad esposizioni croniche [22].

Lo *spinalioma* origina anch'esso da cellule epiteliali, ma da uno strato più superficiale rispetto al basalioma, ovvero lo strato spinoso dell'epidermide, e può insorgere anche a livello delle mucose. L'incidenza di carcinoma squamocellulare è fortemente correlata alla dose cumulativa cronica di esposizione a UVR durante l'intera vita. Lo spinalioma presenta una tendenza alla metastatizzazione linfonodale nel 10-15% dei casi, e nel 2-5% dei casi a distanza; la prognosi è quindi, potenzialmente peggiore rispetto al basalioma. Colpisce più frequentemente tra la VI e la VII decade di vita, con un rapporto uomo/donna di 8:1. Si localizza tipicamente nelle zone

fotoesposte, manifestandosi come una papula o placca eritematosa ricoperta da croste sino ad originare un nodulo ulcerato non sanguinante[22].

Il melanoma cutaneo maligno è una neoplasia originata da un'iperproliferazione dei melanociti, cellule epidermiche derivate embriologicamente dalla cresta neurale e deputate alla sintesi della melanina. Come le neoplasie epiteliali, anche il melanoma colpisce maggiormente i soggetti di pelle chiara e il sesso maschile; l'incidenza correla con un pattern espositivo alla RS di tipo intermittente e con la presenza di episodi di ustione solare, specie in infanzia. L'età di insorgenza è minore rispetto alle neoplasie epiteliali, presentandosi generalmente tra i 35 e i 65 anni di età. Pur costituendo soltanto il 4% circa di tutti i tumori maligni della cute, il melanoma è la causa del maggior numero di morti (77%) correlate a neoplasie della pelle. Nel passato era considerato un tumore raro ma negli ultimi vent'anni, pur con notevoli variazioni in relazione al gruppo etnico (negli USA l'incidenza nei cittadini afro-americani è circa 20 volte inferiore rispetto ai bianchi) ed alla latitudine, la sua incidenza si è moltiplicata. Il melanoma insorge generalmente in associazione alla presenza di un nevo melanocitico congenito o acquisito, con tipiche caratteristiche di asimmetria, irregolarità dei bordi, dimensioni superiori ai 6 mm e policromia con aree di colorazione nera o talvolta rossa. La prognosi del melanoma dipende fortemente dalla precocità della diagnosi e da fattori quali lo spessore, il livello di invasione e l'eventuale ulcerazione della lesione, la sede anatomica, l'indice mitotico, l'infiltrazione linfocitaria, il sottotipo istologico e la presenza di metastasi linfonodali e a distanza[22].

Recenti dati epidemiologici stimano che ogni anno negli Stati Uniti vengano diagnosticati 2.800.000 nuovi casi di basalioma, 700.000 di spinaliomi[23] e 76.250 melanomi cutanei; tra questi ultimi, 9.180 porteranno al decesso[24]. Le stime in Europa sono sostanzialmente coerenti: annualmente sono circa 2.000.000 i casi di neoplasie cutanee epiteliali, con 12.000 decessi, e circa 67.000 quelli di melanoma, con 48.000 morti. Studi condotti nel nostro Paese confermano che le neoplasie epiteliali cutanee sono i più frequenti tra i tumori maligni diagnosticati nella popolazione e che, indicativamente, circa 1 persona su 10 nella vita svilupperà una di queste neoplasie[25]. In particolare, è il basalioma ad essere più comune, con un rapporto 86% - 14% rispetto allo spinalioma. Il tasso di incidenza del melanoma in Italia è attualmente di 12-14 casi/anno/100.000 abitanti con una sopravvivenza a 10 anni variabile tra l'88 e il 6% in dipendenza della stadiazione della neoplasia[26].

Numerosi studi hanno indagato l'associazione tra l'esposizione professionale a UVR, ed in particolare il lavoro outdoor, e il rischio di insorgenza di neoplasie cutanee. In una recente casistica tedesca che comprendeva 1641 casi di basalioma, 499 di spinalioma e 454 di melanoma, i lavoratori outdoor hanno evidenziato un Rischio Relativo (RR) per il carcinoma basocellulare di 2.9 (IC 95% 2.2–3.9) e di 2.5 (95% CI, 1.4–4.7) per lo squamocellulare[27]. Nello studio multicentrico europeo HELIOS, per il settore costruzioni è stato calcolato un OR per i tumori cutanei di origine epiteliale (basalioma e spinalioma) di 1.10 (95% CI 0.93–1.31), che sale, però, a 1.54 (IC 95% 1.04–2.27) considerando la sola mansione di muratore. Prendendo in considerazione in particolare il solo basalioma, l'OR è risultato quasi di 3. Per il settore pesca e agricoltura è stato calcolato un OR per le neoplasie epiteliali di 1.18 (IC 95% 0.96–1.45), che sale a 1.49 (IC 95% 0,96 –2.42) considerando la mansione di agricoltore specializzato[28]. Come per il settore costruzioni, anche in questo caso gli OR sono risultati maggiori considerando specificamente il basalioma.

Effetti oculari acuti

A livello oculare le varie componenti della radiazione ottica sono assorbite da strutture anatomiche,

diverse, in relazione alla lunghezza d'onda (Figura 4).

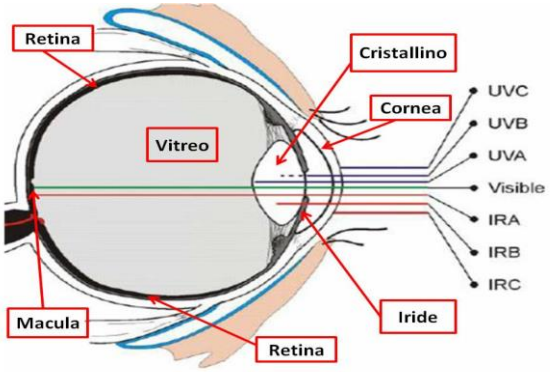


Fig. 4. Strutture oculari e assorbimento della radiazione ottica (da www.portaleagentifisici.it)

Va rilevato che nell'occhio, a differenza della cute, non esistono meccanismi di adattamento alla UVR, quali la pigmentazione o l'inspessimento.

Il principale meccanismo di difesa dell'occhio è rappresentato dalle palpebre e dal riflesso dell'ammiccamento, molto utile per ridurre l'esposizione oculare. Un altro meccanismo di difesa deriva dalla conformazione anatomica del cranio, che protegge gli occhi dalla RS incidente dall'alto, ma non è altrettanto efficace nei confronti dei raggi riflessi. In ragione di ciò, sono possibili notevoli incrementi dell'esposizione oculare in soggetti posti in prossimità di superfici altamente riflettenti, quali la sabbia bianca o la neve fresca od ancora superfici metalliche o di vetro.

Come per la cute, l'occhio non protetto, esposto eccessivamente a UVR può sviluppare un'ustione, che interessa tipicamente la congiuntiva determinando una *congiuntivite attinica*. Questa si presenta bilateralmente in modo acuto, a distanza di poche ore dall'esposizione. I sintomi comprendono eritema da iperemia della mucosa, lacrimazione abbondante, intensa sensazione di corpo estraneo e fotofobia marcata. In caso di esposizioni prolungate e intense può determinarsi un interessamento anche corneale, con la comparsa di quadri di *cheratocongiuntivite fotica o attinica*. In questi casi compare dolore molto intenso, talvolta riferito come intollerabile, ed un blefarospasmo che impedisce l'apertura della rima palpebrale. All'esame obiettivo diretto la congiuntiva appare iperemica, mentre con la lampada a fessura si può osservare una disepitelizzazione corneale, causa della sintomatologia dolorosa importante. La diagnosi della *congiuntivite* e della *cheratocongiuntivite attinica,* comunemente conosciute anche come "cecità da neve" o "cecità dei saldatori" , è tipicamente anamnestica, correlata ad un'esposizione acuta ad un'elevata dose oculare di UVR. Il quadro clinico regredisce generalmente entro 24-48 ore[29].

Altro possibile effetto acuto, molto raro, è l'ustione corioretinica, che può verificarsi in soggetti che abbiano osservato a lungo ed in modo diretto il Sole, senza proteggersi in modo adeguato con filtri ad alto assorbimento. Tale situazione è tipicamente descritta in occasione di eclissi solari, e ne fu verosimilmente colpito Galileo Galilei. Va rilevato che *l'afachia,* o la *pseudoafachia* che può essere presente in seguito a intervento chirurgico di asportazione della cataratta con mancato impianto della lente artificiale, consentono ai raggi UV con lunghezza d'onda >300 nm di raggiungere la retina, aumentando così in modo significativo le possibilità di danno retinico acuto[29].

Effetti oculari cronici

Lo pterigio è un'iperproliferazione fibrosa dell'epitelio congiuntivale che invade la cornea causando un deficit visivo, oltre ad un notevole danno estetico. Si presenta in genere come una piega

triangolare localizzata nella fessura palpebrale, solitamente nel settore nasale. La frequenza della patologia aumenta con l'età, ed è maggiore nel sesso maschile. La sintomatologia varia da ricorrenti episodi di congestione, lacrimazione, fotofobia e sensazione di corpo estraneo, sino al calo del visus[29]. Il processo degenerativo alla base dello pterigio presenta ancora attualmente una patogenesi oscura, sebbene l'associazione causale con l'esposizione cronica ad UVR, ed in particolare con le attività lavorative outdoor, sia riportata da numerosi studi nella recente letteratura scientifica (Tabella 8). E' stata ipotizzata un'associazione dell'esposizione a UVR anche con la Pinguecula, una patologia che può evolvere nello Pterigio, essendo una forma infiammatoria cronica del tessuto congiuntivale che però non interessa la cornea.

Studio	Luogo	Campione	Prevalenza	Occupazione
GAZZERD G et al, 2002[30]	Riau, Indonesia	1210 >21 aa	10%	Lavoratori indoor vs outdoor diff. sig.
WONG TY et al, 2000[31]	Singapore	1232 Cinesi 40-79aa	9,7% (2,9% bilat)	Operai (OR 3,1) e agricoltori (OR 3,3) a > rischio lavoratori indoor.
SHIROMA et al, 2009[32]	isola di Kumejina, Giappone	3762 >40 aa	30,9%. (13,3% bilat)	Correlazione positiva per lavoro outdoor OR 1,82 (1,33-2,50)
Ang et al, 2012[33]	Singapore	8906 persone 40-80 aa	10,1% (4,6% bilat)	Grado severo associato con lavoro outdoor OR aggiustato 2,1(1,1-4).
Viso et al, 2011[34]	Nord-ovest Spagna	619 persone >40aa	6,5%	Attività outdoor OR 2,28 (1,04-4,98).
DURKIN_SR, 2008[35]	Meiktila, Birmania	2076 >40 aa	19,6% (8% bilat)	Associato a lavoro outdoor p<0,01
Cajucom-Uy H, 2010[36]	Singapore	3280 Malesiani	15,5%	Associazione significativa del lavoro outdoor con lesioni di grado severo
LUTHRA R et al, 2001[37]	Barbados	2781 >40aa	23,4%	Agricoltori, forestali, pescatori, marinai VS altro OR 1,87(1,52-2,29)
McCARTY CA, 2000[38]	Victoria, Australia	3271 >40aa	2,83%	Prevalenze maggiori in operai agricoli, dell'industria energetica, minatori e animatori turistici

Tab. 8. Revisione di studi che hanno indagato la prevalenza di Pterigio in gruppi di lavoratori outdoor.

La UVR ha effetti anche sul cristallino: una relazione causale con l'esposizione cronica è supportata dai risultati di numerosi studi per la *cataratta corticale*, mentre l'evidenza è minore per la *cataratta sottocapsulare posteriore*; alcuni dati suggeriscono una possibile correlazione anche con la presenza di *opacità nucleari*. Per quanto riguarda in particolare gli studi in ambito occupazionale, un'elevata prevalenza di cataratta, in particolare della forma corticale, è stata rilevata in vari gruppi di lavoratori outdoor[39].

La cataratta è una delle patologie oculari maggiormente rilevanti a livello mondiale: dati dell'OMS del 2002 evidenziano che sono circa 161 milioni le persone nel mondo affette da un significativo deficit visivo, e la cataratta è la principale responsabile di cecità, essendo la causa nel 47,8% di tutti i casi[40]. A livello mondiale, si stima vi siano 19,34 milioni di soggetti affetti da cecità bilaterale secondaria a cataratta, con un aumento stimato di circa 1 milione di casi all'anno[41]. In Italia l'Unione Italiana dei Ciechi ha riportato la cataratta come causa di cecità nel 23% di un totale di 106000 non vedenti[42].

Come abbiamo visto, l'UVR rappresenta uno dei più importanti fattori di rischio per la cataratta senile, in particolare per la forma corticale. Va inoltre osservato che il processo di invecchiamento ha varie ripercussioni sulle strutture oculari che, tra l'altro, rendono il cristallino più suscettibile al

danno da UV. I prodotti di degradazione nel processo di stress ossidativo UV indotto fungono da agenti fotosensibilizzanti, promuovendo la formazione di radicali liberi dell'ossigeno e l'ossidazione delle proteine lenticolari, e causando così l'opacizzazione della lente.
Inoltre, così come per la cute, anche per l'occhio l'esposizione a RS aumenta il rischio di tumori in particolare di *carcinoma squamocellulare della congiuntiva e della cornea*, che originano, come i loro corrispondenti cutanei, dalle cellule epiteliali, pur essendo decisamente più rari. Invece, finora non sono considerate adeguate le dimostrazioni di una correlazione tra esposizione a UVR ed insorgenza di melanoma oculare[5].
Da ultimo, è necessario ricordare la possibile correlazione tra esposizione cronica a UVR e, secondo alcuni recenti dati, anche della cosiddetta "luce blu" appartenente allo spettro del visibile, con l'insorgenza della Degenerazione Maculare Senile (DMS), ovvero la principale causa di ipovisione nei paesi più industrializzati[43]. In ragione della rilevanza della patologia, studi in quest'ambito sarebbero di grande importanza ed urgenza.

PREVENZIONE DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE OCCUPAZIONALE A RS

La radiazione solare è di gran lunga la principale sorgente di esposizione a UV nell'uomo, e fino all'inizio del secolo scorso ne era praticamente la fonte esclusiva. Attualmente sono invece numerose le fonti di esposizione di origine artificiale occupazionale (saldatrici, lampade germicide, per fototerapia, per indurimento polimeri, ecc), che si possono aggiungere alle esposizioni personali legate all'uso di lampade abbronzanti.
La normativa italiana, che costituisce il recepimento di quella Europea, prende in considerazione in modo specifico la sola Radiazione Ottica Artificiale (ROA): il D.Lgs. 81/08, testo unico per la tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, infatti, non include la RS tra gli agenti fisici previsti dal titolo VIII, per i quali è obbligatorio mettere in atto le misure specificate nel capo V, né sono applicabili i Valori Limite d'Esposizione (VLE) previsti nell'allegato XXXVII, che per la radiazione UV di origine artificiale a livello oculare sono di 30 Joule/mq.
Va però osservato che il rischio da esposizione professionale a RS deve essere comunque obbligatoriamente valutato da parte del Datore di Lavoro, dato che l'articolo 28 del D.Lgs. 81/08 esplicitamente impone la valutazione di *"…tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori…".* Per quanto riguarda le modalità per la valutazione, possono essere prese in considerazione, ad esempio, la normativa europea UNI EN 14255-3:2008 e le Linee Guida dell'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).
Inoltre, le principali patologie cutanee da esposizione a UV sono attualmente riconosciute in Italia come malattie professionali, indipendentemente dall'origine, artificiale o naturale. Infatti, nella Tabella delle Malattie Professionali nell'Industria inclusa nel D.M. 9/04/2008, alla voce 84 sono previste le *"Malattie causate dalle radiazioni UV comprese le radiazioni solari"*; le patologie previste sono le "*Cheratosi attiniche"* gli "*epiteliomi cutanei delle sedi foto esposte*" e le *"altre malattie causate dall'esposizione professionale alle radiazioni UV comprese le radiazioni solari"*
Le lavorazioni che danno diritto ad un indennizzo sono le "*Lavorazioni che espongano alle radiazioni UV*" e le "*Lavorazioni che espongono alle radiazioni solari presso stabilimenti balneari, a bordo di navi, in cantieri di edilizia stradale, in cave e miniere a cielo aperto*". Le stesse patologie sono incluse anche nella Tabella delle Malattie Professionali nell'Agricoltura, alla voce 19, nel caso di *"Lavorazioni svolte prevalentemente all'aperto"*.
Infine, anche nell'"*Aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del testo unico approvato con DPR 1124 del 30/06/1965 e*

s.m.i." del 1° Aprile 2010, in Lista 1, "Malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità", nel gruppo 2 (malattie da agenti fisici) troviamo le *cheratosi attiniche* da esposizione a UV, nel gruppo 5 (malattie della pelle) le *cheratosi attiniche* sia da esposizione a UV (voce 8) che da esposizione a RS (voce 7), e nello stesso gruppo sono inserite anche le *dermatiti esogene di natura fototossica e/o fotoallergica da esposizione a composti fotoattivi*, mentre nel gruppo 6 (tumori professionali) alla voce 15 troviamo gli *epiteliomi cutanei delle sedi fotoesposte* in conseguenza di esposizione a RS. Il *melanoma cutaneo* da esposizione a RS è invece incluso nella Lista II, "Malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità", al Gruppo 6, voce 12.

Varie sono le misure che possono essere adottate per la prevenzione del rischio da esposizione occupazionale a RS nei lavoratori. Sebbene una trattazione puntuale esuli dai limiti di questa rassegna, in modo molto schematico possono essere almeno citate alcune delle principali.

- **Misure Organizzative:** quali predisposizione di sistemi per ombreggiatura delle postazioni lavorative, limitazione delle attività con esposizione diretta nelle ore centrali della giornata (specie dalle 12 alle 15, dato che, come abbiamo visto, in questo periodo raggiunge la superficie terrestre il 50% dell'UVR dell'intera giornata), predisposizione di zone ombreggiate per la pausa pranzo, controllo radiazione riflessa con particolare attenzione alle superfici metalliche o vetrate.
- **Misure Individuali:** uso di indumenti con adeguato potere filtrante, cappello ed occhiali; va segnalato che recenti studi confermerebbero una significativa riduzione del rischio cancerogeno conseguente all'uso di creme protettive.

Tra le misure preventive secondarie, fondamentale è un'adeguata Sorveglianza Sanitaria, volta all'identificazione delle condizioni di particolare suscettibilità (al proposito si veda la Tabella 9) e della eventuale comparsa di effetti avversi nella fase più precoce possibile.

Altra misura fondamentale è una corretta informazione e formazione preventiva dei lavoratori sul rischio, volta, tra l'altro, a diffondere conoscenze sul rischio dovuto agli agenti fotosensibilizzanti in grado di interagire con la UVR, e sulle condizioni di maggiore suscettibilità individuale.

Dato che questi aspetti sono stati affrontati in modo esteso ed aggiornato nelle "Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non ionizzanti" dell'Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM) e della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale (SIMLII) [4], si è ritenuto inutile trattarli in questa sede, e si rimanda alle citate Linee guida per i necessari approfondimenti.

• Donne in gravidanza: riservare particolare attenzione alla possibile azione sinergica di condizioni microclimatiche e radiazioni infrarosse (es. lavoratrici gestanti operanti in prossimità di forni).
• Minorenni.
• Albini e individui di fototipo 1 (per esposizione a UVR)
• Portatori di malattie del collagene (per esposizione a UVR)
• Soggetti in trattamento cronico o ciclico con farmaci fotosensibilizzanti
• Soggetti affetti da alterazioni dell'iride (colobomi, aniridie) e della pupilla (midriasi, pupilla tonica)
• Soggetti portatori di drusen (per esposizione alla luce blu)
• Soggetti con lesioni cutanee maligne o premaligne (per esposizione a UVR)
• Lavoratori affetti da patologie cutanee fotoindotte o foto aggravate (per esposizione a UVR e IR)
• Soggetti affetti da xeroderma pigmentoso (per esposizione a UVR)
• Soggetti epilettici per esposizione a luce visibile di tipo intermittente (tra i 15 e i 25 flash al secondo)
• Soggetti con impianto IOL (cristallino artificiale), per esposizione a RO tra 300 e 550 nm (UV e visibile fino alle lunghezza d'onda del verde)

Tab. 9. Categorie di soggetti da ritenersi particolarmente sensibili al rischio da esposizione a RO (da "Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non ionizzanti", AIRM, 2012)

BIBLIOGRAFIA

1. Knuschke P, UV Exposure, in Kanerva's Occupational Dermatology, Springer 2012, pp 859-884
2. International Agency for Research on Cancer (IARC), Radiation Volume 100 D. A review of human carcinogens, Lyon, France, 2012
3. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Statement. Protection of workers against ultraviolet radiation. Health Phys, 2010;99:66-87
4. Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM). Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non ionizzanti. Nuova Editrice Berti, Piacenza, 2012.
5. World Health Organization (WHO), Environmental burden of diseases series n° 17. Solar Ultraviolet radiation; Ginevra, 2010.
6. International Standards Organization, Commission Internationale d'Eclairage; Erythema reference action spectrum and Standard Erythema Dose, ISO 17166:1999(E)/CIE S 007-1998
7. Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro. Outlook 1 Rischi nuovi ed emergenti in materia di sicurezza e salute sul lavoro. Lussemburgo, Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, 2009
8. GIES P, WRIGHT J. Measured Solar Ultraviolet Radiation Exposures of Outdoor Workers in Queensland in the Building and Construction Industry. Photochem Photobiol, 2003,78(4):342–348
9. MILON A et al. Effective exposure to solar UV in building workers: influence of local and individual factors. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2007;17(1):58-68
10. Serrano MA, Cañada J, Moreno JC. Solar UV exposure in construction workers in Valencia, Spain. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2012 Jun 27. doi: 10.1038/jes.2012.58.
11. HAMMOND V ET AL, Patterns of real-time occupational ultraviolet radiation exposure among a sample of outdoor workers in New Zealand. Public Health, 2009;123:182-187.
12. AIREY DK ET AL. An estimate of the total UV-B exposure for outdoor workers during a south-east Queensland summer. Health Phys. 1997;72(4):544–549
13. SCHMALWIESER AW ET AL. Facial Solar UV Exposure of Austrian Farmers During Occupation. Photochem Photobiol,2010;86:1404–1413
14. SISTO R ET AL. Quantitative Evaluation Of Personal Exposure To Uv Radiation Of Workers And General Public. Radiation Protection Dosimetry (2009),137(3–4):193–196
15. SIANI AM ET AL, Occupational Exposures to Solar Ultraviolet Radiation of Vineyard Workers in Tuscany (Italy). Photochem Photobiol, 2011;87:925-934
16. SERRANO MA ET AL. Erythemal Ultraviolet Exposure in Two Groups of Outdoor Workers in Valencia, Spain. Photochem Photobiol, 2009;85:1468–1473.
17. Gies P et al. Measured occupational solar UVR exposures of liguards in pool settings. Am J Ind Med, 2009; 52(8):645-653
18. FITZPATRICK TB. Soleil et peau. J Med Esthet, 1975;2:33–34.
19. Buller DB et al. Prevalence of sunburn, sun protection, and indoor tanning behaviors among Americans: review from national surveys and case studies of 3 states. J Am Acad Dermatol. 2011;65(5 S1):14-23.
20. Photosensitivity Disorders: Cause, Effect and Management Millard, Thomas P.; Hawk, John L.M. American Journal of Clinical Dermatology:2002 - Volume 3 - Issue 4 - pp 239-246
21. ICNIRP: Guidelines on limits of exposure Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). Health Phys.,87:171, 2004
22. Cainelli T, Giannetti A, Rebora A. Dermatologia medica e chirurgica. McGraw-Hill, Milano, 2012.
23. Rogers HW et al. Incidence Estimate of Nonmelanoma Skin Cancer in the United States, 2006. Arch Dermatol. 2010;146(3):283-287
24. American Cancer Society. Cancer Facts & Figures 2012. Atlanta: American Cancer Society; 2012
25. CROCETTA E, MANNESCHI G. Gli epiteliomi cutanei sono i tumori più frequenti in Toscana. Toscana Medica. 2008;6:30
26. ROSSI CR, SILVESTRINI R. Basi scientifiche per la definizione di linee-guida in ambito clinico per il Melanoma cutaneo. Febbraio 2012, www.alleanzacontroilcancro.it
27. RADESPIEL-TRÖGER M ET AL. Outdoor work and skin cancer incidence: a registry-based study in Bavaria. Int Arch Occup Environ Health (2009);82:357–363
28. SUAREZ B ET AL. Occupation and skin cancer: the results of the HELIOS-I multicenter case-control study. BMC Public Health 2007;7:180

29. Frezzotti R, Guerra R. Oftalmologia essenziale. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2010.
30. GAZZERD G et al, Pterygium in Indonesia: prevalence, severity and risk factors, Br J Ophthalmol 2002;86:1341–1346
31. TIEN YIN WONG et al, The Prevalence and Risk Factors for Pterygium in an Adult Chinese Population in Singapore: The Tanjong Pagar Survey, AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY 131(2): 176-184
32. SHIROMA et al, Prevalence and risk factors of Pterygium in a Southwestern Island of Japan, The Kumejima study, American Journal of Ophthalmology, 2009: 148(5)
33. Ang M et al, Prevalence of and racial differences in Pterygium. A Multiethnic Population Study in Asians, Ophthalmology, 2012:119(8),1509-15
34. VISO E et al. Prevalence of Pinguecula and Pterygium in a general population in Spain. Eye, 2011, 25:350-57.
35. DURKIN_SR,The prevalence, severity and risk factors for pterygium in central Myanmar: the Meiktila Eye Study, (solo abstract) BrJOphthalmol 2008 Jan;92(1):25-9.
36. CAJUCOM-UY H. The prevalence of and risk factors for pterygium in an urban Malay population: The Singapore Malay Eye Study (SiMES) British Journal of Ophthalmology, 2010; 94(8)
37. LUTHRA R, Frequency and risk factors for Pterygium in the Barbados Eye Study, Arch. Ophthalmol 2001: 119(1827-32)
38. McCarty CA, Epidemiology of pterygium in Victoria, Australia, *Br J Ophthalmol* 2000;84:289–292
39. McCARTY CA, TAYLOR HR. A review of the epidemiologic evidence linking ultraviolet radiation and cataracts. Dev Ophthalmol. 2002;35:21-31
40. Pascolini D, Mariotti SPM. Global estimates of visual impairment: 2010. British Journal Ophthalmology Online First published December 1, 2011
41. Foster A. Cataract - a global perspective: output outcome and outlay. Eye (1999) 13:449-453
42. Nicolosi A et al. Prevalence and causes of visual impairment in Italy. Int J Epidemiol, 2004, 23:359-64
43. Evans JR. Risk Factors for Age-related Macular Degeneration Progress in Retinal and Eye Research Vol. 20, No. 2, pp. 227 to 253, 2001