

Le malattie professionali da radiazioni ottiche artificiali (ROA)

G. TAINO, P. PARALUPPI*, M. GIORGI**, M.I. D'ORSO***, B. PICCOLI****

Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro - IRCCS Fondazione "S. Maugeri" - Pavia

* Unità Operativa Complessa PSAL - ASL di Pavia

** Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro - Università di Pavia

*** Dip. di Medicina Clinica e Prevenzione, Università di Milano Bicocca - Monza

**** Istituto di Medicina del Lavoro - Università Cattolica Sacro Cuore - Roma

KEY WORDS

Artificial optical radiations; non-ionizing electromagnetic radiations; occupational diseases

PAROLE CHIAVE

Radiazioni ottiche artificiali; radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti; malattie professionali

SUMMARY

«**Occupational diseases caused by artificial optical radiations (AOR)**». **Background:** *Italian national legislation guarantees safety and health for workers exposed to Artificial Optical Radiations (AOR) by Legislative Decree 81/2008. Objectives and methods:* *Effects and damages to health resulting from AOR exposure were analyzed from literature data. Results:* *Ultraviolet Radiations (UV), particularly those in the wavelength range between 220 and 310 nm, causes chronic conjunctivitis and kerato-conjunctivitis. Skin cancer caused by UV exposure included Basal Cell Carcinoma, Squamous Cell Carcinoma and Melanoma. As regards Infrared Radiations (portion of the spectrum between 780 nm and 1 mm), the biological effect is essentially of thermal nature. Exposure to Blue Light (portion of the spectrum of visible light radiation in a wavelength range between 380 and 550 nm) causes exclusively retinal damage and is considered to be responsible for the development of situations of Age-related Macular Degeneration (AMD). Even if experimental data are available, at the present time there is still no epidemiological evidence of retinal damage caused by blue light. Conclusions:* *The forensic criteria for investigating the causality link between occupational exposure to AOR and damage, and the methodology necessary for the assessment process, are reported. Two lists of occupational diseases which were included in the Italian Ministerial Decrees, issued respectively on April 2008 and 11 December 2009, are also considered. Lastly, on the basis of the current existing guidelines and scientific evidence, the authors propose occupational health surveillance protocols for workers exposed to AOR risk.*

RIASSUNTO

Introduzione: *Con l'entrata in vigore delle disposizioni di cui al Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 viene ad essere garantita dal legislatore la piena tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti a radiazioni ottiche artificiali (ROA). Obiettivi e metodi:* *Gli autori prendono in esame, sulla base dei dati della letteratura sull'argomento, gli effetti sulla salute conseguenti all'esposizione occupazionale a ROA. Risultati:* *Le patologie croni-*

Pervenuto il 27.3.2012 - Accettato il 13.6.2012

Corrispondenza: Giuseppe Taino, U.O.O.M.L., IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, 27100 - Pavia - Tel. 0382/593701

- Fax 0382/593702 - E-mail: giuseppe.taino@fsm.it

che correlate con esposizione a ROA nel range dello spettro fra 220 e 310 nm (UV) sono rappresentate da congiuntiviti e cheratocongiuntiviti croniche. Le patologie oncologiche della cute correlabili con l'esposizione a RUV sono rappresentate dai carcinomi cutanei basocellulari e spinocellulari e dai melanomi cutanei. L'effetto biologico delle radiazioni ottiche infrarosse (lunghezza d'onda compresa fra 780 nm e 1 mm) è essenzialmente di natura termica. L'esposizione a luce blu (lunghezza d'onda compresa fra 380 e 550 nm) causa danni esclusivamente retinici ed è considerata responsabile dello sviluppo di quadri di Degenerazione Maculare Senile (AMD). Pur in presenza di dati sperimentali di laboratorio, non esistono tuttavia al momento dati epidemiologici che documentino i danni retinici da luce blu. **Conclusioni:** Nello studio vengono illustrati i criteri medico-legali per lo studio del nesso di causalità fra esposizione professionale a ROA e danno, nonché la metodologia e i momenti procedurali necessari per l'iter valutativo. Vengono quindi presi in esame gli elenchi delle malattie professionali attribuite all'esposizione a ROA presenti nel DM 9 aprile 2008 e nel DM 13 dicembre 2009. Infine gli autori propongono, sulla base di Linee Guida e dati della letteratura scientifica sull'argomento, protocolli di sorveglianza sanitaria per la tutela della salute dei lavoratori esposti al rischio specifico.

INTRODUZIONE

L'esposizione a radiazioni di ogni regione dello spettro elettromagnetico può essere responsabile di effetti biologici che possono tramutarsi in danno quando vengano superati i limiti di efficacia dei meccanismi di adattamento dell'organismo. In considerazione delle differenti modalità di interazione con la materia e conseguentemente dei diversi effetti biologici inducibili negli organismi viventi, lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche può essere suddiviso nella regione delle radiazioni ionizzanti e in quella delle radiazioni non ionizzanti. La zona di transizione si trova in corrispondenza della lunghezza d'onda di 100 nm. La porzione dello spettro elettromagnetico relativa alle Radiazioni ottiche può essere suddivisa in funzione della lunghezza d'onda o della frequenza, secondo il seguente schema:

- radiazioni ultraviolette (UV), lunghezza d'onda compresa fra 100 e 380 nm, a loro volta suddivise in: UV- C (100 - 280 nm), UV- B (280 - 315 nm) ed UV- A (315 - 380 nm);
- radiazioni del visibile (luce), lunghezza d'onda compresa fra 380 e 780 nm; in questo spettro è compresa la luce blu (380-550 nm);
- radiazioni infrarosse (IR), lunghezza d'onda compresa fra 780 nm e 1 mm, a loro volta suddivise in: IR-A (780 - 1400 nm), IR-B (1400 - 3000 nm) ed IR-C (3000 nm - 1mm).

I LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) sono sorgenti di radiazione ottica con caratteristiche peculiari: a differenza delle normali sorgenti luminose, le emissioni laser sono di tipo monocromatico (una o pochissime lunghezze d'onda) e coerente (elevata collimazione del fascio radiante).

Pur differenti per le tecnologie adottate, tutti i laser sono basati sul principio fisico dell'amplificazione coerente dell'intensità luminosa tramite emissione stimolata di radiazione e sono tipicamente costituiti da un materiale attivo, le cui proprietà fisiche determinano la lunghezza d'onda della radiazione laser, racchiuso in un contenitore cilindrico le cui basi sono due specchi piani.

Esiste attualmente una grande varietà di sorgenti laser (a stato solido, a gas, a coloranti organici, ad eccimeri) che coprono un intervallo di lunghezze d'onda che comprende la radiazione visibile, l'infrarosso e l'ultravioletto. Accanto a laser che emettono in continuo, vi sono laser che emettono radiazione sotto forma di impulsi brevi e ripetuti.

Le radiazioni ottiche artificiali (ROA) trovano oggi numerose applicazioni sia nell'ambiente di vita che nell'ambiente di lavoro. Vengono prodotte per essere utilizzate in numerosi processi industriali e possono rappresentare un agente di rischio per la salute dei lavoratori esposti.

L'esposizione a radiazioni infrarosse in ambito lavorativo è principalmente legata alla manipola-

zione di oggetti caldi o alla necessità di sostare presso forni ad altissima temperatura (lavorazione del vetro, fonderie, preparazione di cibi, ecc).

Per quanto riguarda l'esposizione a radiazioni ottiche della banda del visibile, nell'ultimo secolo si è passati da una prevalente esposizione diretta alla luce naturale della società pre-industriale al lavoro in ambienti chiusi con il processo di elettrificazione e con l'enorme diffusione delle lampade a fluorescenza. L'illuminazione dell'ambiente di lavoro è oggi caratterizzata da una qualità illuminotecnica nettamente migliore, rispetto al passato: adeguata quantità di luce, controllo dell'abbagliamento e del contrasto, direzione della luce, sua resa di colore per una migliore visibilità degli oggetti e delle immagini. La sorgente che in misura maggiore contribuisce a determinare il livello di esposizione a radiazioni ultraviolette è rappresentata dal sole. Le sorgenti artificiali sono usate in campo medico (fototerapia con UVB a banda larga, fotochemioterapia con psoraleni, terapia PUVA) nei trattamenti estetici, nella sterilizzazione di liquidi e superfici e in diverse applicazioni industriali e artigiane (lavorazione dei metalli, saldatura a gas e ad arco elettrico, forgiatura, ecc.).

Le principali applicazioni della radiazione laser in ambito occupazionale riguardano oggi le seguenti attività: trattamenti termici, incisione di materiale ceramico, marchiatura ad alta velocità, allineamenti, misure di distanza, fabbricazione di circuiti integrati, asportazione ad alta precisione di rivestimenti, attività diagnostiche e terapeutiche in ambito sanitario, ecc.

RIFERIMENTI LEGISLATIVI, VALUTAZIONE DEL RISCHIO E RUOLO DEL MEDICO COMPETENTE

La Direttiva 2006/25/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006 contiene le prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) (diciannovesima Direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, paragrafo 1, della Direttiva 89/391/CEE). Tale direttiva, pubblicata nella G.U.U.E. 27 aprile 2006, n. L 114, entrata in vigore il 27 aprile 2006 stabi-

isce le prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi per la loro salute e la loro sicurezza derivanti dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali. Con l'entrata in vigore delle disposizioni di cui al Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 è venuta ad essere garantita dal legislatore italiano la piena tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti a radiazioni ottiche artificiali (ROA). Dal 26 aprile 2010 infatti la sorveglianza sanitaria degli esposti a ROA deve essere effettuata secondo le disposizioni di cui agli artt. 41, 185 e 218 del D.Lgs. 81/08 per tutti i lavoratori di cui al campo di applicazione oggettivo e soggettivo del medesimo decreto legislativo. Come per il rischio da esposizione ad agenti cancerogeni e biologici, il legislatore rimanda genericamente l'obbligatorietà della sorveglianza sanitaria degli esposti a radiazioni ottiche artificiali ai risultati della valutazione dei rischi.

Tale scelta per molti esperti del settore rappresenterebbe la migliore soluzione possibile, tant'è che addirittura nell'atto del governo sottoposto a parere parlamentare n. 79 del Senato XVI legislatura (cosiddetto schema di decreto di modifica del D.Lgs. 81/08) veniva proposta l'aggiunta all'art. 41 comma 1 di una lettera b-bis che recitava "*in ogni caso ne venga individuata la necessità all'esito della valutazione dei rischi*"; tale modifica legislativa non risulta però essere stata recepita nel D.Lgs. 106/09.

A parere invece di chi scrive, in considerazione di quanto dettato dalle disposizioni di cui all'art. 5 della L. 300/70 (Statuto dei lavoratori), l'obbligatorietà della sorveglianza sanitaria dovrebbe, qualora possibile, essere sempre vincolata a livelli ben specificati di esposizione ai vari fattori di rischio ed instaurata alle medesime condizioni e senza opinabili o discutibili interpretazioni al merito. Proprio per il motivo di cui sopra, i componenti del gruppo di lavoro agenti fisici del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di Lavoro hanno cercato di suggerire nelle "Indicazioni operative sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione a radiazioni ottiche artificiali nei luoghi di lavoro"⁽³⁾ dei ragionevoli livelli di esposizione da cui far partire la sorveglianza sanitaria. Ecco che allora al merito in tale documento viene detto che in ogni caso deve essere previsto un

tempestivo controllo del Medico Competente ove si fosse riscontrata una effettiva esposizione superiore ai valori limite; in considerazione inoltre del fatto che la sorveglianza sanitaria di cui all'art. 218 del D.Lgs. 81/08 è effettuata con lo scopo di prevenire tutti gli effetti dannosi derivanti dall'esposizione, appare logico attivare gli accertamenti sanitari preventivi e periodici certamente per quei lavoratori che, sulla base dei risultati della valutazione del rischio, debbano indossare dispositivi di protezione individuali (DPI) per gli occhi o indumenti o guanti di protezione per la pelle in quanto altrimenti potrebbero risultare esposti a livelli superiori ai valori limite di legge, nonostante siano state adottate tutte le necessarie misure tecniche di prevenzione, mezzi di protezione collettiva nonché misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro.

In questo contesto appare tuttavia necessaria una precisazione che riteniamo possa avere importanti ripercussioni in termini pratico-applicativi rispetto a quanto le disposizioni di legge impongono ai Datori di lavoro. Il legislatore, sia Comunitario che nazionale, ha deciso di includere in un unico provvedimento di legge tre diverse situazioni di rischio: rischio da UV, rischio da "componente blu" della radiazione visibile, rischio da IR. Mentre una trattazione univoca del tema può apparire giustificata da un punto di vista legislativo, essa produce non poca confusione per quanto attiene ai criteri ed alle modalità di implementazione degli interventi di sorveglianza sanitaria. Infatti, assai diversi sono, per gravità e sede della lesione, i danni che possono insorgere nei lavoratori esposti: gli UV interessano cute e componente corneo-congiuntivale oculare, il "blu" elettivamente solo i recettori retinici (coni e bastoncelli), gli IR cute ed essenzialmente il cristallino. Va inoltre rilevato che per UV e IR le procedure di valutazione del rischio, nonché i valori limite di riferimento, sono da lungo tempo chiaramente esplicitati, oltre che ampiamente condivisi sia in letteratura che nelle norme di "buona tecnica" edite a livello internazionale. In tema di "rischio da luce blu", invece, permangono, allo stato, numerose incertezze, soprattutto circa le modalità di quantificazione delle dosi realmente assorbite dal soggetto, dato assolutamente imprescindibile per

una affidabile valutazione delle condizioni di esposizione cui è sottoposto il lavoratore. Ne deriva che, mentre per UV e IR è già da ora possibile attivare interventi di sorveglianza sanitaria adeguati al rischio, relativamente al rischio da "luce blu" tali provvedimenti non possono essere del tutto specificatamente finalizzati alla prevenzione dei danni a lungo termine.

Per quanto riguarda i soggetti particolarmente sensibili, che potrebbero essere esposti ad un rischio significativo anche a valori inferiori ai limiti di legge, saranno individuate dal Medico Competente la periodicità (annuale o inferiore) dei controlli sanitari e le misure protettive specifiche da mettere in atto in relazione alla tipologia ed entità dell'esposizione ed alle condizioni di suscettibilità individuale emerse dal controllo sanitario. Con riferimento all'esposizione a luce blu, si ritiene tuttavia necessario sottolineare il fatto che non esistono ad oggi specifiche Linee Guida che definiscano contenuti e modalità della sorveglianza sanitaria. Sebbene siano emersi pareri contrastanti in merito al motivo per il quale il Medico Competente che non collabora alla valutazione del rischio risulta attualmente passibile di sanzione penale, vi è da dire che mai come nel caso delle radiazioni ottiche artificiali il supporto specialistico del Medico Competente sia da ritenersi fondamentale e pertanto irrinunciabile. Plurime infatti sono le disposizioni di cui al Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 dalle quali si evince chiaramente che le informazioni raccolte durante gli specifici accertamenti sanitari e quelle desunte dalla più aggiornata e validata letteratura medico scientifica risultano di fondamentale importanza al fine di tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a radiazioni ottiche artificiali.

Fondamentale deve ritenersi l'apporto del Medico Competente riguardo alla valutazione di qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio. A tal fine, basti ricordare infatti l'elenco, da ritenersi non esaustivo, di soggetti particolarmente sensibili che il Coordinamento Tecnico Interregionale ha fornito nelle proprie linee interpretative sulle disposizioni di cui al Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08. Ed ancora, in riferimento

alla specifica disposizione di cui all'art. 216 comma 2 lettera d) del D.Lgs. 81/08, vi è da sottolineare che il datore di lavoro non potrà fare a meno del supporto del Medico Competente nel valutare le interazioni tra radiazioni ottiche artificiali e sostanze chimiche foto-sensibilizzanti, tenuto conto per di più del fatto che le normative in merito alle sostanze ed ai preparati pericolosi (decreti legislativi n. 52/97 e n. 65/03) poco o nulla di specifico impongono al merito ai produttori.

Funzione di non minore importanza viene inoltre ad assumere il Medico Competente nei casi in cui vi sia l'obbligo di aggiornamento/revisione della valutazione del rischio da esposizione a ROA. Particolare riguardo al merito infatti si dovrà prestare alla disposizione di cui al comma 2 dell'art. 181 del D.Lgs. 81/08 *“La valutazione dei rischi è aggiornata..., ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione”* in combinato disposto con quanto dettato al comma 2 dell'art. 185 del medesimo decreto legislativo *“Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli in un lavoratore un'alterazione apprezzabile dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi il medico competente ne informa ... il datore di lavoro, che provvede a ... sottoporre a revisione la valutazione dei rischi;”*.

Non di meno, ed in parziale collegamento con quanto sopra riportato, si dovrà tenere conto di quanto indicato al comma 3 dell'art. 218 del D.Lgs. 81/08 *“Laddove i valori limite sono superati, oppure sono identificati effetti nocivi sulla salute ... il datore di lavoro è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto professionale.”*. Vi è da dire che spesso in alcuni ambienti di lavoro, pur avendo il soggetto obbligato fatto ricorso alle necessarie misure tecniche di prevenzione collettiva o comunque a idonei procedimenti di riorganizzazione del lavoro, il superamento dei valori limite da esposizione a ROA può essere evitato soltanto con il ricorso ad idonei DPI o a indumenti protettivi; tutto ciò rafforza maggiormente l'importanza del disposto di cui all'art. 18 comma 1 lettera d) del D.Lgs. 81/08 *“fornire ai lavoratori i necessari e idonei dispositivi di protezione individuale, sentito il responsabile del servizio prevenzione e protezione e il medico competente ...;”*. In ambito di collaborazione alla valutazione del rischio,

infatti, il Medico Competente deve pretendere di essere sentito in relazione alla scelta dei dispositivi di protezione individuale. Quanto sopra risulta ancor più necessario nel caso in cui sia proprio, come spesso accade, il sanitario stesso che, nell'ambito dei suoi obblighi, dia particolari indicazioni, attraverso il giudizio alla mansione specifica, per il singolo lavoratore (magari poiché particolarmente sensibile) in relazione proprio alla necessità di appositi DPI o indumenti di protezione.

A prescindere infine dagli obblighi specificamente sanzionati di cui all'art. 25 comma 1 lettera g) del D.Lgs. 81/08 *“fornisce informazioni ai lavoratori sul significato della sorveglianza sanitaria cui sono sottoposti ...”* e lettera h) *“informa ogni lavoratore interessato dei risultati della sorveglianza sanitaria ...”*, assai importante risulta la collaborazione che il Medico Competente, ai sensi del comma 1 lettera a) del medesimo articolo, dovrebbe apportare alla informazione e formazione di cui all'art. 184. Viene infatti da chiedersi come il datore di lavoro, o chi per esso, possa informare e formare correttamente i lavoratori esposti a ROA senza un adeguato supporto medico specialistico riguardo a contenuti quali ad esempio *“alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute”*, *“alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa”* o *“all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuali e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all'uso”*.

SORVEGLIANZA SANITARIA E RAPPORTO TRA ESPOSIZIONE AL RISCHIO E DANNO

Nell'attività di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti al rischio da radiazioni ottiche artificiali e per tutti gli aspetti di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori che coinvolgono il Medico Competente rimangono attuali e aperte alcune criticità legate a due momenti fondamentali della sua attività:

1. la corretta valutazione, nel corso delle diverse visite mediche previste dalla sorveglianza sanitaria, delle condizioni fisiologiche e fisiopatologiche che possono limitare o controindicare il giudizio di

idoneità a specifici compiti lavorativi che espongono al rischio;

2. la corretta valutazione di eventuali patologie o alterazioni dello stato di salute, evidenziate nel corso della sorveglianza sanitaria, che possono ragionevolmente (sulla base di evidenze scientifiche), essere correlate con l'esposizione a ROA e quindi possibile oggetto di segnalazione come malattie di sospetta eziologia professionale.

Il presupposto che sottende entrambe le criticità è rappresentato, anche per il Medico Competente, dalla conoscenza oggettiva della presenza nell'ambiente di lavoro e nelle specifiche mansioni prese in esame del rischio da esposizione a ROA, ossia dalla conoscenza delle caratteristiche fisiche delle radiazioni ottiche fonte di rischio (raggi ultravioletti piuttosto che raggi infrarossi o "luce blu"), dalla conoscenza dei livelli di esposizione stimati e, ove necessario in relazione alla tipologia dell'attività di lavoro e delle attrezzature impiegate, dei livelli di esposizione misurati secondo le metodiche e modalità chiaramente definite nel D.Lgs. 81/08. La fonte di acquisizione di tutti questi elementi da parte del Medico Competente deve essere necessariamente il documento di valutazione dei rischi (previsto dall'art. 17 del D.Lgs. 81/08). Ad integrazione della valutazione del rischio, nella quale è previsto il ruolo partecipativo del Medico Competente, rimane ovviamente indispensabile una accurata conoscenza degli ambienti di lavoro attraverso la visita periodica degli stessi luoghi di lavoro e l'osservazione diretta delle postazioni di lavoro oggetto della valutazione ed identificate come situazioni di rischio per l'esposizione a ROA. Come noto, gli organi critici di potenziale bersaglio dell'esposizione a ROA sono rappresentati dall'occhio e dalla cute.

Al fine di una adeguata valutazione di patologie o alterazioni dello stato di salute evidenziate nel corso della sorveglianza sanitaria, che possano essere ragionevolmente correlate con l'esposizione e quindi possibile oggetto di segnalazione come malattie di sospetta eziologia professionale, la conoscenza della diversa capacità e dei livelli anatomici di interazione sull'occhio e sulla cute delle ROA, insieme all'analisi dei dati della letteratura scientifica, consente di avere a disposizione informazioni utili e fondamentali per il Medico Competente.

LE MALATTIE PROFESSIONALI DA RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA

L'evoluzione delle conoscenze scientifiche sulle malattie strettamente connesse con il lavoro ha fatto sì che nel corso dei decenni si potesse ampliare il numero di attività a rischio tutelate e di conseguenza anche degli eventi patogeni a queste correlate. I principali riferimenti normativi ai quali oggi possiamo fare riferimento sono rappresentati dal T.U. 1124, dal D.M. 9 aprile 2008 (9) e dal D.M 11 dicembre 2009 (10) (tabella 1).

Le tabelle presenti nel DM 9 aprile 2008 elencano tutte le patologie per le quali è previsto l'obbligo di "segnalazione" con finalità assicurative. L'assetto delle nuove tabelle prevede una struttura su 3 colonne con indicati la malattia, le lavorazioni correlate, il periodo massimo di indennizzabilità e l'inserimento di una nuova codifica identificativa (ICD-10). Le principali novità introdotte dal Decreto riguardano la modifica delle voci elencate attraverso una distinzione fra le malattie nosologicamente definite e la voce "altre malattie causate dalla esposizione a..." esplicitamente indicata per l'esposizione a molti agenti professionali di rischio. Sono inoltre presenti un incremento del numero delle patologie elencate (da 58 a 85 per le voci dell'industria), un maggior dettaglio per le malattie conseguenti all'esposizione ad agenti chimici, un maggior dettaglio per le pneumoconiosi, la presenza nosologica di malattie muscolo-scheletriche da sovraccarico biomeccanico (arto superiore, ginocchio e colonna vertebrale) e la revisione radicale del capitolo relativo alle ipoacusie da trauma sonoro cronico.

Successivamente alla pubblicazione del DM 9 aprile 2008, all'interno del decreto del Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali del giorno 11 dicembre 2009, è stata pubblicata l'ultima integrazione all'elenco delle malattie professionali che aggiorna l'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la segnalazione (ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del testo unico approvato, con decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124 e successive modifiche e integrazioni). Il suddetto decreto classifica le malattie professionali in tre liste, in base alla probabilità che

Tabella 1 - D.M. 9 Aprile 2008 - Nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura. (Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 169 del 21-7-2008)

Table 1 - Ministerial Decree 9 April 2008 - New tables of occupational diseases in industry and agriculture (Official Gazette - General Series - n. 169, 07.21.2008)

Nuova tabella delle malattie professionali nell'industria (correlate all'esposizione a ROA) di cui all'art. 3 del D.P.R. 1124/1965 e successive modificazioni ed integrazioni (All. N. 4 al D.P.R. 1124/1965)		
Malattie (ICD-10)	Lavorazioni	Periodo massimo di indennizzabilità dalla cessazione della lavorazione
Malattie causate da radiazione laser		
Lesioni retiniche (H35.9)		2 anni
Lesioni della cornea (H18.9)		2 anni
Opacità del cristallino (H26.9)	Lavorazioni che comportano l'esposizione a radiazione laser.	2 anni
Opacità del corpo vitreo (H43.3)		2 anni
Altre malattie causate dalla esposizione professionale a radiazioni laser (ICD-10 da specificare)		2 anni
Malattie causate dalle radiazioni infrarosse		
Opacità del cristallino (H26.9)	Lavorazioni di fusione del vetro e dei metalli.	2 anni
Eritema permanente (L59.0)	Lavorazioni su masse incandescenti.	2 anni
Malattie causate dalle radiazioni u.v. comprese le radiazioni solari		
Cheratosi attiniche (L57.0)		2 anni
Epiteliomi cutanei delle sedi fotoesposte (C44)	Lavorazioni che espongono alle radiazioni UV.	Illimitato
Altre malattie causate dalla esposizione professionale alle radiazioni U.V. comprese le radiazioni solari (ICD-10 da specificare)	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.	2 anni Illimitato in caso di malattie neoplastiche

l'agente causale possa essere responsabile del relativo effetto patogeno.

La lista I comprende le malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità, la lista II menziona le malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità, la lista III si riferisce alle malattie la cui origine lavorativa è possibile. Anche le radiazioni ottiche artificiali e i LASER sono riportati nelle liste delle noxae patogene responsabili di patologie occupazionali.

Nella lista I, gruppo 2, si elencano le malattie occupazionali da agenti fisici, con esclusione dei tumori (raggruppati nel gruppo 6). Le radiazioni

ultraviolette sono correlate all'insorgenza di cheratosi attiniche, le radiazioni LASER sono correlate all'insorgenza di lesioni retiniche, della cornea, di opacità del cristallino e del corpo vitreo e quelle infrarosse riconosciute responsabili dell'insorgenza di opacità del cristallino e di eritema permanente.

Nella lista I, gruppo 5, sono elencate le malattie della pelle (esclusi i tumori). Le radiazioni solari e quelle ultraviolette sono ritenute responsabili dell'insorgenza di cheratosi attiniche, mentre quelle infrarosse di eritema permanente.

Nella lista I, gruppo 6, sono elencati i tumori professionali. Le radiazioni solari sono chiamate in

Tabella 2 - D.M. 11 Dicembre 2009 - Aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia (Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 65, del 19 marzo 2010) e allegato pubblicato successivamente (supplemento ordinario n. 66 alla Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 76, del 1.4.2010) (11)

Table 2 - Ministerial Decree 11 December 2009 - Updated list of diseases for which reporting is mandatory (Official Gazette - General Series - n. 65, 19 March 2010) and annex published subsequently (ordinary supplement n. 66 to the Official Gazette - general Series - n. 76, 04.01.2010) (11)

Agenti	Malattie	Codice identificativo	
Lista I - Malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità			
Gruppo 2 - Malattie da agenti fisici - Esclusi i tumori in quanto riportati nel gruppo 6			
Radiazioni UV	Cheratosi attiniche	I.2.08.	L57.0
Laser	Lesioni retiniche	I.2.09.	H35.9
	Lesioni della cornea	I.2.09.	H18.9
	Opacità del cristallino	I.2.09.	H26.9
	Opacità del corpo vitreo	I.2.09.	H43.3
Radiazioni infrarosse	Opacità del cristallino	I.2.10.	H26.9
	Eritema permanente	I.2.10.	L59.0
Gruppo 5 - Malattie della pelle - esclusi i tumori in quanto riportati nel gruppo 6			
Radiazioni UV	Cheratosi attiniche	I.5.07.	L57.0
Radiazioni infrarosse	Eritema permanente	I.5.09.	L59.0

causa nel determinismo dell'insorgenza di epitelio-mi cutanei nelle sedi fotoesposte.

Nella lista II, gruppo 6, le radiazioni solari sono considerate favorevoli all'insorgenza di melanoma cutaneo.

Nella lista III (malattie la cui origine lavorativa è possibile) non sono menzionate né le radiazioni ottiche artificiali, né la luce LASER (tabella 2).

Si ritiene importante sottolineare che le malattie elencate sono per lo più patologie aspecifiche e non sempre distinguibili da quelle che insorgono nella popolazione generale in relazione a fattori genetici e ambientali. Risulta quindi anche in questo caso fondamentale, nell'ottica di valutare una possibile compartecipazione dell'esposizione occupazionale a ROA nel determinismo della malattia, una documentata e accurata conoscenza della durata ed entità dell'esposizione professionale al rischio. Con riferimento all'esposizione a luce blu, è tuttavia necessario sottolineare il fatto che, a differenza di quanto accade per l'esposizione a radiazioni UV e IR, non esistono ad oggi criteri, metodi, strumenti ed indicatori a disposizione della comunità scienti-

fica internazionale per una corretta ed oggettiva valutazione del rischio espositivo.

MALATTIE PROFESSIONALI DA ROA LA CUI EZIOLOGIA RISULTA INQUADRABILE SIA NEL DM 9 APRILE 2008 SIA NEL DM 11 DICEMBRE 2009

L'azione delle ROA sugli organi bersaglio (occhio e cute) è diversa in relazione alla lunghezza d'onda della radiazione stessa.

La porzione dello spettro con lunghezza d'onda compresa fra i 100 ed i 380 nm può provocare l'insorgenza nelle zone cutanee fotoesposte di lesioni pre-cancerose, che presentano una particolare tendenza verso l'evoluzione neoplastica. La più frequente lesione precancerosa è la **cheratosi attinica**, considerata da alcuni autori un vero e proprio carcinoma in situ, alla luce delle anomalie cellulari istologiche osservabili. Le cheratosi attiniche non soltanto sono precursori di carcinomi epidermoidi, ma anche marcatori del rischio di insorgenza delle suddette neoplasie. La responsabilità dei raggi UV

nell'induzione e nella progressione delle cheratosi attiniche è stata estesamente studiata sui modelli sperimentali e sul piano epidemiologico: gli UV sono attivi in tutte le tappe del processo di cancerizzazione (iniziazione, promozione, progressione) (2). La trasformazione di una cheratosi in carcinoma dipende da altri fattori, come le alterazioni della risposta immunitaria osservabili con l'età, in corso di malattie del sistema immunitario o di trattamenti immunosoppressivi.

La cancerogenesi fotoindotta dalla RUV a livello delle cellule cutanee è un processo multifattoriale di lungo periodo che coinvolge l'organismo attraverso meccanismi non del tutto chiari (12, 20). Viene segnalato un ruolo centrale delle specie reattive dell'ossigeno in tutte le fasi del processo di induzione oncologica: alterazioni fotoindotte a carico del DNA con mutazioni dei geni oncosoppressori, in particolare del gene p-53; attivazione della ornitina-decarbossilasi (ODC) che svolge una azione promotrice e inducente la progressione tumorale; perossidazione dei lipidi con generazione di aldeidi mutagene che alterano i recettori di membrana e favoriscono la liberazione di mediatori solubili in grado di modificare la biologia cellulare; foto-immunosoppressione che comporterebbe una ridotta capacità di eliminazione delle cellule tumorali iniziate. Le patologie oncologiche della cute correlabili con l'esposizione a raggi UV sono classicamente rappresentate dai **carcinomi cutanei basocellulari e spinocellulari** (espressemente indicati nel D.M. 9 aprile 2008) e dai **melanomi cutanei** (presenti solo nel D.M. 11 dicembre 2009, ma correlati con l'esposizione a radiazioni solari). I carcinomi della pelle basocellulari e spinocellulari sono molto frequenti nell'uomo e si manifestano soprattutto in età avanzata e nelle aree maggiormente esposte ai raggi solari (volto, cuoio capelluto, dorso delle mani). Tra i fattori occupazionali di rischio per l'insorgenza delle neoplasie cutanee ricopre un ruolo importante la dose radiante di UV accumulata dall'individuo (rischio dose-dipendente per carcinoma cutaneo), che correla con la probabilità che l'evento neoplastico si verifichi, senza influenzarne la sua gravità. Tra i fattori non occupazionali e non modificabili vengono anche considerati la razza bianca, la pelle e gli occhi chiari (in particolare sog-

getti biondi e rossi di capelli con lentiggini e numerosi nevi. La prevalenza di neoplasie cutanee (ad esclusione del melanoma) aumenta in modo proporzionale con l'età, è costantemente più alta negli uomini rispetto alle donne, forse anche per maggiore esposizioni degli uomini per motivi lavorativi ed è maggiore nei gruppi professionali ad elevata esposizione permanente, soprattutto in coloro che svolgono attività lavorative all'aperto come marinai, pescatori, agricoltori, giardinieri, operai edili, asfaltatori, lavoratori dei cantieri navali, vigili urbani, ecc.). Il ruolo dei fotoni nella genesi dei carcinomi cutanei è chiaramente dimostrato da argomentazioni di carattere clinico ed epidemiologico: localizzazione delle lesioni nelle zone più esposte alla luce, maggior frequenza nei soggetti che vivono all'aria aperta, raddoppio della prevalenza per ogni spostamento di 3°45' in latitudine verso l'equatore (aumenta l'intensità e la durata dell'irraggiamento solare, e contemporaneamente aumenta la percentuale di UVR contenuto nello spettro), frequenza 10 volte maggiore, a parità di fototipo, nei soggetti dell'Europa meridionale rispetto alla Gran Bretagna. Per l'epitelioma basocellulare si avrebbe un incremento del rischio solo a seguito di esposizioni cumulative basse o intermedie al contrario dello squamocellulare la cui prevalenza cresce esponenzialmente a dosi molto elevate cumulabili per la durata dell'intera vita lavorativa. Nel caso del melanoma il nesso causale con l'esposizione radiante accumulata dall'individuo risulta meno evidente rispetto ai carcinomi cutanei per il fatto che il rischio di insorgenza della neoplasia non è dose-dipendente, ma risultano importanti i fattori genetici ed appaiono rilevanti gli effetti nocivi delle esposizioni intense alla RUV in età <15 anni, soprattutto se hanno prodotto eritema, scottature e vesciche. Riguardo agli spettri di emissione coinvolti nella cancerogenesi, gli UVB hanno uno spettro di azione sovrapponibile per eritema e cancerogenesi, gli UVA sono poco eritematogeni, ma il loro "rendimento tumorale" è 10 volte maggiore del "rendimento eritematogeno". Il rapporto efficacia-dose UVA-UVB per l'insorgenza dell'eritema è di 1000:1, quello per l'insorgenza del tumore è pari a 100:1, pertanto il ruolo degli UVA nella fotocancerogenesi deve essere seriamente preso in considera-

zione, specialmente per quanto riguarda la fotoprotezione artificiale.

Non esiste una precisa relazione dose-risposta tra esposizione a radiazioni UV e patologie fotoindotte, in particolare patologie neoplastiche, per cui non è possibile fissare un valore soglia al di sotto del quale non vi sia la comparsa di tali patologie. La comparsa delle patologie fotoindotte è influenzata anche da fattori costituzionali del soggetto (fototipo, familiarità), ma vi possono essere altri fattori professionali che possono causare patologie cutanee simili alle fotoindotte (ad esempio l'epitelioma spinocellulare correlato all'esposizione a idrocarburi policiclici aromatici). Quindi, gli effetti a lungo termine delle radiazioni ottiche artificiali, in particolare della radiazione UVA e UVB, sulla cute rimangono oggi degni di grande attenzione in considerazione del dimostrato effetto cancerogeno che, pur riconducibile anche all'esposizione ambientale alla luce solare, può trovare rilevanza in ambito occupazionale almeno come possibile fattore concausale. A conferma di quanto illustrato, si sottolinea il fatto che la radiazione UV (comprendente UVA, UVB, and UVC) è stata riconosciuta ufficialmente dalla IARC come agente cancerogeno per l'uomo (gruppo 1). L'illuminazione a fluorescenza non è invece classificata come cancerogena per l'uomo.

L'effetto biologico delle radiazioni ottiche infrarosse (porzione dello spettro con lunghezza d'onda compresa fra 780 nm e 1 mm) è essenzialmente di natura termica poiché l'energia associata a queste lunghezze d'onda non è sufficiente a provocare la formazione di radicali o la rottura di legami covalenti. Non è possibile tuttavia escludere effetti non termici, a livello molecolare, relativi a interazioni più deboli, ma in grado di perturbare delicati equilibri biologici. L'occhio è esposto a danni acuti e cronici provocati dal sovrariscaldamento poiché le caratteristiche di trasmissione e assorbimento dei suoi vari costituenti favoriscono l'assorbimento delle radiazioni IR anche a livello delle strutture più profonde in quanto l'organo non è in grado di dissipare facilmente l'eccesso di energia termica (come invece può accadere per la cute attraverso la circolazione corporea). I più rilevanti e noti danni cronici legati all'esposizione a raggi infrarossi, noti sin

dal 1739, sono quelli sul cristallino. Alla fine dell'Ottocento fu descritta la **cataratta** dei soffiatori di vetro (corticale posteriore). All'inizio del Novecento fu stabilita la natura occupazionale della cataratta dei soffiatori di vetro. Dunn nel 1950 suggerì che la definizione di "cataratta dei soffiatori di vetro" doveva essere limitata a lavoratori di età inferiore a 50 anni, esposti a radiazioni infrarosse e affetti da cataratta corticale posteriore. Il cristallino è una struttura priva di vascolarizzazione e la sua posizione nell'occhio comporta una scarsa capacità di dissipare l'eccesso di calore assorbito. Si ricorda inoltre che la cornea e l'umor acqueo assorbono tutta la radiazione incidente e che il calore generato in queste strutture può raggiungere per conduzione il cristallino elevandone ulteriormente la temperatura. Il cristallino è caratterizzato da un ricambio cellulare estremamente lento e tende ad assorbire fortemente la porzione dello spettro con lunghezza d'onda compresa fra 400 nm e 2500 nm. Esempi professionali di cataratta da IR si hanno nei soffiatori di vetro e nei colatori dell'acciaio fuso. La maggior parte degli studi hanno evidenziato e confermato che la cataratta da esposizione a raggi infrarossi, nota da più di un secolo, è tipicamente una cataratta **corticale o subcapsulare posteriore** (14, 17, 23), ma è stata anche sostenuta ed evidenziata da alcuni autori l'insorgenza di cataratta **subcapsulare anteriore** (16).

L'esposizione cronica o ripetuta a radiazioni infrarosse di notevole intensità, in particolare localizzate su aree circoscritte del corpo, può provocare inizialmente eritemi che possono arrivare fino a ustioni nelle parti esposte, o favorire lo sviluppo di teleangectasie in caso di esposizione cronica. Un tipico esempio è l'**eritema permanente o "eritema ab igne"**, caratterizzato da eritema, pigmentazione cutanea reticolare, teleangectasie, atrofia epidermica, vasodilatazione, accumuli di melanina ed emosiderina nel derma. L'evoluzione nel tempo di queste lesioni a seguito di esposizioni ripetute presenta caratteristiche analoghe alle cheratosi attiniche prodotte dalla radiazione UV ed aumentano il rischio di tumori cutanei invasivi, in particolare di carcinoma squamoso. Alla biopsia, l'eritema ab igne presenta un quadro istologico per certi versi simile a quello che si riscontra nella cheratosi attinica. Ca-

tegorie professionali esposte a tale rischio sono rappresentate da fonditori, fabbri, vetrai, saldatori.

Gli effetti della radiazione laser sui tessuti dipendono principalmente dalla *lunghezza d'onda*, dalla *potenza o energia assorbita per unità di superficie*, dalla *modalità di emissione in continuo o ad impulsi* e dal *tempo di esposizione*. Sia la radiazione visibile che quella infrarossa (IR) e ultravioletta (UV) sono in grado, per le elevate densità di potenza tipiche dei laser, di produrre danni di vario tipo, la cui entità dipende soprattutto dalle proprietà dei tessuti di assorbire, trasmettere e riflettere le varie lunghezze d'onda, e, nel caso dei danni termici, dalla capacità dei tessuti di dissipare più o meno rapidamente l'energia assorbita. Come accade per le radiazioni ottiche non coerenti, seppure con meccanismi lesivi del tutto differenti, i principali organi bersaglio nel caso dell'esposizione a radiazione laser sono gli occhi e la pelle. Nelle tabelle delle malattie professionali sono riportati solo gli effetti patogeni provocati dalla radiazione laser sull'occhio, probabilmente in quanto maggiormente suscettibile agli effetti lesivi in ragione della sua struttura anatomica. I danni a carico della pelle possono essere tuttavia inquadrati fra le "altre malattie causate dalla radiazione laser" indicate nel DM 9 aprile 2008. Gli UV-B e UV-C, intensamente assorbiti dalla cornea e dalla congiuntiva possono, quindi, provocare danni locali (**cheratiti e congiuntiviti**); gli UV-A vengono trasmessi più facilmente dalla cornea e sono quindi assorbiti totalmente dal cristallino con conseguente rischio di opacizzazione (**cataratta**).

Per quanto attiene alle radiazioni infrarosse, gli IR-A producono un danno termico che colpisce il cristallino, il quale essendo un tessuto privo di vascolarizzazione non è in grado di dissipare l'energia termica in modo efficiente e tende ad opacizzarsi (**cataratta**). Gli IR-B e IR-C, invece, poiché vengono assorbiti dalla cornea e dall'umor acqueo producono i tipici danni corneali, in passato assai frequentemente descritti tra gli addetti alle fornaci.

Va tuttavia rilevato che, pur in assenza di evidenze sperimentali ed epidemiologiche, alcuni Enti Radioprotezionistici (ICNIRP, AIRP) sostengono la possibilità che anche la radiazione appartenente al vicino infrarosso possa venire focalizzata e pro-

duramente danno a carico della retina, ma queste affermazioni devono essere confermate da ulteriori e più approfonditi studi. Allo stato, pertanto, il rischio di lesioni retiniche permanenti è accertato solo per radiazioni con lunghezze d'onda tra i 380 ed i 550 nm, con particolare riferimento alle lunghezze d'onda tra 415 e 465 nm [IJOEHY, Suppl.vol 2, issue 2, April 2011] ove, in accordo con la funzione di ponderazione spettrale B_λ (ACGIH, 2011) si verificano i danni più gravi.

MALATTIE PROFESSIONALI DA ROA LA CUI EZIOLOGIA RISULTA INQUADRABILE SOLO NEL DM 9 APRILE 2008

I quadri patologici sotto elencati, correlati sulla base di dati scientifici e clinici della letteratura sull'argomento con l'esposizione a ROA, rientrano ai sensi del DM 9 aprile 2008 nella dicitura "altre malattie causate dalla esposizione professionale alle radiazioni UV (ICD-10 da specificare)". La prova del rapporto causale deve ritenersi raggiunta in presenza di un elevato grado di probabilità dell'idoneità causale della sostanza indicata in tabella rispetto alla patologia segnalata, per come desumibile anche dai dati epidemiologici e dalla letteratura scientifica. Nella valutazione di queste patologie, pertanto, occorrerà continuare a fare riferimento ai principi giurisprudenziali elaborati dalla Corte di Cassazione secondo cui qualunque patologia può essere inclusa in astratto tra le malattie inserite in tabella, ma in concreto, spetta alla scienza medica definire – in base a criteri da essa ritenuti affidabili – la potenziale eziopatogenesi, rilevante anche sul piano giuridico, tra quelle sostanze e le diverse malattie che potenzialmente ne derivano.

In presenza dell'accertata potenzialità eziopatogenetica della sostanza indicata rispetto alla patologia segnalata, quest'ultima dovrà essere trattata come malattia tabellata secondo i criteri già forniti per le patologie nosologicamente definite.

La prova di una diversa eziologia della patologia segnalata potrà essere fornita dall'INAIL, oltre che dimostrando la non idoneità della lavorazione a causare la patologia nei termini sopra indicati anche dimostrando che, sulla base dei risultati rag-

giunti dalla scienza medica, la patologia stessa non è causalmente riconducibile all'agente patogeno tabellato ovvero che è riconducibile ad un fattore extralavorativo.

Le radiazioni ottiche ultraviolette (UV), in particolare quelle di lunghezza d'onda compresa fra 220 e 310 nm e con massima sensibilità alla frequenza di 270 nm, sono prevalentemente assorbite a livello della congiuntiva e della cornea. Le lesioni acute a carico di congiuntiva e cornea, ampiamente descritte, sono legate ad eventi infortunistici e non rientrano nell'oggetto della attuale trattazione. Le patologie croniche che, in lavoratori nei quali sia documentabile ed oggettivabile una esposizione a radiazioni UV nel range dello spettro fra 220 e 310 nm, possono essere correlate all'esposizione al rischio, sono rappresentate da **congiuntiviti e cheratocongiuntiviti croniche** eventualmente aggravate da "pterygium" (congiuntiva neoformata orientata verso la cornea) (8, 13, 19). È necessario sottolineare che si tratta di affezioni del tutto aspecifiche, essendo riscontrabili tanto nella popolazione generale quanto in soggetti esposti ad altre noxae patogene. Il riscontro di queste alterazioni deve quindi essere accuratamente correlato con la reale esposizione occupazionale al rischio per poterne riconoscere l'eventuale origine professionale.

Alcuni autori hanno anche evidenziato sperimentalmente ed epidemiologicamente la possibilità che l'esposizione a radiazioni UV con lunghezza d'onda superiore a 295 nm, possa indurre opacizzazioni del cristallino che si manifestano tipicamente come **opacità corticali** che si presentano in forma di piccoli vacuoli ripieni di acqua e di frammenti corticali. Il meccanismo patogenetico chiamato in causa ipotizza che le radiazioni con $\lambda > 295$ nm (UVB e soprattutto UVA) vengano assorbite dalla cornea e trasmesse al cristallino che sarebbe oggetto di alterazioni strutturali. Mancano infatti a livello della lente i processi di riparazione necessari per trattare i fotoprodotti che accumulandosi favoriscono la degenerazione delle fibre del cristallino e l'insorgenza di opacizzazioni. Le RUV avrebbero quindi un effetto catarattogenico sulla base di indagini epidemiologiche sull'uomo ed esperimenti condotti su animali (3, 8, 22, 25). La cataratta è curabile con l'asportazione del cristallino catarattoso.

Si ricorda anche uno studio di Bochow ed al. (1989) che ha evidenziato una significativa associazione tra esposizione ad UVB ed aumento del rischio di insorgenza di **cataratta subcapsulare posteriore**. Non sono invece riportate in letteratura associazioni tra esposizione ad UV e presenza di opacità nucleari.

Le radiazioni infrarosse IRA possono, seppur raramente e solo per elevate intensità di emissione, provocare danni acuti di tipo termico a livello della retina (essenzialmente ustioni retiniche), mentre gli IRA e IRB possono essere responsabili di ustioni della cornea. Le lesioni acute non sono tuttavia argomento oggetto di analisi nella nostra trattazione.

I rischi per la pelle secondari all'esposizione a radiazioni laser non sono nosologicamente definiti nel DM 9 aprile 2008, ma rientrano, a nostro parere, fra le "altre malattie causate dall'esposizione a radiazioni laser". Tale danni sono rappresentati da *ustioni* (laser a infrarossi), effetto di *cancerogenesi* (laser UV) e *fotosensibilizzazione* (laser che emettono nel visibile o nell'UV in presenza di sostanze fototossiche e fotoallergiche nel tessuto, quali alcuni farmaci e cosmetici, certi inquinanti organici). La penetrazione della radiazione nei tessuti dipende dalla lunghezza d'onda; nella pelle è massima per radiazioni attorno al micron. Si ricorda comunque che nelle attività di lavoro che impiegano la luce laser, accanto ai rischi ad essa direttamente riconducibili e definibili come primari, devono essere considerati ulteriori rischi di vario tipo, definiti come associati, talvolta prevalenti, derivanti dall'impiego dell'apparato emettitore e che, a loro volta, possono essere responsabili di altri quadri patologici di origine occupazionale.

MALATTIE PROFESSIONALI DA ROA LA CUI EZIOLOGIA RISULTA NON INQUADRABILE SIA NEL DM 9 APRILE 2008 SIA NEL DM 11 DICEMBRE 2009

"Il rischio da luce blu è riferito all'esposizione a emissioni luminose con lunghezze d'onda che vanno tra i 380 ed i 550 nm. Oltre i 550 nm, la gravità del danno è, secondo l'ICNIRP, praticamente trascurabile (inferiore all'1%)." L'esposizione a luce

blu causa esclusivamente **danni retinici**. Nonostante la presenza in letteratura di numerosi e approfonditi studi, condotti prevalentemente da istologi e biochimici, nei quali vengono descritti, in modo dettagliato e convincente, i meccanismi patogenetici che portano al danno da luce blu, non esistono ancora al momento dati epidemiologici in grado di sostenere l'associazione causale fra esposizione occupazionale al rischio e danni retinici. Tale danno risulta indotto da "stress ossidativi" che interessano, oltre ai coni ed i bastoncelli (21), anche l'epitelio pigmentato retinico (EPR), essendo la luce blu in grado di intensificare in modo anomalo i normali processi biochimici di ricostituzione dei pigmenti fotosensibili (ciclo di Wald). In sostanza, il fotone del blu, dotato di maggiore energia rispetto a quelli delle altre lunghezze d'onda, favorisce un atipico processo di rigenerazione della rodopsina, definito in letteratura "*photoreversal of bleaching*", da cui deriva uno stress ossidativo ("*oxidative damage*") in grado di indurre apoptosi cellulare nei fotorecettori. A conferma ed integrazione di questo fatto, vi sono studi che hanno inequivocabilmente dimostrato l'insorgenza di danni ai bastoncelli dopo irradiazione a 403 nm, mentre l'esposizione alle medesime intensità di luce verde (lunghezze d'onda attorno ai 555 nm) non ha provocato alcuna alterazione (5, 6, 24). Quando la luce blu giunge al fotorecettore si innescano processi di perossidazione lipidica da cui derivano cataboliti che vengono fagocitati dal EPR e digeriti dai lisosomi. Se questi processi divengono meno efficaci (come avviene ad esempio con l'invecchiamento) o non sono sufficientemente efficaci (come avviene per stimolazioni da luce blu), si ha un accumulo di cataboliti che verranno poi espulsi, andando a formare dei depositi tra l'EPR e la membrana di Bruch. Questi depositi, costituiti prevalentemente da lipofusina, sono responsabili della formazione delle "drusen", unanimemente ritenute determinanti nello sviluppo della Degenerazione Maculare Senile (AMD). Ulteriore importante elemento da considerare è rappresentato dal fatto che i processi degenerativi sopra descritti sono fortemente correlati alla lunghezza d'onda del fotone. È stato ripetutamente dimostrato che nell'ambito del blu, le lunghezze d'onda attorno ai 440 nm sono le più lesive (7, 18),

e ciò spiega la necessità di valutare l'esposizione tenendo conto della funzione di ponderazione spettrale B_{λ} , come peraltro richiesto dal D. Lgs. 81/08 (allegato XXXVII, tabella 1.3). Importante notare, a questo proposito, che applicando il coefficiente B_{λ} , per il quale il rischio retinico è ritenuto massimo con esposizioni a lunghezze d'onda tra i 435 ed i 440 nm, tale rischio diviene, rispettivamente del 22% per i 490 nm, del 10% per i 500 nm, del 20% per i 405 nm e addirittura del 1% per i 380 nm. Pertanto, una valutazione di fotometria ambientale che indichi una generica "esposizione a luce blu" senza riportarne l'analisi spettrale, potrebbe risultare anche fortemente errata, per eccesso o per difetto. In sintesi, sia i fotorecettori che l'EPR possono essere danneggiati dalla luce blu, con gravità e tempi di insorgenza diversi in funzione di (1):

- intensità della sorgente (Watt/cm²);
- durata della esposizione;
- frequenza degli episodi di esposizione nel tempo (anni);
- frequenza spettrale.

Da ultimo, deve essere rilevato che le considerazioni sopra riportate sono per lo più basate su studi di fisiopatologia in danni acuti (esposizioni di secondi o minuti). Non sembrano invece essere presenti in letteratura ricerche o osservazioni che delineino i possibili esiti, sia clinici che funzionali, a lungo e lunghissimo termine (anni, decine d'anni), né indagini che abbiano valutato gli eventuali rischi in contesti occupazionali, dove, come noto, la dose totale accumulata dal lavoratore può variare notevolmente in funzione sia delle condizioni ambientali (potenze e ubicazioni delle sorgenti di "blu"), sia delle diverse tipologie dei compiti lavorativi svolti.

SIGNIFICATO DELLE CONDIZIONI DI IPERSUSCETTIBILITÀ AL RISCHIO NEL DETERMINISMO DEL DANNO OCCUPAZIONALE DA ROA

Rispetto ad altri fattori occupazionali di rischio, nella valutazione del rischio espositivo a ROA assume un ruolo ed un significato rilevante l'identificazione, a livello del singolo lavoratore e in relazione alla specifica patologia oggetto di esame,

delle condizioni di **ipersuscettibilità al rischio** legate a situazioni fisiologiche o fisiopatologiche (nonché conseguenti a specifici trattamenti farmacologici) di cui il lavoratore può essere portatore e che possono, da un lato limitare o controindicare l'esposizione al rischio da ROA in fase di valutazione preventiva, dall'altro rappresentare un elemento importante nella fase di studio della malattia conclamata per inquadrare e meglio definire il significato eziologico del rischio espositivo specifico (in considerazione anche delle caratteristiche fisiche della radiazione ottica possibile fonte di rischio) nel lavoratore maggiormente sensibile al rischio. Oggi abbiamo a disposizione un documento analitico ed esteso che comprende ed illustra un grande numero di condizioni primitive o acquisite, permanenti o transitorie, che devono essere attentamente considerate dal Medico Competente nella valutazione della congruità fra mansione lavorativa e stato di salute del lavoratore. Questo documento è rappresentato dalle "Indicazioni operative sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione a radiazioni ottiche artificiali nei luoghi di lavoro" elaborate dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di Lavoro e pubblicate nel marzo 2010. Tali linee interpretative fanno riferimento alla più ampia e aggiornata letteratura scientifica sull'argomento e costituiscono un documento di sintesi di facile consultazione da parte del Medico Competente. Riportiamo di seguito una gran parte delle condizioni note di ipersuscettibilità al rischio per le quali, ove non specificato perché riferito a tutto lo spettro ottico, viene indicato il tipo di radiazione ottica che rappresenta fonte di rischio: donne in gravidanza; minorenni; soggetti albinici e di fototipo 1; portatori di malattie del collagene (sclerodermia e lupus eritematoso nelle sue varie forme, dermatomiosite, poliartrite nodosa, sindrome di Wegener, sindrome antifosfolipidi, ecc.) per esposizioni a radiazioni UV; soggetti in trattamento cronico o ciclico con farmaci fotosensibilizzanti (quali ad esempio: antibiotici come le tetracicline ed i fluorochinoloni; antinfiammatori non steroidei come l'ibuprofene ed il naprossene; diuretici come la furosemide; ipoglicemizzanti come la sulfonilurea; psoraleni; acido retinoico; acido aminolevulinico, neurolettici come

le fenotiazine; antiaritmici come l'amiodarone); soggetti affetti da alterazioni dell'iride (colobomi, aniridie) e della pupilla (midriasi, pupilla tonica); soggetti portatori di drusen (per esposizioni a luce blu); lavoratori che abbiano lesioni cutanee maligne o pre-maligne per esposizioni a radiazioni UV; lavoratori affetti da patologie cutanee fotoindotte o fotoaggravate per esposizioni a radiazioni UV e IR; lavoratori affetti da xeroderma pigmentosus per esposizioni a radiazioni UV; soggetti epilettici per esposizioni a radiazioni visibili di tipo intermittente, cioè tra i 15 e i 25 flash al secondo; lavoratori che hanno subito un impianto IOL (Intra Ocular Lens; "cristallino artificiale"), in particolare se esposti a radiazioni tra 300 nm e 550 nm.

Per quanto concerne la luce blu, possono essere considerati ipersuscettibili i soggetti in terapia con farmaci fotosensibilizzanti (amiodarone, cloroquina, fenotiazine, ibuprofene, etc.), nonché i soggetti affetti da maculopatie, da lesioni colobomatose, i portatori di drusen e gli pseudofachici, salvo, riguardo quest'ultimi, i portatori di IOL fotoselettive, circa la cui efficacia ed adeguatezza nell'ambito di attività occupazionali permangono tuttavia aspetti critici non irrilevanti (anomalie nella visione dei colori, decremento delle capacità visive in condizioni mesopiche, modificazioni dei cicli sonno-veglia).

Per quanto riguarda le condizioni di ipersuscettibilità ai rischi correlati all'utilizzo di dispositivi laser (soprattutto per i laser di classe 2, 2M e 3R per i quali la sicurezza nell'utilizzo dipende essenzialmente dalla efficienza e ed efficacia dei meccanismi naturali di difesa e protezione dell'occhio umano), anche se non espressamente prese in esame nel documento contenente le "Indicazioni operative sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione a radiazioni ottiche artificiali nei luoghi di lavoro", elaborato dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di Lavoro, possono essere sostanzialmente riconducibili alle condizioni fisiologiche e fisiopatologiche nelle quali i meccanismi che regolano le reazioni di difesa dell'occhio ed il riflesso palpebrale possono essere deficitari o assenti.

Si ritiene fondamentale sottolineare il fatto che, in misura maggiore e rilevante rispetto a molti altri fattori professionali di rischio, nell'analisi del ruolo

eziologico dell'esposizione occupazionale a ROA nel determinismo di un danno assume, a livello del singolo lavoratore, un significato importante e non trascurabile proprio lo studio delle condizioni di ipersuscettibilità al rischio sopra descritte ed evidenziabili attraverso l'effettuazione della sorveglianza sanitaria.

CRITERI MEDICO-LEGALI PER LO STUDIO DEL Nesso di CAUSALITÀ TRA ESPOSIZIONE PROFESSIONALE E DANNO

La patologia e i danni conseguenti all'esposizione a ROA possono configurarsi come malattia professionale quando si presentano come "Patologia che ha come causa (o concausa) l'esercizio di una attività lavorativa ed è determinata dall'esposizione occupazionale ad un agente nocivo (organizzativo, chimico, fisico, ecc.)". La causa è la condizione necessaria e sufficiente a determinare da sola l'evento; la concausa è quella condizione necessaria, ma non sufficiente da sola, a determinare l'evento; l'occasione è la condizione, di nessuna rilevanza giuridica, non necessaria né sufficiente a produrre l'evento. La metodologia medico-legale classica per il riconoscimento di una malattia professionale esige l'osservanza di un iter valutativo che si può riassumere nei seguenti punti, tutti da considerare irrinunciabili:

- 1) identificazione dell'agente professionale o della mansione lavorativa ipoteticamente responsabile;
- 2) evidenza scientifica della capacità lesiva della sostanza e della mansione attestata da Organismi nazionali o internazionali;
- 3) esposizione lavorativa accertata e per tempi abbastanza significativi per durata e quantità;
- 4) tipologia della malattia uguale a quella comunemente indotta dalla sostanza (o correlata alla mansione);
- 5) manifestazione della malattia dopo diversi anni di esposizione.

La caratteristica dell'assoluta certezza sulla causa lavorativa che era alla base delle vecchie tabelle di malattia professionale non può essere più considerata nel caso delle nuove, sia per le modificazioni

sostanziali intervenute nei cicli lavorativi e quindi nelle possibilità di esposizione ai tossici ambientali, sia perché le attuali tecnopatie sono dovute alla combinazione di multipli fattori di rischio, nonché alla costituzione individuale (combinazione di multifattorialità e diversa sensibilità individuale) per cui odiernamente è più corretto riferirsi al concetto di "elevata probabilità".

Le malattie vengono codificate secondo quanto indicato nella decima revisione della classificazione internazionale (International Classification of Disease, ICD-10) delle malattie proposta dall'OMS e comportano una terminologia ben precisa.

Le malattie professionali indicate nelle tabelle godono della cosiddetta "presunzione legale di origine" in base alla quale si presume che le lavorazioni ivi elencate possano provocare nel lavoratore la malattia segnalata. Diversamente, in caso di malattie non comprese nella lista, per le quali non opera la presunzione legale, il lavoratore deve dimostrare di aver contratto la tecnopatia e dare prova che la stessa è stata causata dalla lavorazione espletata (Corte Costituzionale sentenza n. 179/88). L'indicazione nosologica delle principali malattie da considerare professionali, derivante dalle conoscenze della Medicina del lavoro, che consentono questa ulteriore specificazione, facilita la possibilità di adeguato collegamento con la noxa lavorativa, anche se resta poco definita la conoscenza dell'esposizione. Di conseguenza, la possibilità del riconoscimento dell'eziologia professionale di una malattia, non può prescindere del tutto dalla conoscenza di alcune nozioni basilari, come una congrua durata dell'esposizione professionale, sia per quanto concerne il tempo che l'intensità.

Soltanto nel caso che non vengano accertati questi dati, insieme alla possibilità che possano esistere altre cause in grado di determinare la malattia, si può ragionevolmente escludere la genesi lavorativa dell'affezione. L'indicazione nosologica della malattia, poi, rende più efficace (circolare INAIL n. 47 del 24.7.2008) "l'operatività della presunzione legale di origine" in quanto la presunzione diventa operante nel momento del riconoscimento della malattia e può far riconoscere una esposizione non sporadica o occasionale all'agente causale. In altre parole, quando viene segnalata una patologia espressamente

elencata, la presunzione diviene operante nel momento in cui viene accertata tale malattia, il lavoratore è stato esposto in maniera non sporadica o occasionale all'agente causale indicato in tabella per quel quadro morboso, e non è stato superato il relativo periodo massimo di indennizzabilità.

Il tempo massimo di indennizzabilità (PMI) dalla cessazione dell'esposizione lavorativa è indicato in modo vario e diversificato in relazione alla tipologia di malattia, anche per le diverse entità morbose comprese nella singola voce; per tutte le manifestazioni neoplastiche specificate in tabella sia stato previsto un PMI illimitato.

Infatti, considerando la latenza (spesso anche di decine di anni) dell'insorgenza di un tumore professionale rispetto al periodo di esposizione, può venirsi a creare la condizione che il lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria per altri rischi non sia invece più esposto al rischio cancerogeno. Premesso ciò si capisce la notevole importanza che riveste il Medico Competente nell'individuazione di patologie professionali tumorali riconducibili ad esposizioni pregresse e la necessità di conoscere in maniera dettagliata tutta la vita lavorativa. Si dovrà quindi valutare caso per caso di introdurre nel protocollo sanitario accertamenti atti all'individuazioni di patologie tumorali.

L'elencazione delle malattie, aumentando il numero delle voci, per alcuni versi può sembrare un vantaggio, ma, in realtà, da un lato vincola di fatto il riconoscimento del danno professionale direttamente ad una sua corrispondenza alla diagnosi clinica indicata in tabella e solo secondariamente ed indirettamente alla noxa ed al rischio lavorativo e dall'altro potrebbe creare confusione con quadri di patologia comune e determinare il riconoscimento "ope legis" di affezioni che non hanno nulla di professionale.

Nel caso in cui non vi sia piena corrispondenza tra una diagnosi accertata e certificata e quella indicata in tabella, fatto che comporterebbe la concreta probabilità che la domanda di riconoscimento di malattia professionale non venga istruita o accolta, si realizzerebbe una discrepanza di trattamento nei confronti di lavoratori che, ancorché esposti al medesimo rischio tabellato, hanno contratto patologie non indicate in tabella.

A parziale garanzia dei diritti del lavoratore, è stata introdotta per moltissime lavorazioni anche la voce aperta aggiuntiva: "altre malattie causate dall'esposizione professionale di" con ICD-10 da specificare per la malattia che si intende denunciare. Si tratta di un gruppo di malattie la cui correlazione causale con la specifica lavorazione non è acclarata come per le altre specificate. In questi casi, per definire la malattia segnalata come malattia tabellata, sarà richiesta necessariamente al lavoratore anche la prova che detta patologia sia casualmente correlabile, con elevato grado di probabilità, all'agente di rischio.

Riteniamo utile ed opportuno ricordare gli adempimenti medico-legali che il Medico Competente deve compiere allorché, nell'espletamento della attività di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a ROA, riscontri una malattia la cui eziologia potrebbe essere "professionale" o "lavoro-correlata". A tal fine è utile richiamare che la normativa nazionale prevede differenti obblighi di segnalazione in capo ai medici.

1. L'art. 139 del D.P.R. 1124/65 rende obbligatoria la denuncia delle malattie professionali; di fronte ad una patologia elencata nel D.M. 11/12/09, il medico, ammessa anche solo la possibilità che vi sia un rapporto tra la malattia e l'attività lavorativa del paziente esaminato, deve provvedere a compilare una denuncia. Questa dovrà essere inviata al Dipartimento di Prevenzione – Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro (SPSAL) della ASL, all'INAIL ed alla Direzione Provinciale del Lavoro a fini prevalentemente preventivi e clinico-statistici. L'omissione della denuncia in questione è, in ogni modo, penalmente perseguita.

2. Il referto, previsto dall'art. 365 del Codice Penale, è invece la comunicazione che ogni medico deve inoltrare all'Autorità Giudiziaria o alla Polizia Giudiziaria (si potrà fare riferimento allo SPSAL della ASL) per i casi che possono presentare i caratteri di un delitto per il quale si debba procedere d'ufficio. Questa segnalazione avvierà, da parte dei medici del lavoro dell'ASL, la procedura per il riconoscimento di eventuali responsabilità penali ascrivibili ai soggetti titolari di obblighi per la sicurezza e per l'igiene del lavoro nell'insorgenza o nell'aggravamento della patologia professionale.

Dal punto di vista giuridico, l'obbligo di referto sussiste anche se al sanitario sembri improbabile che si tratti di un delitto perseguibile d'ufficio, purché vi sia la detta possibilità, dovendosi escludere l'obbligo solo quando dall'evidenza o dall'esame obiettivo del caso, risulti impossibile che si tratti di un delitto perseguibile d'ufficio.

Pertanto vi è un obbligo ogni qualvolta vi sia anche la semplice possibilità che si tratti di un reato perseguibile d'ufficio e non solo in caso di certezza o probabilità.

L'obbligo del referto è determinato dalla rilevanza del danno, così come definita dall'art. 365 del Codice Penale; pertanto, alla constatazione di un evento di malattia professionale, sussiste da parte del sanitario l'obbligo del referto quando:

- la malattia sia di durata superiore a 40 giorni;
- vi sia l'indebolimento (anche minimo) di un senso o di un organo;
- vi sia una malattia certamente o probabilmente insanabile.

Per l'esistenza dell'obbligo di referto deve inoltre sussistere la probabilità della natura tecnopatologica della malattia professionale

3. Il terzo obbligo è quello di redigere il certificato medico di cui all'art. 53 del D.P.R. 1124/65, tenuto anche conto di quanto espresso all'articolo 22 del Codice di Deontologia Medica.

In caso di riscontro di malattia professionale, il medico deve redigere apposito certificato (denominato "primo certificato medico di malattia professionale" come da modello fornito dall'INAIL), riportando le informazioni sanitarie con riferimento alla storia lavorativa, all'anamnesi ed alla patologia riscontrata. Questa certificazione dovrà essere opportunamente trasmessa dal datore di lavoro all'INAIL nel rispetto dei diritti maturati dal lavoratore sotto il profilo assicurativo (riconoscimento e risarcimento del danno subito in occasione di lavoro).

IL PROTOCOLLO SANITARIO NEI LAVORATORI ESPOSTI A ROA

L'articolo 218 del D.Lgs. 81/08 stabilisce che la sorveglianza sanitaria per gli esposti al rischio da radiazioni ottiche artificiali venga effettuata perio-

dicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal Medico Competente, con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio, tenendo in considerazione, come già è stato ampiamente sottolineato, i risultati della valutazione dei rischi. Le visite mediche e gli accertamenti integrativi devono essere effettuati con l'obiettivo di prevenire e scoprire tempestivamente effetti negativi per la salute, nonché prevenire effetti a lungo termine per la salute e rischi di malattie croniche derivanti dall'esposizione a radiazioni ottiche. Viene anche previsto un tempestivo controllo medico per i lavoratori per i quali sia stata rilevata un'esposizione superiore ai valori limite.

La particolarità del rischio e della sensibilità dei lavoratori all'esposizione a ROA ha spinto il legislatore a forzare i criteri di attuazione della sorveglianza sanitaria attribuendo al Medico Competente un ruolo decisionale e di definizione di protocolli sanitari molto ampio. Infatti anche se i valori di esposizione risultano inferiori ai limiti di riferimento, in considerazione della numerosità e della presenza anche nei luoghi di lavoro di soggetti particolarmente sensibili al rischio, viene espressamente conferita al Medico Competente la possibilità di individuare tipologia e periodicità dei controlli sanitari, nonché le misure protettive specifiche da mettere in atto in relazione alla tipologia ed entità dell'esposizione ed alle condizioni di suscettibilità individuale emerse dal controllo sanitario preventivo. Quindi, nel ribadire l'autonomia del Medico Competente nella definizione di protocolli sanitari mirati alle specifiche realtà lavorative, alla natura della radiazione ottica fonte di rischio e alle caratteristiche del rischio occupazionale, viene di seguito proposto dagli autori, facendo riferimento alle indicazioni del Comitato permanente per le NIR dell'AIRM (Associazione Italiana di Radioprotezione medica) e alle Linee Guida della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale in materia di radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti (2003), un protocollo sanitario di base per l'effettuazione della sorveglianza sanitaria (15). Tale protocollo prevede, per l'esposizione occupazionale a radiazioni ottiche non coerenti nello spettro UV:

- visita medica generale per valutare le condizioni generali di salute del lavoratore;

- visita oculistica generale (sia in occasione della visita medica preventiva che della visita periodica), con esame dell'acutezza visiva e del fondo oculare, comprensiva della biomicroscopia con lampada a fessura. L'attenzione deve essere posta soprattutto alle strutture dell'occhio maggiormente interessate dall'esposizione a raggi UV (congiuntiva, cornea e cristallino);
- visita dermatologica (sia in occasione della visita medica preventiva che della visita periodica) con eventuale indagine fotografica in bianco nero e a colori e con l'esame mediante lampada di Wood.

Per l'esposizione occupazionale a radiazioni ottiche non coerenti nello spettro IR, il protocollo sanitario proposto prevede:

- visita medica generale per valutare le condizioni generali di salute del lavoratore;
- visita oculistica generale (sia in occasione della visita medica preventiva che della visita periodica), con esame dell'acutezza visiva e del fondo oculare, comprensiva della biomicroscopia con lampada a fessura. L'attenzione deve essere posta soprattutto alle strutture dell'occhio maggiormente interessate dal rischio correlato all'esposizione a raggi IR (congiuntiva, cornea, cristallino);
- visita dermatologica (sia in occasione della visita medica preventiva che della visita periodica) con eventuale indagine fotografica in bianco nero e a colori e con l'esame mediante lampada di Wood.

In merito agli accertamenti sanitari integrativi appare utile sottolineare il fatto che la visita oculistica e la visita dermatologica devono essere effettuate da medici specialisti nelle rispettive discipline e che, soprattutto per la visita oculistica, la finalità dell'approfondimento clinico non è rappresentato dalla valutazione dell'acutezza visiva, ma dalla valutazione della condizione e integrità morfologica delle diverse strutture dell'occhio (congiuntiva, cornea, cristallino, retina), sia nella valutazione preventiva mirata alla individuazione delle alterazioni che rendono l'apparato visivo suscettibile al rischio da esposizione a radiazioni ottiche non coerenti negli spettri UV ed IR, sia nella valutazione periodica mirata anche alla individuazione di patologie eventualmente correlabili con l'esposizione al rischio.

Appare quindi fondamentale che il Medico Competente formuli allo specialista oftalmologo, così come allo specialista dermatologo, dei quesiti chiari e circostanziati rispetto all'obiettivo per il quale vengono richieste le stesse visite specialistiche oftalmologica e dermatologica.

Per il rischio da esposizione a radiazioni ottiche coerenti (LASER) è necessario premettere che, a differenza di altre tipologie di rischio, le esposizioni lavorative sono normalmente di tipo accidentale e la prevalenza di eventi acuti (infortuni) è limitata. Inoltre, poiché sono ancora poco noti gli eventuali effetti delle esposizioni croniche a livelli molto bassi di radiazioni coerenti e non sono ad oggi note esposizioni continuative, o comunque di lunga durata, non si evidenzerebbero i presupposti per richiedere "generalizzazione della sorveglianza sugli effetti a lungo termine". Tuttavia, poiché dal punto di vista scientifico non esiste nessun motivo di ritenere che la radiazione coerente non causi a lungo termine gli stessi effetti della radiazione incoerente, ad essa si applicano le considerazioni relative alla assenza di soglie di induzione del danno.

Il protocollo sanitario proposto per l'esposizione occupazionale a radiazioni ottiche coerenti (LASER) prevede gli stessi accertamenti già indicati per l'esposizione a radiazioni ottiche non coerenti. Tuttavia, poiché nell'esposizione a radiazione laser i rischi associati di tipo fisico, chimico e "ambientale" (inquinanti legati al processo lavorativo e ai materiali trattati come componenti di vernici e metalli, rumore, radiazioni ottiche collaterali, radiazioni ionizzanti, elettricità, ecc.), rappresentano spesso il rischio prevalente, è necessario un attivo e specialistico contributo da parte del Medico Competente nella elaborazione di un protocollo sanitario che preveda eventuali ulteriori accertamenti integrativi mirati agli specifici rischi associati non legati, di solito, alla natura della radiazione ottica coerente impiegata. Si ricorda inoltre che nella "Guida per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca" CEI 76 Fascicolo 3850R al punto E10.11 vengono fornite alcune indicazioni relativamente alla sorveglianza sanitaria. In particolare viene raccomandata l'effettuazione di esami oculistici in fase di visita preventiva per i lavoratori che utilizzano laser di classe 3B e 4 e l'effettuazione di visita ed

esami specialistici dopo una esposizione accidentale oculare o dermatologica anche apparentemente nociva o presunta tale.

I criteri di impostazione della sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti a luce blu devono tenere conto di almeno tre ordini di problemi. Il primo riguarda le caratteristiche delle lesioni retiniche attese, che dovrebbero essere assai simili a quelle che si osservano nella AMD, ponendo così assai complicati problemi di diagnosi eziologica. Il secondo attiene ai tempi di insorgenza di tali lesioni, che essendo causate da processi degenerativi lenti (salvo che per situazioni di esposizione acute, che a tutt'oggi paiono poco probabili nei comuni contesti occupazionali), comparirebbero dopo anni di esposizione. Esse sarebbero pertanto assai verosimilmente associate a danni irreversibili del visus, rendendo ininfluenti gli interventi di prevenzione primaria e tardivi quelli di prevenzione secondaria. Il terzo ordine di problemi concerne l'individuazione dei soggetti da sottoporre a sorveglianza sanitaria che, date le tuttora assai carenti modalità di analisi e quantificazione "del blu" nei Documenti di Valutazione del Rischio, assai spesso non può essere effettuata dal Medico Competente sulla base di informazioni precise ed affidabili circa le reali condizioni di esposizione. Tuttavia, pur con le criticità sopra esposte, ed in condizioni di prima applicazione, pare ragionevole proporre interventi di sorveglianza sanitaria così strutturati:

- 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 ritenuti, allo stato, i segni clinici più significativi associabili ad alterazioni da luce blu.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Ai fini anche delle opportune e dovute segnalazioni di legge da parte del Medico Competente, si ritiene importante sottolineare alcune differenze che ancora oggi risultano evidenti nella normativa relativa alla elencazione e definizione delle malattie professionali riconducibili all'esposizione occupazionale a radiazioni ottiche artificiali. Seppure il significato dell'elenco delle malattie professionali presenti nelle tabelle del D.M. 9 aprile 2008, rappresentato dalla definizione delle patologie per le quali è obbligatoria la segnalazione ai fini della tutela assicurativa (come previsto dagli articoli 2 e 211 del D.P.R. 1124/65), sia diverso da quello dell'elenco delle malattie professionali presenti nelle tabelle del D.M. 11 dicembre 2009, rappresentato dalla definizione delle patologie per le quali è obbligatoria la denuncia di malattia professionale ai sensi dell'art. 139 del D.P.R. 1124/65, appaiono comunque poco chiare e poco giustificabili le differenze osservate nei due decreti in merito alle malattie da ROA. Nel D.M. del 2009, fra le malattie attribuite all'esposizione professionale a ROA, non vengono indicati gli epitelomi cutanei (che sono elencati solo in relazione all'esposizione a radiazioni solari) che invece vengono espressamente indicati nelle tabelle del D.M. 9 aprile 2008 come attribuibili anche ai raggi UV di origine artificiale. Per quanto riguarda i danni conseguenti all'esposizione professionale a sorgenti laser, vengono espressamente elencati sia nel D.M. 9 aprile 2008, sia nel D.M. 11 dicembre 2009 i danni a carico delle diverse strutture dell'occhio, ma non vengono indicati i danni a carico della pelle. Nel D.M. 9 aprile 2008 viene indicata in tabella la voce "altre malattie causate dall'esposizione professionale a radiazioni laser" e all'interno di tale voce appare ragionevole e corretto comprendere i danni a carico della cute. Peraltro, ma in parte ragionevolmente atteso in relazione alla "genericità" della voce "altre malattie causate da...", tale indicazione è assente nel D.M. 11 dicembre 2009, nel quale vengono elencati in tabella solo i danni a carico dell'occhio, senza alcun riferimento alle altre malattie correlate con l'esposizione a radiazione laser.

Le differenze evidenziate appaiono degne di nota rispetto al significato che le tabelle delle malattie

professionali presenti nel DM 11 dicembre 2009 dovrebbero avere. Questo decreto ha infatti rappresentato un aggiornamento delle tabelle delle malattie riconducibili all'esposizione a specifici fattori occupazionali di rischio, introducendo una "classificazione" delle malattie elencate sulla base di una graduazione in termini di probabilità rispetto alla loro specifica eziologica professionale. Questa novità era già presente nel DM 14 gennaio 2008. Nel DM 11 dicembre 2009 abbiamo quindi una suddivisione delle malattie riconducibili all'esposizione a fattori di rischio in 3 liste: malattie per le quali il rapporto causale ha elevata probabilità (Lista 1), malattie per le quali il rapporto causale è di limitata probabilità (Lista 2) e malattie per le quali la relazione causale è solo possibile (Lista 3). Queste tabelle sembrano volere introdurre criteri clinici ed epidemiologici nel rapporto eziologico fra agenti di rischio e danno alla salute, proponendo elenchi di malattie che attribuiscono una forza causale diversa a fattori occupazionali di rischio differenti nel determinismo di ogni specifica tecnopatologia. Nell'ottica di un ampliamento dell'elenco delle malattie tabellate deve essere segnalata, nel DM 11 dicembre 2009, l'aggiunta della voce "melanoma" che tuttavia viene attribuita, con rapporto eziologico possibile, solo all'esposizione e radiazioni solari. Anche se significato e finalità delle tabelle presenti nei due decreti sono differenti, si ritiene comunque necessario sottolineare una mancanza di uniformità, non giustificabile sotto l'aspetto scientifico, negli elenchi delle malattie professionali da ROA presenti nei DM 9 aprile 2008 e 11 dicembre 2009 che ad oggi rappresentano i riferimenti normativi nella pratica quotidiana di gestione delle malattie di sospetta origine professionale.

Un altro aspetto critico riguarda la segnalazione delle malattie correlate all'esposizione occupazionale a ROA coerenti e non coerenti. Dall'analisi dei dati relativi alle malattie professionali segnalate, definite ed indennizzate dall'INAIL per il periodo 2005-2009, emerge come la cataratta da raggianti risulti essere di fatto la sola patologia oggetto di segnalazione e come, in ogni caso, il numero di casi definiti sia esiguo sul territorio nazionale e presenti una tendenza alla diminuzione, contrariamente a quanto accade per le malattie professionali nel loro

complesso e per quelle non tabellate in particolare. Da un lato, tale dato appare ragionevolmente riconducibile ad un miglioramento dei cicli tecnologici e delle misure di prevenzione e protezione nelle lavorazioni che comportano il rischio di esposizione a radiazioni infrarosse, il principale agente causale riconosciuto nella eziologia della "cataratta da raggianti". Dall'altro lato, il dato potrebbe essere anche attribuibile ad una minore segnalazione di sospette patologie da raggianti del cristallino. Tale ipotesi potrebbe essere a sua volta riconducibile ad una non adeguata attività di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti, soprattutto rispetto alla tipologia di accertamenti necessari per l'individuazione e la diagnosi delle lesioni a carico dell'occhio, l'organo maggiormente interessato dai danni conseguenti all'esposizione a ROA. La visita oculistica completa rappresenta infatti l'accertamento integrativo insostituibile per la valutazione delle strutture oculari bersaglio dell'azione delle ROA. Inoltre, se si prende in considerazione l'ambito delle malattie non tabellate, la varietà di quadri nosologici attribuibili all'esposizione a radiazioni ottiche, dovrebbe far supporre un aumento nel numero di segnalazioni di sospetta malattia professionale. È auspicabile che, a seguito della recente applicazione della normativa che tutela la salute dei lavoratori esposti a ROA, grazie al progressivo miglioramento delle conoscenze ed evidenze scientifiche sull'argomento, possa migliorare il sistema di segnalazione e riconoscimento di malattie professionali non inserite nelle tabelle, ma riconducibili all'esposizione occupazionale a ROA. Sarebbe così anche più facile arrivare, in una fase successiva, all'aggiornamento periodico delle stesse tabelle e ad una precisa identificazione e definizione delle malattie secondarie all'esposizione a ROA.

NO POTENTIAL CONFLICT OF INTEREST RELEVANT TO THIS ARTICLE WAS REPORTED

BIBLIOGRAFIA

1. Algvere PV, Marshall J, Seregard S): Age-related maculopathy and the impact of blue light hazard. *Acta Ophthalmol Scand* 2006; *1984*: 4-15.

2. Callen JP, Bickers DR, Moy RL: Actinic keratoses. *J Am Acad Dermatol* 1997; *36*: 650-653
3. Cruickshanks KJ, Klein BE, Klein R: Ultraviolet light exposure and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *Am J Public Health* 1992; *82*: 1658-62
4. Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III e IV sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. Indicazioni Operative Documento 1 - 2009 Rev. 02 approvate il 11.03.2010 con aggiornamento relativo al Capo V (ROA) - disponibili on line all'indirizzo: http://www.ausl.mo.it/dsp/spsal/spsal_lg_coord_interrregionale.htm
5. Godley BF, Shamsi FA, Liang FQ, et al: Blue light induces mitochondrial DNA damage and free radical production in epithelial cells. *J Biol Chem* 2005; *280*, 21061-21066
6. Grimm C, Wenzel A, Williams T, et al: Rhodopsin-mediated blue-light damage to the rat retina: effect of photoreversal of bleaching. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001; *42*: 497-505
7. Ham W: Ocular hazard of current knowledge. *J Occup Med* 1983; *25*: 101-103
8. ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm e 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Physics* 2004; *87*: 171-186
9. Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale - Decreto 9 aprile 2008. Nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura. (Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 169 del 21-7-2008)
10. Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali - Decreto 11 dicembre 2009. 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 decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124 e successive modifiche e integrazioni. (Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 65, del 19 marzo 2010)
11. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali - 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 decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124, e successive modifiche e integrazioni. (Supplemento ordinario n. 66 alla Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 76 del 1-4-2010)
12. Mukhtar H, Elmetts CA. Photocarcinogenesis: mechanisms, models and human health implications. *Photochem Photobiol* 1996; *63*: 356-357
13. Narda R, Magnavita N, Sacco A, et al: Affezioni oculari nei saldatori: uno studio longitudinale. *Med Lav* 1990; *81*: 399-406
14. Olanrewaju MO, Chou RB, Cullens AP, Robinson B: Occupational exposure to optical radiation and the ocular health status of glassblowers. *Ophthalm. Physiol. Opt* 1997; *17*: 483-491
15. Paraluppi P, Taino G, Piccoli B: Radiazioni ottiche artificiali: sorveglianza sanitaria e ruolo del medico competente. Atti "dBA incontri 2010" - Modena, 5-6 ottobre 2010 - 250-254
16. Pitts DG, Cullen AP, Dayhaw-Barker P: *Determination of ocular threshold levels for infrared radiation cataractogenesis*. U.S. DHHS Public Health Service. NIOSH Pub. N° 77-0042-7701 1980; Cincinnati, OH - USA: 1-55
17. Preston JL, Schoessler JP: Change in the corneal endothelium following infrared exposure during glassblowing. *Optom Vis Science* 1994; *71*: 153
18. Rapp LM, Smith SC: Morphologic comparisons between rhodopsin-mediated and short-wavelength classes of retinal light damage. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992; *33*: 3367-3377
19. Reesal MR, Dufresne RM, Suffett D, Alleyene BC. Welder eye injures. *J Occup Med* 1989; *31*: 1003-1006
20. Robert C, Dubertret L. Cancers of the skin, relations to ultraviolet rays. *Presse Med* 1995; *24*: 1610-1616
21. Sperling HG, Johnson C: Differential spectral photic damage to primate cones. *Vision Res* 1980; *20*: 1117-1125
22. Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, et al: Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *New Engl J Med* 1988; *319*: 1429-1433
23. Vaughan DG, Asbury T, Riordan Eva P: *General Ophthalmology*. 13th edn. Norwalk, Connecticut USA: Appleton and Lange 1992; 173-174
24. Wenzel A, Grimm C, Samardzija M, Remé CE: Molecular mechanisms of light induced photoreceptor apoptosis and neuroprotection for retinal degeneration. *Prog Retin Eye Res* *24*: 275-306
25. West SK, Duncan DD, Muoz B, Rubin GS, et al: Sunlight exposure and risk of lens opacities in a population-based study: The Salisbury eye evaluation project. *JAMA* 2005; *280*: 714-718