

**L'ESPOSIZIONE A RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI:
RISCHI, DANNI E LEGISLAZIONE**

B. Piccoli¹, R. Fasciani², S. Orsini³

Le alterazioni oculari da esposizione a luce blu

¹ Istituto di Medicina del Lavoro, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

² Clinica Oculistica, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

³ Azienda Ospedaliera ICP, Milano

Parole chiave: alterazioni oculari, luce blu, ROS.

La luce blu rappresenta un rilevante fattore di rischio per i fotorecettori retinici, in particolare quelli foveali, essendo in grado di accelerare in modo significativo il processo del ciclo visivo (ciclo di Wald), con produzione di maggiori quantità di sostanze ossidanti (Reactive Oxygen Species, ROS), di sostanze tossiche (A2E) e di cataboliti (lipofuscina). Ciò comporterebbe, inoltre, una maggiore e più precoce formazione di drüsen, unanimemente considerate in oftalmologia uno stadio evolutivo iniziale della degenerazione maculare senile (AMD, Age-related Macular Degeneration).

I criteri di impostazione della sorveglianza sanitaria, in condizioni di prima applicazione, devono tenere conto di alcune criticità:

- le lesioni retiniche attese dovrebbero essere assai simili a quelle che si osservano nella AMD;
- tempi di insorgenza di tali lesioni, prodotte da processi degenerativi lenti, comparirebbero dopo anni di esposizione;
- esistono difficoltà nella valutazione dell'esposizione, date le attuali inadeguate modalità di analisi e quantificazione "del blu" nei DVR.

Pertanto, una prima proposta di SS potrebbe essere la seguente:

- a) visita oftalmica generale (anamnesi, esame obiettivo di annessi, segmento anteriore e posteriore);
- b) acuità visiva e rifrazione;
- c) oftalmoscopia (in midriasi), con foto del fundus in autofluorescenza;
- d) esame della retina mediante Ocular Computerized Tomography (OCT);
- e) valutazione funzionale mediante griglia di Amsler;
- f) test per l'esame del contrasto.

Nel corso degli accertamenti oftalmici particolare cura ed attenzione dovrà essere posta dall'oculista nell'evidenziare l'eventuale presenza di alterazioni degenerative retiniche centrali e di drüsen, ritenute, allo stato, i segni clinici più significativi associabili ad alterazioni da esposizione occupazionale a luce blu.

S. Orsini¹, M. Possenti², P. Zambelli², B. Piccoli²

Misure e valutazione del rischio da luce blu

¹ Servizio di Fisica Sanitaria, Istituti Clinici di Perfezionamento, Milano

² Istituto di Medicina del Lavoro, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

Parole chiave: luce blu, lampade a scarica, radianza spettrale.

La diffusione di lampade a scarica rivestite di materiale fluorescente sposta lo spettro di emissione verso temperature di colore correlate (TCC) di circa 5000-6500 K con un aumento della quota di blu emesso che varia dall'8-22% in funzione delle caratteristiche delle sorgenti. Per la loro alta efficienza, ottima resa di colore e durata queste lampade sono grandemente usate nelle applicazioni all'aperto e all'interno di centri commerciali. La valutazione del rischio da luce blu passa attraverso la misura di grandezze che consentono il confronto con i limiti indicati nel D.Lgs 81/2008, titolo VIII - capo V e successive integrazioni.

La strumentazione impiegata deve essere in grado di misurare la radianza spettrale almeno per ogni intervallo di 5λ nell'intervallo 380-700 nm al fine di valutare il rischio da luce blu utilizzando la curva di ponderazione $B(\lambda)$ come indicato nell'allegato XXXVII parte prima del D.Lgs 81/2008.

Nel testo vengono discusse le varie metodiche di misura come indicato dallo standard CIE S 009/E:2002: Photobiological Safety of Lamps and Lamps Systems e vengono analizzate le fonti di incertezza.

Risulta però sempre problematico valutare i tempi di esposizione in situazioni in cui l'operatore svolge compiti che non prevedono la diretta esposizione alle sorgenti, ma per i quali l'illuminazione è requisito necessario per l'attività. In queste situazioni, che costituiscono la netta maggioranza delle tipologie lavorative, potrebbe essere utile l'impiego di dosimetri per la luce blu, circa i quali si descrive un primo prototipo in corso di sperimentazione.

M. Borra

La valutazione dell'esposizione occupazionale a breve termine per la radiazione UV e IR

ISPESL, Roma

Parole chiave: radiazione UV, radiazione IR, esposizione occupazionale.

Il 26 aprile 2010 è entrato in vigore il Capo V del Titolo VIII del *Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81* relativo alla "Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a radiazioni ottiche artificiali".

Le Radiazioni Ottiche Artificiali (ROA) occupano quella regione dello spettro elettromagnetico non ancora ionizzante di più alta energia; in questa regione spettrale l'energia della radiazione è tale da passare dagli effetti termici, caratteristici delle radiofrequenze e delle microonde, a quelli fotochimici e ionizzanti, come nel caso della radiazione ultravioletta, mantenendo una scarsa capacità di penetrazione nella materia biologica; questa caratteristica fa sì che siano gli occhi e la pelle gli organi bersaglio da salvaguardare dall'esposizione professionale alla radiazione ottica sia essa di origine "artificiale", come nel caso specifico delle ROA trattate nel Capo V, che di origine "naturale"; in quest'ultimo caso, a cui non si applica il Capo V, la valutazione del rischio di esposizione a radiazione solare dei lavoratori, in quelle occupazioni tipiche outdoor, deve comunque essere effettuata ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 81/08.

Il Capo V e la sua applicazione, tuttavia, presenta delle difficoltà sia per gli aspetti relativi alla comprensione delle grandezze fisiche e dei valori limite riportati nell'Allegato XXXVII, che per le modalità operative correlate all'effettuazione e all'interpretazione delle misure; questo è vero in particolare per l'esposizione retinica alla radiazione infrarossa IRA (da 780 a 1400 nm) non completamente compresa nel range di sensibilità della maggioranza degli spettro radiometri che non superano i 1100 nm. La necessità di integrare con metodi numerici la misura implica, per la figura del valutatore, il possesso di una preparazione ed un curriculum certamente adeguato.

A. Polichetti

La protezione dei lavoratori dagli effetti a lungo termine della radiazione ultravioletta

Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Parole chiave: effetti a lungo termine, radiazione ultravioletta, D.Lgs. 81/08.

Esposizioni prolungate alla radiazione ultravioletta (UV), anche a livelli inferiori a quelli necessari per l'induzione degli effetti a breve termine connessi ad esposizioni acute, sono potenzialmente in grado di causare danni a lungo termine sugli organi più esposti, quando non adeguatamente protetti, quali la cute e gli occhi. I rischi a lungo termine sono connessi in generale all'esposizione complessiva ricevuta dal soggetto, come per esempio nel caso del carcinoma cutaneo spinocellulare, mentre nel caso del melanoma cutaneo maligno il rischio sembra essere associato al numero di episodi di intensa esposizione, soprattutto se occorsi in età giovanile, accompagnati da eritema ed ustioni. In una valutazione dei rischi a lungo termine è quindi necessario tenere conto di tutte le sorgenti di esposizione, sia quella naturale rappresentata dal sole, sia le sorgenti artificiali come quelle di varia tipologia utilizzate nei luoghi di lavoro.

I limiti di esposizione fissati dal D.Lgs. 81/2008 per la protezione dei lavoratori nei confronti della radiazione UV emessa da sorgenti artificiali sono stati determinati dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) sulla base degli effetti sulla salute, connessi ad esposizioni acute, per i quali è stato possibile determinare una soglia di induzione del danno. Il rispetto dei limiti di esposizione, tuttavia, non previene totalmente il rischio di effetti a lungo termine indotti dall'esposizione cronica, quali la fotocancerogenesi cutanea, il fotoinvecchiamento cutaneo e i danni oculari da esposizione cronica, per i quali non sono state determinate soglie di induzione.

Gli effetti a lungo termine delle esposizioni alla radiazione UV possono quindi, in linea di principio, verificarsi anche se sono rispettati gli attuali limiti di esposizione; d'altra parte, la limitazione delle esposizioni al di sotto delle soglie di induzione degli effetti acuti contribuisce a diminuire la dose che il lavoratore esposto accumula durante la sua vita lavorativa, e riduce la probabilità (per effetti stocastici quale la fotocancerogenesi cutanea) o la gravità (per effetti deterministici quale il fotoinvecchiamento cutaneo) degli effetti a lungo termine.

Altre misure che possono essere prese negli ambienti di lavoro per prevenire i danni a lungo termine della radiazione UV consistono nell'evitare le esposizioni indebite di lavoratori non direttamente coinvolti nella particolare attività lavorativa che utilizza sorgenti di radiazioni

UV artificiali, e nel ridurre le esposizioni al più basso livello possibile. Accanto a queste misure di prevenzione primaria, possono risultare utili interventi mirati di sorveglianza sanitaria.

Il D.Lgs. 81/2008 prevede l'applicazione dei limiti di esposizione, ed altre misure specifiche di protezione, relativi alla radiazione UV, unicamente nel caso delle sorgenti

artificiali, lasciando un vuoto nell'impianto normativo. Tuttavia, l'art. 28 dello stesso D.Lgs. prevede che il datore di lavoro deve "valutare tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori", per cui si ritiene che non possano essere trascurati i rischi a breve e a lungo termine connessi alle esposizioni alla radiazione solare dei lavoratori all'aperto.

A. Tomaselli

La valutazione dell'esposizione occupazionale alla radiazione LASER

Dipartimento di Elettronica, Università di Pavia

Parole chiave: radiazione laser, radiazione ottica coerente, radiazione laser.

Le caratteristiche della radiazione laser, radiazione ottica coerente, consentono un trasporto di energia, concentrata in aree molto piccole, anche a distanze considerevoli dalla sorgente, in grado di danneggiare il tessuto biologico. In particolare, gli organi più a rischio sono la cute e l'occhio, come accade per la radiazione ottica incoerente, con l'aggravante che anche una modesta quantità di energia può produrre danni locali immediati e irreversibili.

È noto che i dispositivi laser sono classificati in base alla loro pericolosità: le vigenti normative raggruppano i laser in 7 classi, dalla classe 1 alla classe 4, in ordine crescente di rischio. Solo le sorgenti o i sistemi laser classificati in classe 1 sono giustificabili. Per tutte le altre classi, 1M - 2 - 2M - 3R - 3B e 4, l'eventuale esposizione può essere pericolosa e pertanto va valutata. La classificazione di rischio è determinata in base al livello di radiazione accessibile nella modalità di funzionamento più pericolosa, pertanto la classificazione, obbligo del costruttore, non è sufficiente per valutare il rischio dell'effettiva esposizione. Occorrerà piuttosto identificare le zone in cui l'esposizione è pericolosa sia in base alle caratteristiche delle sorgenti sia in base alle modalità di utilizzo delle sorgenti stesse.

Si possono distinguere due macro aree di lavoro che implicano la valutazione all'esposizione laser: l'area dello sviluppo delle sorgenti laser in sé e l'area dell'impiego di laser o sistemi laser.

L'area di sviluppo implica che l'operatore, sicuramente esperto, si trova a fronteggiare la possibilità di esposizione a radiazione pericolosa non ragionevolmente prevedibile e di livello non noto. Il rischio è legato alla mansione e può essere abbattuto solo mettendo in atto procedure di lavoro collaudate.

L'utilizzatore, invece, può essere chiamato ad operare sulla macchina in tre regimi di funzionamento possibili: il funzionamento operativo, il funzionamento durante operazioni di manutenzione e da ultimo il funzionamento durante le cosiddette fasi di assistenza. Ad ogni livello, per la stessa macchina, si possono raggiungere livelli di esposizione differente che vanno valutati caso per caso.

La valutazione dell'esposizione implica in particolare che venga calcolata, stimata o misurata, per ogni possibile modalità di funzionamento, la Distanza Nominale di Rischio Oculare, che rappresenta la distanza dalla macchina

laser entro la quale l'esposizione è sicuramente pericolosa e che pertanto implica la scelta di opportuni mezzi di controllo dei rischi, tra cui in particolare i DPI.

L'esposizione alla radiazione laser, diretta o riflessa, avviene tuttavia in zone molto confinate che possono essere identificate sia applicando la teoria di propagazione

dei fasci coerenti, sia misurando opportunamente il livello di radiazione emesso. Le modalità di misura e calcolo di tali livelli di radiazione sono oggetto della Normativa Tecnica di settore, mentre i Valori Limite di Esposizione sono riportati nell'Allegato XXXVII - Parte II (radiazioni laser) del Dlgs. 81/2008.

R. Guariniello

Obblighi e responsabilità in tema di esposizione professionale alle Radiazioni Ottiche Artificiali

Pubblico Ministero presso la Procura della Repubblica di Torino

Parole chiave: D.Lgs 81/2008, radiazioni ottiche artificiali, agenti fisici.

Dal 26 aprile 2010 sono entrate in vigore le disposizioni di cui al Capo V del Titolo VIII del D.Lgs n. 81/2008, riguardanti la protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a radiazioni ottiche artificiali.

Peraltro, le radiazioni ottiche artificiali, al pari degli altri agenti fisici rumore, vibrazioni, campi elettromagnetici, sono oggetto delle disposizioni generali dettate dal Capo I del titolo VIII, entrato in vigore sin dal 15/8/2008.

Fondamentale, tra tali disposizioni generali, è l'art. 182, comma 1, D.Lgs n. 81/2008, in forza del quale *“Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo. La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici si basa sui principi generali di prevenzione contenuti nel presente decreto”*. Obbligo, questo, distinto e autonomo rispetto all'obbligo contemplato dall'art. 182, comma 2, D.Lgs n. 81/2008 di non esporre, in alcun caso, i lavoratori a valori superiori ai valori limite di esposizione definiti quanto alle radiazioni ottiche artificiali dall'art. 215 D.Lgs n. 81/2008.

