



L'estratto che stai visualizzando  
è tratto da un volume pubblicato su  
ShopWKI - La libreria del professionista

[VAI ALLA SCHEDA PRODOTTO](#)





associazione italiana  
radioprotezione medica

# Linee Guida AIRM

## Sorveglianza medica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti

A cura di

M. Bellia  
G. Campurra  
G. De Luca  
A. Giovanazzi  
F. Gobba  
N. L'Abbate  
V. Lodi  
F. Malesani  
R. Moccaldi  
F. Ottenga  
R. Pennarola  
B. Persechino  
E. Righi  
A. Stanga  
G. Trenta



IPSOA

Gruppo Wolters Kluwer



INDICITALIA

Gruppo Wolters Kluwer



associazione italiana  
radioprotezione medica

# Linee Guida AIRM

## Sorveglianza medica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti

A cura di

M. Bellia  
G. Campurra  
G. De Luca  
A. Giovanazzi  
F. Gobba  
N. L'Abbate  
V. Lodi  
F. Malesani  
R. Moccaldi  
F. Ottenga  
R. Pennarola  
B. Persechino  
E. Righi  
A. Stanga  
G. Trenta



IPSOA

Gruppo Wolters Kluwer



INDICITALIA

Gruppo Wolters Kluwer

PROPRIETA' LETTERARIA RISERVATA

© 2013 Wolters Kluwer Italia S.r.l. Strada 1, Palazzo F6 – 20090 Milanofiori Assago (MI)

ISBN: 9788821745225

Il presente file può essere usato esclusivamente per finalità di carattere personale. I diritti di commercializzazione, traduzione, di memorizzazione elettronica, di adattamento e di riproduzione totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

L'elaborazione dei testi è curata con scrupolosa attenzione, l'editore declina tuttavia ogni responsabilità per eventuali errori o inesattezze.

## PRESENTAZIONE

Con notevole impegno e dedizione l'AIRM sta perseguendo da tempo l'obiettivo di produrre un documento che costituisca la base scientifica, normativa ed operativa dell'attività del medico di radioprotezione. Un primo tentativo, limitato allo specifico ed importante aspetto del protocollo diagnostico, aveva portato nel 1995 alla Pubblicazione n. 21 dell'AIRM dal titolo: "Linee guida per gli accertamenti diagnostici nella sorveglianza medica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti". Ma successivamente forte è stata l'esigenza di ampliare l'orizzonte tematico onde analizzare e motivare tutti i molteplici aspetti che contraddistinguono le basi conoscitive, dottrinarie, giuridiche e attuative della sorveglianza medica degli esposti a radiazioni ionizzanti. Un'opera di questo impegno ha richiesto approfondimenti, dibattiti, confronti, critiche e ripensamenti in seno all'Associazione.

Tutti i soci hanno praticamente contribuito a fornire il loro apporto mediante quesiti, osservazioni e proposte che sono state sviluppate in occasione dei seminari, convegni, corsi e giornate di studio che si sono succeduti negli anni. Un primo e consistente risultato di questo sforzo è stata la stesura di una prima bozza di linee guida pubblicata nel 2005, appunto con il titolo di "Linee guida" e sottotitolo "Elementi per la sorveglianza medica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti" (Documento AIRM n. 38).

L'aggiornamento della dottrina, dei criteri di base e delle conoscenze maturate nel tempo successivo a livello internazionale e l'esperienza acquisita a livello nazionale hanno fornito motivo e stimolo per la revisione e l'aggiornamento dell'edizione ora indicata. Il risultato di questo riesame non ha aggiunto molto all'indirizzo di base a suo tempo evidenziato e proposto; mentre si può rilevare una più consistente dovizia di informazioni, suggerimenti ed indicazioni di carattere epidemiologico e gnoseologico che rafforzano e giustificano le fondamenta della disciplina.

Da quanto esposto si intuisce che il testo, che qui viene presentato, è frutto di un lavoro collegiale, con il contributo dei soci, che il Consiglio Direttivo ha demandato ad un apposito Gruppo di lavoro, per sviluppare le varie tematiche in accordo con gli specifici orientamenti individuali. Il Gruppo di lavoro si è proposto di fornire un insieme di documenti, informazioni, riflessioni ed interpretazioni, nonché di suggerimenti pratici, dei quali il medico incaricato della sorveglianza medica potrà avvalersi, nelle varie circostanze, comprese quelle incidentali e di emergenza, nel rispetto della sua libera responsabilità professionale.

Anche in questo caso, come già ricordato nella precedente edizione, il contenuto della presente pubblicazione rappresenta solamente una "guida", cioè un insieme di suggerimenti e supporti informativi che possono riuscire utili nella nostra complessa professione. E' quindi escluso ogni intendimento ed ogni interpretazione di tipo vincolante, che è lungi dal pensiero del Gruppo di lavoro che si è impegnato in questo sforzo.

La sorveglianza medica è infatti una attività di prevenzione, con carattere di estrema "personalizzazione", non solo per quanto riguarda il modo di valutare e di ragionare di ciascun medico, ma, soprattutto, per quanto riguarda il singolo "caso", che rappresenta un motivo di esame, di valutazione e di conseguente decisione del tutto particolare con riferimento anche al contesto professionale e socio-culturale specifico di ciascun soggetto esposto: è questo il paradigma della sorveglianza medica intesa come "radioprotezione personalizzata".

Da questa prima pagina va un sentito ringraziamento ai Colleghi del Gruppo di lavoro che si sono prodigati nella stesura delle varie parti del documento e un doppio ringraziamento al collega Gabriele Campurra che si è assunto l'oneroso compito di trasferire in formato di stampa per l'edizione finale i contributi del Gruppo.

Il Presidente AIRM  
Prof. Giorgio Trenta

## L'AIRM E GLI AUTORI



L'AIRM (Associazione Italiana di Radioprotezione Medica) è un'associazione di carattere scientifico e professionale, fondata nel 1977 che riunisce circa 500 medici sparsi in tutta Italia che svolgono attività di "sorveglianza medica" degli esposti a radiazioni ionizzanti e che dalla legge sono denominati: Medici Autorizzati.

E' una Associazione diffusa su tutto il territorio nazionale ed è articolata in sezioni regionali.

L'AIRM si è fatta carico fin dalla sua fondazione del compito di formazione scientifica e professionale nella materia specifica di Radioprotezione (ionizzanti e non) con numerosi congressi nazionali, alcuni dei quali a partecipazione internazionale, convegni, corsi, seminari e giornate di studio ed è iscritta alla Consulta delle Società Scientifiche della FNOMCeO ed alla FISM (Federazione Italiana delle Società Mediche). E' altresì associata alla CIIP (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione) ed ultimamente è federata con l'AIRP e la AIFM per i comuni interessi culturali di Radioprotezione e per l'adesione alla Associazione Internazionale di Radioprotezione (IRPA).

Da alcuni anni L'Associazione ha la qualifica di provider e accredita le proprie manifestazioni presso il Ministero della Salute assegnando i crediti formativi richiesti dalla normativa per la formazione della classe medica.

### Autori

#### **Marcello Bellia**

Specialista in Medicina del Lavoro, Medico Autorizzato e competente LNS e INFN sez. CT, Consigliere AIRM

#### **Gabriele Campurra**

Specialista in Medicina del lavoro, Medico Autorizzato della ASL RM H, Consigliere AIRM e Co.Na.Me.Co.

#### **Giuseppe De Luca**

Specialista in Medicina del Lavoro e Medico Autorizzato, Responsabile Settore Medicina del Lavoro ISPRA, Consigliere AIRM

#### **Angelo Giovanazzi**

Specialista in Medicina del Lavoro e Medico Autorizzato, Consigliere AIRM

#### **Fabriziomaria Gobba**

Professore associato di Medicina del Lavoro, Coordinatore Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Modena e Reggio Emilia. Consigliere AIRM

**Nicola L'Abbate**

Ordinario di Medicina del Lavoro f.r., Professore a Contratto Università degli Studi di Foggia, Consigliere AIRM e SIMLII

**Vittorio Lodi**

Specialista in Medicina del Lavoro e in Malattie dell'apparato respiratorio. Medico Autorizzato e Medico Competente presso A.O.U. di Bologna U.O. Medicina del Lavoro

**Fabio Malesani**

Specialista in Medicina del lavoro, Medico Autorizzato e competente dell'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari di Trento

**Roberto Moccaldi**

Responsabile Medicina del Lavoro e Radioprotezione Medica del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Segretario AIRM

**Franco Ottenga**

Ordinario f.r. di Medicina del Lavoro Università di Pisa, Vicepresidente Consulta Intersociativa Italiana per la Prevenzione, Vicepresidente AIRM

**Raffaele Pennarola**

Docente di Medicina del lavoro dell'Università di Napoli Federico II e Medico Autorizzato, Consigliere AIRM

**Benedetta Persechino**

Specialista in Medicina del Lavoro e Medicina Legale; Medico Autorizzato; Consigliere AIRM

**Enzo Righi**

Specialista in Medicina del Lavoro e ematologia, Medico Autorizzato, già Dirigente di ricerca dell'INFN

**Andrea Stanga**

Specialista in Medicina del lavoro, Medico Autorizzato e Competente ASL Caserta, Tesoriere AIRM

**Giorgio Trenta**

Specialista in Medicina del lavoro, Medico Autorizzato, Presidente AIRM e Coordinatore del Gruppo di lavoro per le Linee Guida

## CAPITOLO 1

### Quadro di riferimento dottrinario

SOMMARIO: **1.** La Radioprotezione medica: aspetti conoscitivi - **2.** Il sistema di protezione radiologica - **3.** La limitazione del rischio e l'ipotesi lineare.

#### **1. La Radioprotezione medica: aspetti conoscitivi**

Tra i vari rischi lavorativi, quello derivante da esposizione alle radiazioni ionizzanti è stato sempre visto come rischio singolare degno di trattazione a parte, tanto da fare della specifica branca di prevenzione nell'impiego delle radiazioni una disciplina a denominazione propria - la Radioprotezione - e da farne oggetto di normativa apposita, sia a livello sopranazionale che nazionale.

Questa singolarità, se da una parte deriva da esigenze di armonizzazione dello sfruttamento dell'energia nucleare, è certamente anche collegata alla peculiarità di questo rischio che fa capo a conoscenze scientifiche sull'infinitamente piccolo, a concetti sfuggenti alla concretezza quotidiana e a entità impercettibili ai sensi e però quantificabili e misurabili con estrema precisione.

In modo molto succinto l'impostazione attuale di questa disciplina, come enunciata nella pubblicazione 60 della ICRP<sup>1</sup>, tende:

- a focalizzare l'attenzione sulla prevenzione degli effetti stocastici delle radiazioni;
- a consolidare il principio concettuale di base: il Principio di Protezione Radiologica, basato su tre capisaldi: giustificazione, ottimizzazione e limitazione delle dosi;
- a rianalizzare il rischio e a reimpostare i valori di limitazione delle dosi sulla base di considerazioni di ordine socio-sanitario.
- Tale impostazione è stata completamente ripresa dalle successive raccomandazioni del 2007.<sup>2</sup>

Sulla base di quanto sopra, è stata condotta una revisione degli obiettivi, dei criteri di impostazione e delle modalità di effettuazione della sorveglianza medica, onde armonizzarla con il quadro di riferimento prospettato. Nel corso degli anni infatti l'obiettivo sanitario della Radioprotezione medica ha seguito l'evolversi dei criteri che hanno orientato la diversa finalità assegnata ai limiti di esposizione; lo scopo di questi ultimi è infatti gradatamente passato da quello di evitare gli effetti deterministici, a quello di ridurre la probabilità di insorgenza di effetti stocastici (vedi **Allegato I**).

Promuovere, mantenere e sorvegliare la salute globale della persona sana che lavora con rischio da radiazioni deve essere l'obiettivo primario della Radioprotezione medica, piuttosto che (secondo i criteri della Medicina del Lavoro di molti anni fa) quello di aiutare con la clinica e la terapia il lavoratore (malato) a riacquistare la salute di quegli organi che potrebbero essere stati "maggiormente danneggiati dalle radiazioni". Con questo non viene certamente accantonato l'obiettivo del soccorso e dell'assistenza per gli aspetti clinici degli irradiati e contaminati che costituiscono, sia pur molto occasional-

---

<sup>1</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Recommendation of the International Commission on Radiological Protection - Publication 60 - Pergamon Press, Oxford 1991.

<sup>2</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection - Annals of the ICRP Vol. 37/2-4, 2008 - Publication 103.

mente, motivi di intervento da parte del medico di Radioprotezione, che pertanto non può ignorare questa importante capitolo della Radiopatologia.

Come noto la Radioprotezione medica ha dagli anni sessanta spostato la sua attenzione di prevenzione dalle patologie di tipo deterministico soglia-dipendenti (oggi denominate anche “reazioni tissutali avverse”) legate alle alte dosi di esposizione, alle patologie di tipo stocastico, che possono essere attese anche alle basse dosi secondo il modello di causalità attualmente adottato. A queste, ma non solo, viene pertanto rivolto l’interesse principale della sorveglianza medica con lo specifico interesse di ridurre l’incidenza o quanto meno di evidenziare quanto più precocemente possibile l’instaurarsi di un processo neoplastico. Il perseguimento di questo obiettivo è sicuramente quello più in linea con lo spirito del D.Lgs. 230/95<sup>3</sup> e delle successive modifiche ed integrazioni (D.Lgs. 241/00, D.Lgs. 257/01), che richiedono al medico addetto alla sorveglianza medica di effettuare la valutazione dello stato generale di salute in vista delle condizioni lavorative e del rischio connesso per la valutazione dell’idoneità al lavoro specifico. Tale impostazione non può prescindere pertanto dalle informazioni che ci fornisce l’epidemiologia, che, nel tema specifico, è lo strumento che apre la via alla “medicina basata sull’evidenza”, senza però dimenticare che alle “piccole dosi” mancano le evidenze epidemiologiche di possibili correlazioni causali (zona muta).

A tal riguardo, le numerose serie epidemiologiche tenute in osservazione dagli organismi scientifici internazionali e nazionali consentono di aggiornare le indicazioni numeriche delle grandezze sanitarie assunte come base per l’effettuazione della valutazione del rischio legato all’esposizione alle radiazioni ionizzanti. A tal riguardo vengono riportate nell’**Allegato VII** delle tabelle riassuntive ricavate dalla pubblicazione: “Sources and effects of ionizing radiation” dell’UNSCEAR, indirizzata nel 2000 all’Assemblea Generale delle Nazioni Unite<sup>4</sup>, che si riferiscono alle valutazioni di rischio relative a patologie oncologiche per le quali i dati epidemiologici permettono di valutare la consistenza dell’associazione con l’esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Tale Organismo analizza e valuta l’entità del rischio oncogeno facendo riferimento, da una parte, ai dati di mortalità e/o di incidenza per 16 sedi oncologiche, dall’altra, ai dati dosimetrici ed alle caratteristiche anagrafiche relative alle numerose serie epidemiologiche di lavoratori esposti. Tra queste in primo luogo viene presa in esame quella dei sopravvissuti alle esplosioni atomiche di Hiroshima e Nagasaki, oggetto del progetto Life Span Study, che, per l’alta potenza statistica, offre la maggiore affidabilità dei risultati. Sembra importante evidenziare quanto al riguardo l’UNSCEAR riassume nello statement n. 78 che costituisce uno sguardo iniziale d’insieme: “Il numero dei tumori solidi associati con l’esposizione con le radiazioni non sono sufficienti per permettere una analisi dettagliata della risposta in dose per molti siti o tipi specifici di tumori. Per tutti i tumori solidi raggruppati l’andamento della curva dose-risposta è lineare fino a circa 3 Sv, mentre la curva dose-risposta per la leucemia viene meglio descritta da una funzione lineare-quadratica”. Rischi statisticamente significativi per la leucemia nel “Life Span Study” vengono rilevati per dosi “acute” al sistema emopoietico superiori a

---

<sup>3</sup> Attuazione delle direttive EURATOM 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti. Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 - Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 136 del 13 giugno 1995.

<sup>4</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations - UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly with scientific Annexes - United Nations, 2000, New York.

circa 100-200 mSv<sup>5</sup>. Per ognuno dei 16 siti oncologici, per i quali gli studi epidemiologici forniscono adeguate informazioni quantitative, sono forniti, sotto forma numerica, i risultati delle stime di rischio.

Non si può non sottacere che le manifestazioni anomale o addirittura patologiche conseguenti all'esposizione, sono molto spesso quelle di natura psicologica come rilevato dalla stessa UNSCEAR per l'incidente di Chernobyl<sup>5</sup>, o anche dall'ICRP nel paragrafo "Recognizing the importance of psychological consequences"<sup>6</sup> del Rapporto del Gruppo di lavoro apposito per analizzare gli elementi emersi dall'incidente di Fukushima.

Al riguardo un ulteriore aspetto che non può essere trascurato, soprattutto parlando di sorveglianza medica su lavoratori impegnati in attività nelle quali possono rappresentare problemi sanitari ed ambientali rilevanti, quali gli impianti nucleari di potenza, quelli del ciclo del combustibile o quelli di radioterapia e di medicina radiometabolica: gli aspetti di significato psichiatrico.

Per tutto quanto sopra si ritiene che la base di questa costruzione, che costituisce il bagaglio culturale del medico di Radioprotezione, deve necessariamente poggiare su conoscenze di natura scientifica e tecnica in particolare di fisica nucleare e di fisica delle radiazioni; che unitamente al Sistema Internazionale delle grandezze e unità di misura sono l'indispensabile strumento conoscitivo propedeutico a un corretto approccio alla Radioprotezione (vedi **Allegati I e II**). Se a queste si aggiungono le conoscenze di carattere sanitario cui è stato fatto rapido cenno, si rileva quale deve essere il bagaglio conoscitivo per l'attuazione di una efficace Sorveglianza medica degli esposti. Per riassumere si possono indicare in una tabella le discipline, le conoscenze e le informazioni specifiche che si richiedono per la formazione in questo particolare settore della prevenzione.

- Medicina del Lavoro
- Elementi di Fisica nucleare
- Fisica delle radiazioni ionizzanti
- Sistema Internazionale per le grandezze ed unità di misura
- Dosimetria
- Dottrina e basi filosofiche della Radioprotezione
- Radiobiologia
- Radioepidemiologia
- Oncologia medica
- Radiopatologia
- Normativa e Medicina Legale
- Psicologia e Psichiatria

---

<sup>5</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations - UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with scientific Annexes - United Nations, 2010, New York.

<sup>6</sup> Report of ICRP Task Group 84 on "Initial Lessons Learned from the Nuclear Power Plant Accident in Japan vis-à-vis the ICRP System of Radiological Protection" - ICRP ref 4832-8604-9553 2012 November 22.

## 2. Il sistema di protezione radiologica

Già dagli anni '70 l'ICRP<sup>7</sup> aveva indicato il "Sistema di limitazione delle dosi" come la filosofia di base per l'attuazione concreta della Radioprotezione nelle attività con rischio da radiazione. Successivamente, nel 1990 la stessa ICRP<sup>8</sup>, come per indicare che la "limitazione" della dose non raggiunge la pienezza dell'obiettivo concreto, ha ride-nominato l'insieme dei principi di base come "Sistema di protezione radiologica."

La legislazione nazionale, che per oltre 30 anni ha seguito solo indirettamente l'evoluzione del pensiero che si andava maturando in sede internazionale, ha recepito con il D.Lgs. 230/95<sup>3</sup> in unico provvedimento le innovazioni ed ha introdotto profonde innovazioni nell'impostazione e nell'attuazione della sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti. Tra queste innovazioni rientra anche l'introduzione dei principi di base.

Pertanto l'adozione del "Sistema" è un aspetto fortemente innovativo e sicuramente rilevante per la sorveglianza medica, anche se il D.Lgs. 230/95 (artt.2 e 72) non attribuisce in maniera unica e diretta ai responsabili della sorveglianza l'obbligo dell'attuazione del "Sistema di Protezione Radiologica".

Pertanto, per il passato, salvo poche occasioni, non è stato mai posto a sufficienza l'accento sul fatto che anche la Radioprotezione medica debba esser condotta nel rispetto del "tripode": giustificazione-ottimizzazione-limitazione, che costituisce il nucleo portante del "Sistema di Protezione Radiologica" sul quale, come detto, sono incentrate le Raccomandazioni del 1990 dell'ICRP<sup>9</sup> (**Allegato V**). Il medico che nell'attuare il suo obiettivo aveva già come obbligo derivante dalla deontologia professionale quello di trovare giustificazione ad ogni suo "Atto", ora dovrebbe rispettarlo anche per obbligo di normativa. Il principio richiede l'attuazione non solo da un punto di vista strettamente sanitario, punto di vista che è preminente nell'attività medica, ma anche da un punto di vista economico e sociale nell'interesse del lavoratore, della collettività e dell'azienda, tenendo peraltro conto dello stato in cui versa la sanità nel nostro Paese e delle risorse disponibili. Pertanto nell'effettuare la sorveglianza sanitaria il medico dovrà considerare non solo tutti quegli elementi che concorrono al raggiungimento dell'obiettivo primario, cioè la salute del lavoratore, ma anche tutti gli altri aspetti che "giustificano" le sue decisioni e che "ottimizzano" i suoi interventi.

Come caso particolare in questa visione "giustificata ed ottimizzata", nel richiedere, ad esempio, le indagini strumentali e di laboratorio, il medico incaricato della sorveglianza medica della Radioprotezione dovrebbe tener conto:

- del grado di utilità in riferimento alla salute,
- dell'invasività e dei disagi psico-sanitari globali sul lavoratore,
- dei costi economici e sociali per l'azienda e per la collettività,

aspetti questi ultimi cui viene fatto esplicito richiamo attraverso la dizione: "fattori economici e sociali" indicati appunto nei principi.

In particolare si può qui sottolineare il debito conto in cui il medico dovrebbe tenere il principio di ottimizzazione soprattutto nella formulazione del giudizio di idoneità. A tal riguardo dovrebbe soppesare gli:

---

<sup>7</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Recommendation of the International Commission on Radiological Protection - Publication 26 - Pergamon Press, Oxford 1977.

<sup>8</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection - Publication 60 - Pergamon Press, Oxford 1990.

- aspetti relativi alla collocazione professionale e sociale del lavoratore;
- aspetti economici per l'individuo;
- aspetti economici per la società;
- aspetti psicologici del lavoratore,

a fronte di alcuni altri elementi da valutare e provvedimenti attuabili come:

- supplemento di indagini più mirate e più specifiche,
- eventuali prescrizioni limitative (idoneità condizionata),
- incremento della periodicità dei controlli,
- conseguenze individuali e sociali della non idoneità.

Questa esigenza di valutazione complessiva delle varie decisioni a fronte dei vari aspetti ed interessi individuali e collettivi ha sempre spinto i medici autorizzati, e per essi l'Associazione che li riunisce, ad opporsi alla indicazione da parte della Pubblica Amministrazione di una lista di malattie da considerare motivo di non idoneità. Ciò infatti da un lato va contro la richiesta di avere per la sorveglianza medica un "superspecialista", a cui però, contraddittoriamente, bisogna indicare, deresponsabilizzandolo, cosa deve fare; dall'altra va a frustrare la possibilità di attuare il principio di ottimizzazione in questa importante e delicata fase della sorveglianza medica. In realtà il DM Sanità n. 488/01<sup>9</sup> ha preso in considerazione tale aspetto indicando non vincolanti posizioni di idoneità, ma richiamando semplicemente l'attenzione del medico su "criteri indicativi".

L'ottimizzazione e la giustificazione già per le loro finalità dovrebbero portare ad individuare condizioni, rispettando le quali, è possibile ricondurre il soggetto, che potrebbe esser non idoneo per il criterio "tabellare", entro un'idoneità condizionata al rispetto di determinate prescrizioni; ciò può comportare un costo aggiuntivo per le maggiori "protezioni", costo che va però bilanciato con i vantaggi che riguardano il soggetto in esame, l'azienda in cui questi opera, la società nel suo complesso. Nella sua delicata valutazione il medico si trova infatti a dover confrontare sui due piatti di un'ideale bilancia: da una parte una serie di ipotesi di diverso peso che si riferiscono ad un ipotetico rischio futuro; dall'altro una serie di danni reali di varia natura (socioeconomici, professionali, psicologici) che gravano di fatto sul lavoratore che si vorrebbe proteggere con un giudizio di non idoneità.

Altro momento in cui attuare il principio di ottimizzazione è quello della individuazione delle indagini laboratoristiche e strumentali da richiedere per l'attuazione della sorveglianza.

Anche in tal caso, in analogia a quanto esposto, il medico, sulla base delle informazioni che riguardano le condizioni lavorative, lo stato di benessere del lavoratore a lui affidato, le caratteristiche aziendali, le disponibilità delle strutture sanitarie, adotterà il protocollo diagnostico più appropriato, tenendo conto della relativa giustificazione ed ottimizzazione. Aspetti questi che costituiscono il principale interesse del presente documento.

---

<sup>9</sup> Ministero della salute Decreto 11 giugno 2001, n. 488 (G.U. 5 aprile 2002, n. 80). Regolamento recante criteri indicativi per la valutazione dell'idoneità dei lavoratori all'esposizione alle radiazioni ionizzanti, ai sensi dell'articolo 84, comma 7, del Decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230.

### 3. La limitazione del rischio e l'ipotesi lineare

Nel corso degli anni l'obiettivo sanitario della Radioprotezione medica ha seguito l'evolversi dei criteri che hanno orientato la diversa finalità assegnata ai limiti di esposizione; lo scopo di questi ultimi, come già accennato, è infatti gradatamente passato da quello di evitare il verificarsi degli effetti deterministici a quello di ridurre la probabilità di insorgenza di effetti stocastici. Tale variazione qualitativa dell'oggetto dei limiti avvenuta in accordo con quanto indicato sopra, ha altresì comportato anche una variazione quantitativa che ha ridotto il valore dei limiti di esposizione per i lavoratori da 50 mSv/a a 20 mSv/a.

I criteri che a suo tempo avevano portato a stabilire (dopo successivi interventi al ribasso) il limite di 50 mSv si possono ritenere mutuati dalla tossicologia industriale con l'ulteriore elemento di cautela rappresentato dalla estensione della dose all'anno lavorativo. Tale limite di dose risulta essere infatti circa 1/10 della soglia di comparsa degli effetti di tipo deterministico a seguito di esposizione acuta (come la sindrome prodromica da raggi che l'ICRP colloca appunto a 0,5 Sv<sup>10</sup>) in analogia a quanto viene proposto nell'igiene industriale.

Superato il problema degli effetti deterministici, oggi praticamente assenti nella popolazione impiegata nel settore radiologico, era naturale che il limite fosse orientato all'altro obiettivo: quello della riduzione di comparsa degli effetti stocastici; i limiti hanno sì il significato di invalicabilità proprio del termine, ma acquistano anche quello di valori che non forniscono garanzie circa la comparsa di possibili effetti per le esposizioni inferiori, in accordo con l'ipotesi lineare senza soglia.

Il nuovo limite di 20 mSv/a è stato indicato come risultato, da una parte, dell'esito di indagini demoscopiche circa l'entità del rischio accettabile da parte della popolazione e, dall'altra, delle valutazioni di rischio derivanti dagli studi epidemiologici cui sopra è stato fatto cenno. Esso pertanto deriva da un valore di rischio pari a  $10^{-3}$  eventi mortali per anno per i lavoratori, ritenuto accettabile nel campo delle moderne attività (nuove tecnologie) a rischio e dalla probabilità estesa a tutta la vita di incorrere in un tumore mortale in conseguenza di un'esposizione lavorativa continua al limite predetto. (Per un chiarimento del concetto di rischio si vedano gli **Allegati VI e VII**).

Quindi ridimensionata l'importanza degli effetti deterministici, l'obbligo della sorveglianza medica trova giustificazione soprattutto in questa impostazione dottrinarie che vuole abbassare l'entità del rischio stocastico al di sotto di quello correlabile con il limite annuo di dose.

Certo anche per ragioni incidentali sono sempre possibili situazioni con esposizioni che possono determinare il superamento delle soglie di comparsa degli effetti deterministici (es. attività "interventistiche") ai quali il medico dovrebbe sempre prestare la dovuta attenzione, ma indubbiamente il suo interesse prevalente va rivolto alle basse dosi e quindi ai soli effetti che da queste possono derivare, effetti che richiedono prevenzione primaria quando attuabile e sempre prevenzione secondaria, intesa come diagnosi la più precoce possibile.

Un punto che merita sottolineare nel contesto del "Sistema di protezione radiologica" è che tutta la costruzione dottrinarie della Radioprotezione si basa da una parte sulle evi-

---

<sup>10</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Publication 41: Nonstochastic effects of ionizing radiation. Pergamon Press, Oxford 1984.

denze epidemiologiche (dove riscontrabili) e dall'altra sulla cautela. Quest'ultima è rappresentata dall'**ipotesi lineare senza soglia**, una ipotesi che rappresenta anche l'indispensabile strumento matematico per poter applicare i criteri di valutazione del rischio e quindi lo stesso "Sistema di protezione" e la normativa conseguente. Di detta ipotesi, peraltro fortemente contrastata sul piano scientifico e a causa della disinvoltata applicazione che se ne fa a volte per motivi strumentali, è ribadito più volte, anche dalla stessa ICRP, il significato "ipotetico" per fini di prevenzione nell'ambito della protezione radiologica. Un più puntuale significato dell'ipotesi lineare senza soglia (abitualmente ormai indicata con l'acronimo: LNT *Linear No-Threshold hypothesis*) è riportato nell'**Allegato I** al paragrafo "Danni somatici stocastici".

In questo capitolo è stato fatto ripetuto riferimento al "Sistema di Protezione Radiologica" e in **Allegato V** se ne dà concreta rappresentazione sia dal punto di vista analitico e geometrico che dal punto di vista del suo significato "finanziario".

E' evidente che una applicazione della giustificazione e ottimizzazione degli interventi del medico chiamato a svolgere l'attività di Radioprotezione non può essere fatta in modo stringentemente conforme a quanto indicato in detto Allegato. Pertanto il suo contenuto ha solo un significato indicativo e va interpretato ed applicato in modo "intuitivo" nella maggior parte delle decisioni e delle specifiche opzioni operative che si presentano nell'attività di sorveglianza medica, in particolare: nel formulare il giudizio di idoneità e nel decidere il protocollo diagnostico da applicare al singolo caso. Resta il fatto che nei confronti delle idoneità "sofferte" il medico dovrebbe indicare nel documento sanitario personale, o in un allegato al medesimo, gli elementi che ritiene giustificativi della sua decisione.

A conclusione di questo primo capitolo merita sintetizzare il fatto che la Radioprotezione è sostanzialmente basata su un indirizzo operativo che, fondandosi sul **principio di precauzione**, rappresentato dall'**ipotesi lineare senza soglia**, concretizza i suoi interventi con il supporto del **Sistema di protezione radiologica**, costituito dai tre principi: **giustificazione**, **ottimizzazione** e **limitazione** delle dosi.



## CAPITOLO 2

### Sorveglianza medica della Radioprotezione

SOMMARIO: 1. Indirizzi generali - 2. Indicazioni per un protocollo di prevenzione - 3. Iter attuativo della sorveglianza medica della Radioprotezione.

#### 1. Indirizzi generali

L'area clinica di interesse della sorveglianza medica della Radioprotezione (D.Lgs. n. 230/95<sup>1</sup>) deve essere identificata con lo "stato generale di salute" del lavoratore che, opportunamente articolato nelle sue varie componenti, dovrà risultare compatibile con le specifiche condizioni di lavoro, consentendo così di porre in essere il giudizio di idoneità. Tale compatibilità (assenza di controindicazioni) dovrà essere conservata e comunque verificata nel tempo, attuando la prevenzione e cogliendo di converso i primi segni di una eventuale malattia professionale.

In questo contesto clinico dovrà essere assicurata l'acquisizione di dati di riferimento utili in caso di sovraesposizione accidentale.

Lo stato di salute dei lavoratori, come obiettivo della sorveglianza medica della Radioprotezione, è richiamato in maniera reiterata dalle seguenti normative:

- ICRP pubblicazione n. 26 del 1977<sup>2</sup>;
- Direttiva Comunitaria 80/836/Euratom del 15 luglio 1980<sup>3</sup>;
- ICRP pubblicazione n. 60 del 1990<sup>4</sup>;
- Direttiva 96/29/Euratom del Consiglio del 13 maggio 1996<sup>5</sup>;
- Manuale IAEA "Radiation Protection in Occupational Health: Manual for Occupational Physicians"<sup>6</sup>.

Ai fini della sorveglianza medica della Radioprotezione è importante individuare tutte quelle condizioni di predisposizione, di meiotropia e di patologia conclamata che possono comportare il manifestarsi di una malattia da radiazioni (deterministica e stocastica, vedi **Allegato I**, capitolo sugli effetti biologici delle radiazioni) o un peggioramento della salute di chi lavora.

---

<sup>1</sup> Attuazione delle direttive EURATOM 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti. Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 - Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 136 del 13 giugno 1995.

<sup>2</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - *Recommendation of the International Commission on Radiological Protection* - Publication 26 - Pergamon Press, Oxford 1977.

<sup>3</sup> Consiglio delle Comunità Europee - Direttiva CEE 80/836/EURATOM del 15 luglio 1980 che modifica le norme fondamentali relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti. - Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee L-246 del 19 settembre 1980.

<sup>4</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - *Recommendation of the International Commission on Radiological Protection* - Publication 60 - Pergamon Press, Oxford 1991.

<sup>5</sup> Consiglio delle Comunità Europee - Direttiva CEE 96/29/EURATOM del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti. - Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee L-159 del 29 giugno 1996.

<sup>6</sup> International Atomic Energy Agency (IAEA) - *Radiation Protection in Occupational Health: Manual for Occupational Physicians*, Vienna (1987).

La sorveglianza medica deve pertanto intendersi finalizzata:

- alla verifica della compatibilità dello stato di salute del lavoratore con le specifiche condizioni di lavoro;
- all'acquisizione di dati di riferimento utili in caso di sovraesposizione accidentale;
- alla diagnosi precoce di una malattia professionale certa o presunta;
- alla valutazione dell'efficacia delle misure di controllo del rischio;
- alla predisposizione dei supporti utili per le strategie di protezione della salute nei luoghi di lavoro.

In conformità al D.Lgs. 230/95<sup>1</sup> scopo primario della sorveglianza medica dei lavoratori radioesposti è la valutazione dello "stato generale di salute" confrontato con le condizioni di lavoro che possono incidere, sotto il profilo sanitario, sull'idoneità al lavoro specifico (art. 83, comma 5 e art. 84, comma 3).

Fare medicina della salute nell'ambito del lavoro vuol dire mantenere e promuovere la salute delle persone sane che lavorano attraverso criteri e procedimenti sanitari che possono essere diversi da quelli seguiti nella medicina clinico-assistenziale. Quest'ultima infatti ha come punto di partenza sintomi o segni morbosi e come scopo finale il recupero della salute in coloro che l'hanno perduta.

Una sorveglianza sanitaria su persone sane o a rischio così finalizzata richiede che le visite mediche comprendano<sup>7</sup>: (indagini diagnostiche di 1° livello)

- anamnesi;
- esame obiettivo fisico;
- esame obiettivo di laboratorio (sinonimi: profilo diagnostico di base, dati di base, profili generali di base).

Il medico incaricato della Radioprotezione, nell'ambito dello specifico esercizio professionale, dovrebbe infatti confrontarsi con i due grandi capitoli della radiopatologia: i danni deterministici (graduati, a soglia o reazioni tissutali) e i danni stocastici (probabilistici) (vedi **Allegato I**). Per i primi è possibile attuare una prevenzione totale, mantenendo le dosi a livelli inferiori alla dose soglia; per i secondi, ammettendo una relazione di causalità lineare senza soglia, si può ipotizzare soltanto la limitazione degli stessi.

Nella scelta degli accertamenti diagnostici riguardanti i danni deterministici non si può prescindere dal confronto tra dati dosimetrici comunemente osservati e le specifiche soglie di dose. Di grande importanza sono al riguardo i valori soglia indicati nelle pubblicazioni ICRP n. 41 del 1984<sup>8</sup> e n. 60 del 1990<sup>4</sup> per l'esposizione singola di breve durata e per l'esposizione protratta e frazionata, sia annuale che totale (vedi **Allegato I, tab. 7**). Per quanto riguarda gli effetti stocastici, va rilevato che il sistema di protezione radiologica (art. 2 del D.Lgs. n. 230/1995<sup>1</sup>) è strettamente correlato all'ipotesi di relazione di tipo lineare senza soglia tra dose e probabilità di accadimento: ogni tipo di esposizione alle radiazioni ionizzanti dovrebbe essere mantenuto ai livelli più bassi ragionevolmente ottenibili, nell'assunzione che il danno stocastico si possa limitare riducendo le dosi, ma mai prevenire del tutto.

---

<sup>7</sup>Burlina A. - *Medicina di laboratorio. Fondamenti di Diagnostica* - Ed. Medico Scientifiche, Torino (1992).

<sup>8</sup>International Commission on Radiological Protection (ICRP) - *Publication 41: Nonstochastic effects of ionizing radiation*, Pergamon Press, 1984.

A questo va aggiunto il fatto che il danno stocastico radioindotto di tipo somatico (leucemie e tumori solidi) è aspecifico, a comparsa casuale e tardiva nella popolazione esposta e non è dimostrabile alle basse dosi attraverso l'evidenza epidemiologica.

Ne consegue che il medico dovrebbe confrontarsi, non soltanto con gli eventuali casi di tumore in eccesso dovuti all'irradiazione professionale, ma inevitabilmente e prevalentemente con i tumori cosiddetti "spontanei" o "naturali", che si presentano nella comune popolazione con una mortalità del 30% ed oltre. In questo contesto la sorveglianza medica della Radioprotezione acquisisce indubbiamente compiti istituzionali di tipo oncopreventivo.

D'altra parte esiste una sostanziale coincidenza tra i tumori a più elevato coefficiente di radioinducibilità e i tumori più frequentemente osservabili nella comune popolazione. In tal modo viene necessariamente a realizzarsi una sorta di correlazione biunivoca, vantaggiosa sul piano delle scelte, tra lavoratore radioesposto e soggetto asintomatico della comune popolazione che sia stato inserito in un programma di oncoprevenzione secondaria.

L'obbligo della sorveglianza medica non è correlato necessariamente all'effettivo assorbimento di una dose, piccola che sia, quanto piuttosto alla suscettibilità di ricevere una dose (D.Lgs. n. 230/1995<sup>1</sup>).

Nell'ambito della individuazione degli indirizzi di base per la sorveglianza medica, non può non essere ricordato quanto richiesto in materia dal D.Lgs. 81/08<sup>9</sup> e s.m.i., che costituisce il testo quadro della tutela dei lavoratori nel nostro Paese.

Merita richiamare in via preliminare l'art. 41 del Decreto ora citato che riguarda il contenuto della sorveglianza sanitaria, articolo che in primo luogo afferma: "*La sorveglianza sanitaria è effettuata nei casi previsti dalla normativa vigente*". Pertanto i riferimenti normativi da utilizzare nella fattispecie sono:

- la specifica norma di legge;
- i decreti ministeriali;
- e, secondo alcuni Esperti, anche circolari su rischi specifici non altrimenti individuati, come pure risultati e indicazioni provenienti dalla letteratura specializzata.

Sulla base dei legittimi riferimenti e in dipendenza dell'obbligo statuito all'art. 25, comma 1, lettera b) del citato Decreto circa la programmazione e l'effettuazione della "*sorveglianza sanitaria ... in funzione dei rischi specifici e tenendo in considerazione gli indirizzi scientifici più avanzati*", deve essere predisposto il documento di valutazione dei rischi di cui all'art. 18, comma 1, lett. p) che vede un coinvolgimento ai vari livelli di responsabilità (datore di lavoro, responsabile del servizio di prevenzione e protezione, medico competente, rappresentante per la sicurezza); tale documento dovrebbe essere la fonte delle informazioni che il DL deve trasmettere al medico di Radioprotezione al fine di renderlo edotto degli altri rischi specifici esistenti nelle attività lavorative con esposizione a radiazioni ionizzanti.

Comunque da tale valutazione congiunta del rischio deriva anche la classificazione dei lavoratori. In questa sede non si può non rilevare, di contro, che nell'ambito della sorveglianza dei lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti la classificazione è affidata praticamente all'esperto qualificato come previsto dal comma 1 dell'art. 80 del D.Lgs. 230/95<sup>3</sup>.

---

<sup>9</sup> Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - *Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*. G.U. 30 aprile 2008, n. 101.

Ma il riferimento all'art. 41 del D.Lgs. 81/08 è qui in particolare chiamato in causa per quanto riguarda gli accertamenti periodici finalizzati a controllare lo "stato di salute dei lavoratori". Questa indicazione risulta essere in realtà quasi in contraddizione con quanto stabilito alla lettera b), comma 1 dell'art. 25, che si riferisce a ristretti protocolli sanitari "definiti in funzione dei rischi specifici" o all'art. 41, comma 4, in cui si parla di "esami clinici e biologici e indagini diagnostiche mirati al rischio". Questa parzializzazione clinica poco o nulla ha a che fare con il più volte richiamato "stato di salute" (o "salute" o "integrità psico-fisica") che rappresenta una entità biologica unitaria e globale, non scomponibile di volta in volta in moduli da innestare, mediante meccanismi di tipo "maschio-femmina", sui corrispettivi moduli di rischio per verificarne la compatibilità. Semmai è modulabile l'esplorazione diagnostica dello stato di salute partendo da parsimoniosi, ma ancora significativi, "profili di base", e senza scadere a livelli di inutilità (di per se molto costosa) e di omissione.

Il rischio di "malasanità" non è aleatorio (la "restante" salute sembrerebbe di pertinenza altrui). Si aggiunga che nel titolo del D.Lgs. n. 81/08 si parla di "... tutela della salute... dei lavoratori sul luogo di lavoro".

Al Decreto citato può essere raffrontato il D.Lgs. n.230/1995<sup>3</sup>, che al Capo VIII (protezione sanitaria dei lavoratori), art. 83 (Sorveglianza medica) stabilisce: "... Tale sorveglianza è basata sui principi che disciplinano la medicina del lavoro ...". A tale riguardo è classico ricordare che l'Organizzazione Mondiale della Sanità e l'Organizzazione Internazionale del Lavoro nel 1959 hanno dichiarato che gli obiettivi della Medicina del Lavoro sono quelli di: *"promuovere e mantenere il più alto grado di benessere fisico, mentale e sociale dei lavoratori in tutte le occupazioni; adoperarsi per prevenire ogni danno causato alla salute da condizioni legate al lavoro e proteggere i lavoratori contro i rischi derivanti dalla presenza di agenti nocivi; destinare e mantenere i lavoratori in occupazioni consone alle loro attitudini fisiologiche e psicologiche, in sostanza adattare il lavoro all'uomo e sistemare ogni persona al posto giusto"*.

## 2. Indicazioni per un protocollo di prevenzione

Le considerazioni riportate più sopra forniscono le indicazioni di massima per l'attuazione di una prevenzione oncologica secondaria che trovano la loro base razionale nei seguenti riferimenti:

- scala di priorità nella radioinduzione dei tumori letali predisposta in funzione dei coefficienti di rischio elaborati dall'UNSCEAR 1988<sup>10</sup>, dall'UNSCEAR 2000<sup>11</sup> e dall'ICRP del 1990 (**Allegato VII, Tabella 1**);
- raccomandazioni dell'American Cancer Society per la diagnosi precoce del cancro in soggetti asintomatici;
- confronto tra siti e istotipi compresi nella scala di radioinducibilità, siti e istotipi considerati nelle raccomandazioni dell'American Cancer Society e tumori più frequenti in Italia nell'uomo e nella donna.

---

<sup>10</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) - *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation - Report to the United Nations General Assembly, with Annexes*. United Nations, New York 1988

<sup>11</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations - *UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly with scientific Annexes* - United Nations, 2000, New York

Sulla base di queste indicazioni possono essere adottati protocolli capaci di fornire indicazioni più o meno accurate, classificabili secondo una scala qualitativa indicativa del diverso valore diagnostico e che in ogni caso debbono essere formulati sulla base dei criteri di giustificazione e ottimizzazione; si potranno così avere: protocolli “ideali”; protocolli ridotti; protocolli scadenti, ma ancora sufficienti; protocolli insufficienti (che potranno rasentare l’inutilità o addirittura l’omissione).

### 3. Iter attuativo della sorveglianza medica della Radioprotezione

La Radioprotezione si è mossa sempre costruendo modelli di riferimento per le varie finalità. In particolare ha creduto opportuno fare riferimento al “Reference Man”<sup>12</sup> che è una mescolanza di razze diverse. Su questo modello la stessa ICRP ha elaborato e definito in maniera circostanziata la relazione dose-effetto per i danni radioindotti deterministici (con le relative soglie) e per i danni stocastici (leucemie e tumori solidi). Sempre sulla base di modelli (lineare senza soglia, moltiplicativo) ed a seguito della “revisione dosimetrica” di Hiroshima e Nagasaki, la ICRP 103<sup>13</sup> ha ridefinito i coefficienti nominali di probabilità per effetti stocastici. Attraverso questi coefficienti avviene, come è noto, la stima della probabilità, per dose efficace unitaria, di contrarre un tumore. Nell’occasione la standardizzazione, questa volta legata principalmente dei dati di incidenza sui sopravvissuti giapponesi alle esplosioni atomiche (gli *hibakusha*), viene parzialmente attenuata facendo riferimento ad una “popolazione rappresentativa” opportunamente mediata tra popolazioni diverse. Infatti, per il trasferimento dei dati giapponesi alle realtà di esposizione quotidiana vengono utilizzate dall’ICRP ampie medie (ratei di incidenza per tumore) di 2 gruppi di popolazioni diverse: asiatica (Shanghai, Osaka, Hiroshima e Nagasaki) e euroamericana (Svezia, Regno Unito, Stati Uniti).

La stessa ICRP precisa però che la capacità di riparare il danno da radiazioni dipende, tra l’altro, dalle predisposizioni genetiche dell’individuo. Viene così specificatamente richiamato in Radioprotezione il concetto di suscettibilità individuale su base genetica all’induzione del cancro, tema al quale la ICRP dedica una sua pubblicazione (ICRP<sup>14</sup>) dal titolo: “Genetic Susceptibility to Cancer”. In effetti, in questi ultimi anni, soprattutto in seguito allo sviluppo di tecniche di genetica molecolare, è stato possibile acquisire conoscenze fondamentali sulla cancerogenesi. In particolare, la genetica molecolare ha portato alla caratterizzazione di un numero significativo di difetti ereditari associati alla predisposizione familiare ai tumori. Poiché le attuali raccomandazioni in Radioprotezione sono essenzialmente basate sulla stima del rischio di eccesso di cancro per l’esposizione di popolazioni nel loro insieme e tenuto conto che tali popolazioni possono essere geneticamente eterogenee, è giustificata la preoccupazione che il rischio da eccesso di cancro per unità di dose di radiazioni possa essere non uniforme (“maggiore rischio a parità di dose”, per i soggetti più sensibili).

---

<sup>12</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Publication 89 - Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values - Pergamon Press, Oxford, 2001.

<sup>13</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Publication n. 103. *The 2007 Recommendation of the ICRP*, Ann. ICRP 37 (2-3), 2007.

<sup>14</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Publication 79: *Genetic susceptibility to cancer*. Pergamon Press 1999.

Sulla base di quanto detto la sorveglianza medica dovrebbe pertanto essere intesa come attività di prevenzione diretta al singolo lavoratore in relazione alla sua familiarità, al suo specifico rischio lavorativo, al suo particolare stato sanitario, alle sue abitudini di vita, alle sue attese, al suo contesto socio-culturale. Si ritiene pertanto che la sorveglianza medica, fondata sulle conoscenze di fisica delle radiazioni, di radiopatologia e, in particolare, sulle conoscenze specifiche relative alle attività lavorative e ai cicli tecnologici condotti nell'azienda, debba essere articolata secondo i seguenti punti:

- a) esame della scheda di destinazione lavorativa ed individuazione del rischio specifico;
- b) accurata anamnesi: familiare, patologica remota e prossima, lavorativa e raccolta di informazioni su abitudini di vita e contesto sociale;
- c) visita medica indirizzata a rilevare: stato generale di salute e situazioni particolari di organi e tessuti a più alta radiosuscettibilità;
- d) attuazione di un protocollo diagnostico di base (informazioni minime significative al fine di valutare l'efficienza di organi ed apparati e la normalità dei metabolismi);
- e) effettuazione di accertamenti mirati per i danni deterministici sulla base di un realistico confronto tra i dati dosimetrici osservati e soglia di dose dei danni considerati;
- f) attuazione di screening di tipo oncopreventivo mirato in relazione a: predisposizione, radiosensibilità individuale, lesioni precancerose, criteri di diagnostica precoce, scala di priorità in rapporto ai coefficienti di rischio di radioinduzione dei tumori;
- g) effettuazione di esami di monitoraggio radiotossicologico laddove esista un rischio di contaminazione radioattiva;
- h) effettuazione di esami di approfondimento diagnostico per le malattie di possibile rilevanza radiopatologica (con invio degli altri casi al medico curante).

La sorveglianza medica della Radioprotezione, se condotta efficacemente secondo quanto ora indicato e nel rispetto dei consolidati criteri di giustificazione e ottimizzazione, può costituire un sostanziale contributo al raggiungimento delle finalità di Medicina del Lavoro.

## CAPITOLO 3

### Le modalità di esposizione al rischio radiologico Esposizione esterna – Contaminazione radioattiva

SOMMARIO: **1.** Premessa - **2.** Esposizione (irradiazione) esterna - **3.** Contaminazione radioattiva - 3.1. Contaminazione esterna - 3.2. Contaminazione interna.

#### 1. Premessa

Tra le principali attribuzioni del medico addetto alla sorveglianza medica dei lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti rientra *“l’analisi dei rischi individuali connessi alla destinazione lavorativa e alle mansioni ai fini della programmazione delle indagini specialistiche e di laboratorio atte a valutare lo stato di salute del lavoratore, anche attraverso accessi diretti agli ambienti di lavoro”* (art. 89, comma 1, lett. a) del D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i.).

Informazioni, le più possibili dettagliate, riguardanti la potenziale esposizione dei lavoratori al rischio radiologico devono essere disponibili per il medico addetto alla sorveglianza medica già in occasione della visita medica preventiva, come espressamente previsto all’art. 84, comma 2, del D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i.: *“il datore di lavoro deve altresì rendere edotto il medico, all’atto della visita, della destinazione lavorativa del soggetto, nonché dei rischi, ancorché di natura diversa da quella radiologica, connessi a tale destinazione”*.

E’ poi compito del medico addetto alla sorveglianza medica istituire, tenere aggiornato e conservare un documento sanitario personale in cui sono compresi, tra l’altro: *“la destinazione lavorativa, i rischi ad essa connessi e i successivi mutamenti”* (art. 90, comma 1, lett. b) del D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i.).

Si tratta di indicazioni tutt’altro che formali in quanto, dalle modalità di esposizione del lavoratore al rischio radiologico (sia in senso qualitativo che quantitativo), discendono gli orientamenti che il medico fornirà circa il pratico svolgimento della sorveglianza sanitaria (protocollo sanitario mirato, periodicità eventualmente più ravvicinata rispetto alla periodicità minima prevista dalla legge, ecc.)

Un’informazione particolarmente importante ai fini dell’analisi dei rischi individuali connessi alla destinazione lavorativa e alle mansioni riguarda proprio la **modalità di esposizione del lavoratore al rischio da radiazioni**.

Schematicamente le principali modalità di esposizione alle radiazioni ionizzanti possono essere definite - in funzione della posizione della sorgente di radiazioni in rapporto alla persona esposta - come: **Esposizione (irradiazione) esterna** e **Contaminazione radioattiva**.

#### 2. Esposizione (irradiazione) esterna

Se la sorgente di radiazioni è situata esternamente all’organismo si parla di **esposizione esterna**: la sorgente in tal caso si trova normalmente a distanza più o meno grande dalla persona esposta (sorgenti sigillate che emettono radiazioni penetranti, macchine radiogene, ecc.), sebbene si parli di esposizione esterna anche quando una sorgente di radiazioni viene direttamente a contatto con il corpo (es.: in caso di manipolazione, anche accidentale, di una sorgente sigillata).

L'esposizione esterna comprende: l'irradiazione da macchine radiogene (tubi radiogeni, acceleratori di particelle, ecc.); l'irradiazione da sorgenti e materiali radioattivi; l'irradiazione da impianti nucleari, da rifiuti radioattivi, da nubi radioattive, da suolo contaminato con radionuclidi, ecc.

Nel caso dell'esposizione esterna tre informazioni sono fondamentali per determinarne l'entità:

- natura della sorgente (se macchina radiogena: energia dell'emissione; se sorgente radioattiva: caratteristiche fisiche del radioisotopo quali attività, tipo di decadimento, tempo di dimezzamento);
- distanza tra sorgente e persona esposta (la dose di radiazioni assorbita diminuisce in misura inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra la sorgente di radiazioni e l'individuo irradiato. Ad es.: raddoppiando la distanza da 1 a 2 m, d'intensità di dose si riduce di un fattore 4);
- tempo di esposizione.

Un'altra informazione di interesse riguarda la presenza o meno di barriere o schermature che possono attenuare o arrestare completamente il fascio di radiazioni (specialmente in caso di emissione di particelle  $\alpha$  o  $\beta$ ).

Le informazioni sulla natura della sorgente (tipo di emissione, energia dell'emissione, ecc.) sono essenziali per stimare la penetrazione delle radiazioni a maggiore o minore profondità nei vari tessuti e quindi, in ultima analisi, la quantità di energia (dose) depositata negli organi sensibili.

Per quanto riguarda le radiazioni corpuscolate, la capacità di penetrazione delle particelle  $\alpha$  è estremamente modesta: esse sono arrestate in meno di 10 cm di percorso in aria oppure da una barriera sottile come un foglio di carta; solo se hanno una energia maggiore di circa 7 MeV sono in grado di superare lo spessore di 70 micrometri di tessuto e possono quindi raggiungere lo strato germinativo della cute. Anche la capacità di penetrazione delle particelle  $\beta$  è limitata: particelle  $\beta$  di energia di 1 MeV sono arrestate in meno di 4 m di percorso in aria oppure da circa 4 mm nei tessuti.

Diverso è il comportamento delle radiazioni ionizzanti di natura elettromagnetica (fotoni X e  $\gamma$ ) la cui capacità di penetrazione nella materia vivente è molto elevata ed è proporzionale alla loro energia media. La dose assorbita massima nel tessuto attraversato si trova a profondità crescente man mano che si considerano fotoni di crescente energia (ad es.: ad 1 MeV la dose massima si colloca al di sotto dello strato germinativo della cute; a 2 MeV a profondità di circa 1 cm, ecc.).

Anche nell'interazione della radiazione neutronica con i tessuti biologici ha grande importanza l'energia delle particelle in causa.

Sotto il profilo dell'irradiazione esterna quindi, le sorgenti di radionuclidi che emettono part.  $\alpha$  possono essere considerate in genere poco pericolose, data la scarsa capacità di penetrazione delle stesse nella materia e la facile schermabilità.

Le stesse considerazioni possono essere applicate anche alle part.  $\beta$  che, pur avendo una maggiore capacità di penetrazione nel tessuto vivente, hanno una ionizzazione specifica di gran lunga inferiore alle part.  $\alpha$  e possono comunque essere efficacemente schermate (basta un foglio di alluminio).

Viceversa le radiazioni elettromagnetiche X e  $\gamma$  sono molto pericolose per irraggiamento esterno in quanto caratterizzate da alta capacità di penetrazione fino a grandi distanze dalla sorgente, con conseguente necessità di schermature molto più consistenti di quelle efficaci per le particelle  $\alpha$  e  $\beta$  ed inoltre in quanto – data la facilità con cui attraversano

la materia – si può verificare l'assorbimento di significative dosi di radiazioni in tessuti profondi caratterizzati da elevata radiosensibilità.

Stesse considerazioni anche nel caso dell'irradiazione neutronica, potendo queste particelle sprovviste di carica elettrica attraversare grandi spessori in aria e nei tessuti con notevoli difficoltà di schermatura.

Oltre che dalla distanza della sorgente altre importanti caratteristiche dell'irradiazione esterna dipendono dalla sua geometria (vale a dire dall'assetto spaziale della o delle sorgenti rispetto al bersaglio): in particolare il suo essere globale, se il campo di radiazioni interessa il corpo intero, o parziale (esposizione non omogenea con determinate parti del corpo maggiormente esposte, in genere le estremità degli arti superiori).

Tutte le informazioni disponibili circa il tipo di emissione, l'energia delle radiazioni, la distanza dalla sorgente, la sua geometria ed il tempo di esposizione permetteranno all'Esperto Qualificato di stimare la dose di radiazioni che il lavoratore può assorbire nel corso di una lavorazione (o che ha assorbito in occasione di un evento accidentale).

L'insieme di queste conoscenze permetterà di impostare adeguate misure di prevenzione al fine di controllare e minimizzare il rischio.

In pratica, nel caso dell'esposizione per irradiazione esterna da sorgenti radioattive o macchine radiogene, tutti gli sforzi per il contenimento della dose di radiazioni assorbita dagli operatori devono essere posti in atto in fase preventiva attraverso una razionale pianificazione ed organizzazione del lavoro che privilegi in particolare l'aumento della distanza dalla sorgente e la diminuzione del tempo di esposizione dei lavoratori oltre che l'impiego di idonee schermature.

Quanto invece alle possibilità di intervento in caso di irradiazione esterna, quando questa si sia già verificata (ad es. per cause accidentali), gli sforzi possono essere diretti esclusivamente alla stima quanto più possibile accurata della dose assorbita nelle diverse parti del corpo nonché alla gestione delle possibili conseguenze sanitarie dannose dell'irradiazione (irradiazione esterna acuta o cronica, globale o parziale).

### 3. Contaminazione radioattiva

L'altra modalità di esposizione alle radiazioni ionizzanti, la **contaminazione radioattiva**, può invece verificarsi quando materiali radioattivi in forma non sigillata sono liberi di disperdersi nell'ambiente di lavoro o di vita e divengono quindi potenzialmente disponibili per il contatto con la superficie cutanea (si parla in tal caso di **contaminazione esterna o superficiale**) o per l'introduzione nell'organismo (**contaminazione interna**).

La contaminazione radioattiva può quindi essere definita come la presenza indesiderabile di sostanze radioattive sulla superficie corporea o all'interno dell'organismo.

Una contaminazione è necessariamente il risultato della dispersione di una sostanza radioattiva nell'ambiente (atmosfera, superficie di lavoro, ecc.) in forma di gas, vapore, aerosol, polvere con sua successiva deposizione diretta sulla superficie cutanea ovvero incorporazione nell'organismo.

La penetrazione di sostanze radioattive nell'organismo può realizzarsi attraverso diverse vie:

- via respiratoria (per inalazione di gas, vapori, aerosol),
- via digestiva (per ingestione, spesso secondaria all'inalazione ovvero in conseguenza della contaminazione secondaria dell'ambiente di vita con ingresso del o dei radionuclidi coinvolti nella catena alimentare (come nel caso dei rilasci radioattivi a seguito degli incidenti nucleari),
- via percutanea (attraverso lesioni di continuo del tegumento cutaneo o, più raramente, attraverso la cute integra).

Le vie più comuni di ingresso nell'organismo dei radionuclidi in caso di incidenti sul lavoro sono la via inalatoria e l'assorbimento attraverso ferita (per soluzioni di continuo della barriera cutanea), di minore importanza l'assorbimento per via digestiva.

### **3.1. Contaminazione esterna**

La **contaminazione esterna** della superficie cutanea (specialmente di alcune zone particolarmente esposte quali le mani ed altre zone cutanee scoperte come il viso) è l'evenienza che può verificarsi più facilmente in caso di manipolazione di radionuclidi in forma non sigillata (matrici in forma liquida, gassosa, aerosol, solidi pulverulenti, ecc.), ma risulta nella maggior parte dei casi di facile gestione. E' infatti sufficiente una decontaminazione tempestiva (in genere attraverso un semplice lavaggio con acqua tiepida e comuni detergenti) della zona interessata per rimuovere il materiale radioattivo ed il rischio ad esso associato.

Particolari problemi possono essere posti:

- dal tipo di radionuclide che determina la contaminazione superficiale: particolare attenzione va posta ai radionuclidi che emettono particelle  $\beta$  ad elevata energia. In questi casi ogni sforzo va profuso per assicurare la tempestiva rimozione attraverso detersione (decontaminazione) al fine di evitare che la dose di radiazioni assorbita a livello cutaneo (in particolare dallo strato germinativo dell'epidermide in rapido e continuo rinnovamento) sia di entità tale da terminare danni significativi (sindrome cutanea da radiazioni);
- dalla presenza a livello del tegumento cutaneo di soluzioni di continuo quali ferite, ustioni o lesioni di altro genere che possono costituire porta preferenziale per l'ingresso dei radionuclidi contaminanti all'interno dell'organismo, trasformando così di fatto una contaminazione superficiale in contaminazione interna. Anche per queste evenienze occorre espletare il più rapidamente possibile gli interventi di detersione e decontaminazione privilegiando le zone cutanee sede di lesione ed in ogni caso la cute intorno agli orifizi naturali (bocca, occhi, orecchie, ecc.).

### **3.2. Contaminazione interna**

La **contaminazione interna**, conseguente all'immissione nell'organismo di sostanze radioattive, provoca un'irradiazione permanente del tessuto in cui il radionuclide si va a fissare, fino all'eliminazione dello stesso (per decadimento fisico e/o per eliminazione biologica), con possibili conseguenze sanitarie dannose di varia entità.

I radionuclidi infatti, una volta introdotti, si diffondono nell'organismo e si distribuiscono nei vari tessuti ed organi seguendo i normali processi del ricambio fisiologico. È da tener presente anzitutto che un elemento radioattivo immesso in un organismo vivente si distribuisce nel suo interno seguendo la cinetica propria dell'elemento nella forma chimica cui è legato e viene poi eliminato più o meno rapidamente attraverso gli emuntori. Durante la sua permanenza nell'organismo esso decade rilasciando energia ed irradiando in misura differente i vari organi e tessuti in relazione all'attività incorporata, alla sua distribuzione nell'organismo, al tempo medio di permanenza e alle caratteristiche delle radiazioni emesse e dei tessuti irradiati.

La caratteristica principale di un'irradiazione da contaminazione interna consiste quindi nel fatto che la sorgente di radiazioni è distribuita generalmente nell'organismo in maniera disuniforme in quanto concentrata in uno o più organi che possono essere definiti "**organi sorgente**", che la geometria e la durata dell'irradiazione sono governati da processi fisiologici e, sia che l'introduzione avvenga in breve tempo o in modo protratto nel tempo, l'irradiazione degli "**organi bersaglio**" avviene sempre in modo più o meno pro-

lungato e con intensità differente in relazione alla vita media del radioelemento, alle caratteristiche fisico-chimiche del composto cui è legato oltre che alle modalità temporali dell'introduzione.

In sostanza un'irradiazione da esposizione interna è caratterizzata dal fatto che è sempre più o meno prolungata nel tempo e disomogenea.

Mentre nel caso dell'irradiazione esterna, le sorgenti più pericolose sono quelle che emettono radiazioni elettromagnetiche (fotoni) maggiormente penetranti e di più difficoltosa schermatura, nel caso della contaminazione radioattiva, in particolare interna, l'organismo in tutto o in parte (alcuni organi o tessuti) è irradiato da sorgenti che dopo essere state introdotte nell'organismo stesso attraverso varie vie, sono in esso incorporate. L'irradiazione interna può essere provocata da particelle  $\alpha$ ,  $\beta$  da radiazioni  $\gamma$  e altri fotoni emessi nel decadimento di radioisotopi.

A causa del breve o brevissimo percorso nella materia delle particelle  $\alpha$  e  $\beta$  e della elevata densità di ionizzazione (in particolare delle part.  $\alpha$ ), la totalità dell'energia generata dal decadimento dei radionuclidi  $\alpha$  e  $\beta$  - emittenti è depositata nel tessuto biologico in un tragitto da alcune decine di micron a pochi cm.

L'energia della radiazione  $\gamma$  emessa da radionuclidi incorporati è invece depositata soltanto in parte nell'organismo, prima di fuoriuscire da esso a causa della sua capacità di penetrazione.

In generale quindi, anche se molti altri sono i parametri di carattere fisico, chimico e biologico che vanno considerati, la tossicità radiologica dei radionuclidi incorporati è molto maggiore per i radionuclidi  $\alpha$ -emittitori, rispetto ai  $\beta$ -emittitori e ai radionuclidi che emettono fotoni.

Anche nel caso della contaminazione radioattiva, sia superficiale che interna, ogni sforzo deve essere profuso in fase preventiva per evitare che si verifichi dispersione incontrollata nell'ambiente di lavoro di radionuclidi in forma non sigillata con successiva deposizione sulla superficie cutanea ovvero incorporazione nell'organismo dei lavoratori.

Sono quindi necessari accorgimenti di natura tecnica ed organizzativa ed è inoltre assai importante che i lavoratori potenzialmente a rischio siano adeguatamente protetti con idonei indumenti di lavoro e con dispositivi di protezione individuale che costituiscano una efficace barriera all'introduzione del radionuclide nell'organismo attraverso tutte le possibili vie.

Una volta verificatasi una contaminazione interna, le possibilità di intervento sono limitate e comunque possono sfruttare una o più delle seguenti opzioni:

- accelerare il transito e l'eliminazione,
- saturare l'organo bersaglio,
- bloccare il passaggio del radionuclide nel sangue e l'incorporazione.

**Si rimanda per ulteriori approfondimenti agli Allegati X (Interventi di decontaminazione esterna) e XI (Criteri e tabelle utili per la sorveglianza e per la terapia della contaminazione interna).**



## CAPITOLO 4

### Sorveglianza medica della radioprotezione: quadro normativo

SOMMARIO: 1. Le raccomandazioni internazionali - 2. La normativa nazionale.

#### 1. Le raccomandazioni internazionali

L'esperienza e le conoscenze maturate sugli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti tra la seconda metà degli anni '60 e la prima metà degli anni '70 hanno trovato, dopo i risultati delle indagini epidemiologiche e nell'enfasi per gli effetti di tipo stocastico, la spinta propulsiva che ha portato alla dottrina del "Sistema di limitazione delle dosi", enunciato dalla ICRP nella pubblicazione 26 del 1977<sup>1</sup>. Secondo tale sistema la disciplina di radioprotezione deve essere basata su un "tripode" che esprime in maniera chiara i due obiettivi della prevenzione:

- l'eliminazione degli effetti deterministici,
- la limitazione, a livelli considerati accettabili, della probabilità di accadimento degli effetti stocastici. In tal modo si è provveduto a superare l'ambiguità dell'interpretazione del principio ALARA, secondo cui l'obiettivo era il raggiungere la dose "zero".

Il fondamentale criterio di base è divenuto pertanto: evidenza *epidemiologica + prudenza*. L'impostazione di riferimento è stata fondata su un solido e stabile sistema a "tre pilastri": il "Sistema di limitazione delle dosi", costituito dai seguenti principi:

- qualsiasi attività che comporti un'esposizione alle radiazioni ionizzanti deve essere giustificata dai vantaggi che essa procura (Principio di giustificazione del rischio);
- qualsiasi esposizione alle radiazioni deve essere mantenuta al livello più basso ragionevolmente ottenibile (Principio di ottimizzazione della protezione);
- la somma delle dosi ottenute e impegnate non deve superare i limiti massimi fissati per i lavoratori, gli apprendisti e le persone del pubblico (Principio di limitazione del rischio ai singoli).

L'applicazione dei principi ha richiesto la precisazione delle grandezze, l'introduzione di altri concetti e la definizione di elementi come l'equivalente di dose efficace, la dose collettiva, la dose impegnata, i coefficienti di rischio, il detrimento sanitario, la quantificazione del rischio; essi da una parte costituiscono elementi indispensabili per l'attuazione dei principi e dall'altra creano qualche perplessità, sia per le possibili strumentalizzazioni, sia per gli aspetti d'ordine etico. La Comunità Europea ha richiesto un adeguamento ai paesi membri emanando, tre anni dopo, la Direttiva nella quale ha recepito questi nuovi orientamenti (Direttiva 80/836/Euratom G.U. n. L 246 del 17 settembre 1980)<sup>2</sup>. Sono stati attenuati i timori per gli effetti genetici, non riscontrati nella popolazione più esposta (i sopravvissuti giapponesi alle esplosioni atomiche) e sono divenuti sempre più evidenti gli eccessi oncogeni. Si sono consolidate o sono sorte *ex novo* nuove branche applicative della radioprotezione e nuove professionalità: la radioprote-

---

<sup>1</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP) - Publication n.26: Recommendation of the ICRP. Pergamon Press., Oxford, 1977.

<sup>2</sup> Direttiva 80/836/EURATOM del 15 luglio 1980. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L 246 del 15/07/1980

zione medica, la radioecologia, la radiotossicologia, l'ingegneria applicata alle radiazioni, la fisica medica, ecc.

E' interessante rilevare che le innovazioni introdotte nella Pubblicazione n. 26 sono state estese dalla ICRP in modo esplicito anche alle esposizioni mediche legate alla protezione del paziente. Su questo argomento sono state da essa predisposte numerose pubblicazioni, tra le quali merita ricordare:

- Pubblicazione 34: *Protection of the patient in diagnostic radiology* del 1982;
- Pubblicazione 44: *Protection of the patient in Radiation therapy* del 1985;
- Pubblicazione 52: *Protection of the patient in nuclear medicine* del 1987;
- Pubblicazione 62: *Radiological protection in biomedical research* del 1992;
- Pubblicazione 73: *Radiological protection and safety in medicine* del 1996;
- Pubblicazione 84: *Pregnancy and medical radiation* del 1998;
- Pubblicazione 86: *Prevention of accidental exposures to patients undergoing radiation therapy* del 2000;
- Pubblicazione 87: *Managing patient dose in computed tomography* del 2000;
- Pubblicazione 93: *Managing patient dose in digital radiology* del 2003;
- Pubblicazione 94: *Release of patient after therapy with unsealed radionuclides* del 2004;
- Pubblicazione 105: *Radiological protection in medicine* del 2007;
- Pubblicazione 112: *Preventing accidental exposures from new external radiation therapy technologies* del 2010.

Queste pubblicazioni hanno costituito altrettanti stimoli per gli organismi internazionali per adeguarvi la loro legislazione; la CE ha recepito gli indirizzi in varie raccomandazioni, ma soprattutto in una prima direttiva dedicata alla protezione del paziente: la Direttiva 84/466 Euratom G.U. n. L 265 del 5 ottobre 1984<sup>3</sup>, che ha stabilito le misure fondamentali relative alla protezione radiologica delle persone sottoposte ad esami e a trattamenti medici.

Negli ultimi trent'anni si è assistito a una feconda produzione scientifica di vari organismi scientifici (UNSCEAR, BEIR, RERF) che attraverso la valutazione più puntuale delle dosi ai singoli organi degli esposti, il raffronto tra i risultati ottenuti analizzando le varie serie epidemiologiche, l'osservazione dell'eccesso di rischio per le patologie oncologiche in funzione dei vari parametri come l'età degli esposti, il tempo di latenza, il sesso, le abitudini di vita, l'appartenenza ad una determinata popolazione ecc., hanno portato al riesame, all'interpretazione e alla modellazione delle valutazioni di rischio per gli effetti stocastici. E' anche il periodo nel quale si sono verificati due significativi incidenti nelle attività di produzione dell'energia nucleare: quello di Three Mile Island (1978) con rilasci praticamente insignificanti nell'ambiente e senza conseguenze sanitarie, e quello di Chernobyl (1986) con rilasci imponenti, diffusi in tutta Europa, 28 morti immediati, 134 irradiati gravi, circa 5000 tumori tiroidei in eccesso nella popolazione infantile ed un enorme squasso psico-sociale a livello locale, con ripercussioni politico-economico-sociali e psicologiche anche a distanza, come nel nostro Paese<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Direttiva 84/466 EURATOM del 05/10/1984. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L 265 del 5 ottobre 1984.

<sup>4</sup> Righi E., Trenta G. Radiation Oncogenesis: the Controversy. International Conference on "The Effects of low and very low doses of Ionizing Radiation on Human Health". World Council of Nuclear Workers, Versailles, June 1999.

Il lungo periodo di convivenza con il “Sistema di limitazioni delle dosi” ha fornito l’occasione di un riesame critico; e ciò, unitamente all’acquisizione degli ulteriori dati epidemiologici ottenuti nella prosecuzione del follow-up degli esposti giapponesi, alle valutazioni ed agli avvenimenti sopra ricordati hanno portato a perfezionare il “Sistema” stesso. L’ICRP ha creduto opportuno pertanto emanare una nuova Pubblicazione dal titolo Raccomandazioni (1990 - *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection* - Adopted in November 1990 - Pergamon Press, Oxford) che porta il numero 60. In questa Pubblicazione, il “Sistema di limitazione delle dosi” diviene “Sistema di protezione radiologica”, onde significare che la “limitazione della dose” non è il principale strumento di prevenzione, ma è il complesso dei tre strumenti che dà completezza allo sforzo di prevenzione nei confronti dei rischi legati all’esposizione alle radiazioni ionizzanti. Il Sistema, nuovo come denominazione, ma eguale nel contenuto al precedente, è stato suddiviso con riferimento ai due possibili contesti applicativi della Radioprotezione: le pratiche e gli interventi, distinzione divenuta importante dopo le situazioni incidentali ricordate e dopo l’assegnazione alle radiazioni “naturali” di un potenziale lesivo analogo a quello assegnato alle radiazioni “artificiali”.

Sono state introdotte le grandezze e le unità di misura nuove, già fatte proprie dall’ICRU, e qui riportate succintamente di seguito:

- Dose assorbita: 1 gray = energia di un joule assorbita da un chilogrammo di materia, corrispondente a 100 rad.
- Dose equivalente: 1 sievert = dose assorbita x il fattore correttivo del tipo di radiazione e sommata su tutte le radiazioni, corrispondente a 100 rem.
- Dose efficace: 1 sievert = dose equivalente x il fattore correttivo del tipo di tessuto, sommata su tutti i tessuti esposti, corrispondente a 100 rem.

Altro elemento di rilievo che merita qualche precisazione esplicitiva è l’abbassamento dei limiti di dose efficace. Il criterio che aveva condotto ai valori precedenti può essere definito “criterio tossicologico” nel senso che, nota la dose soglia per la comparsa di effetti, era sufficiente mantenersi adeguatamente lontani da questi valori per avere la garanzia di non incorrere in eventi negativi di tipo acuto. Questo criterio è rimasto invariato per quanto riguarda la dose equivalente per alcuni specifici organi e tessuti (cristallino, cute, estremità), mentre per quanto riguarda la dose efficace il criterio adottato può essere definito di ordine “socio-sanitario”. I limiti infatti sono stati stabiliti con riferimento al rischio stocastico ad alla sua accettabilità da parte della popolazione. Sulla base dei coefficienti di rischio rivalutati e sulla base di inchieste demoscopiche, la ICRP ha valutato in 20 mSv/a la dose massima per i lavoratori e in 1 mSv/a la dose per la popolazione corrispondente ai livelli di rischio indicati. Questi limiti peraltro sono superiori e pertanto congruenti con i livelli di esposizione che, sulla base degli sviluppi tecnologici e attraverso l’applicazione delle consolidate norme di protezione, ormai vengono riscontrati come valori correnti per i lavoratori e per le popolazioni esposte. La loro accettazione quindi non interferisce con gli interessi di sviluppo economico, sociale e sanitario delle radiazioni nei vari comparti applicativi.

La Pubblicazione 60<sup>5</sup> ha portato in evidenza un altro insidioso effetto delle radiazioni, già ampiamente analizzato nella Pubblicazione 49 (*Developmental effects of irradiation*

---

<sup>5</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP). Recommendation of the ICRP. Pub. n. 60. Pergamon Press, Oxford, 1991.

*on the brain of the embryo and fetus - International Commission on Radiological Protection*)<sup>6</sup> relativo alla riduzione del quoziente intellettivo degli esposti in utero tra l'ottava e la sedicesima settimana di gestazione. Questo fatto rappresenta un ulteriore caveat nei confronti dell'esposizione delle donne in gravidanza.

A questo punto, per entrare meglio nel vivo del quadro di riferimento concettuale che è essenzialmente riferito agli effetti stocastici, merita fare un breve richiamo al significato più preciso che la Commissione ha attribuito al "Sistema", che, per le pratiche, può essere così enunciato:

- "Nessuna pratica che coinvolga esposizione alle radiazioni dovrà essere adottata, a meno che essa produca un beneficio sufficiente, agli individui esposti o alla società, tale da bilanciare il detrimento radiologico che essa provoca. (Principio di "giustificazione" di una "pratica").
- In relazione ad una certa sorgente nell'ambito di una pratica, i valori delle dosi individuali, il numero delle persone esposte e la probabilità delle esposizioni potenziali, debbono tutti essere mantenuti tanto bassi quanto ragionevolmente ottenibile, anche in considerazione di fattori sociali ed economici. (Principio di "ottimizzazione" della pratica).
- L'esposizione degli individui, dovuta alla combinazione di tutte le pratiche di interesse, deve essere soggetta a limiti di dose, o a qualche forma di controllo del rischio nel caso di esposizioni potenziali. Questi limiti hanno lo scopo di garantire che nessun individuo sia esposto a rischi radiologici che siano giudicati inaccettabili, in relazione a tali pratiche in condizioni normali. Non tutte le sorgenti sono suscettibili di controllo mediante azioni esercitate su di esse, ed è quindi necessario specificare le sorgenti da considerare rilevanti, prima di fissare un limite di dose (Principio di "limitazione" individuale della dose e del rischio).

Per quanto riguarda la protezione del paziente, tema che è stato inserito in maniera più incisiva nel "Sistema", la Commissione raccomanda che i limiti di dose non si applichino alle esposizioni mediche". Invece dei limiti però la Commissione ha segnalato l'opportunità di adottare dei "vincoli di dose" o dei "livelli di indagine" la cui definizione viene rimessa alle organizzazioni professionali e agli organi nazionali di controllo. Ha dato altresì per scontata la giustificazione dell'impiego in senso generico delle radiazioni per fini medici e l'ottimizzazione delle varie tecniche effettuata dai costruttori e dai verificatori e della garanzia di qualità, mentre ha affidato ai singoli operatori radiologi e medici nucleari le valutazioni di giustificazione e di ottimizzazione nei singoli casi, paziente per paziente, attraverso una analisi rischi-benefici, con massimizzazione dei benefici.

Come le precedenti Raccomandazioni, anche queste del 1990 sono state adottate dall'Unione Europea attraverso l'emanazione di due direttive:

- la Direttiva 96/29/Euratom, G.U. n. L 159/1 del 29/6/96 relativa alla protezione dei lavoratori e della popolazione<sup>7</sup>;

---

<sup>6</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP). Recommendation of the ICRP. Pub. n. 49. Pergamon Press, Oxford, 1986

<sup>7</sup> Direttiva 96/29 EURATOM del 29/06/1996. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L 159/1 del 29/06/1996.

- la Direttiva 97/43/Euratom G.U. n. L 180/22 del 09/07/97 riguardante la protezione sanitaria delle persone dai pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse a esposizioni mediche e che ha abrogato la Direttiva 84/466/Euratom sullo stesso tema<sup>8</sup>.

Era quindi necessario che in cascata, in questa organizzazione normativa divenuta ormai piramidale (dal vertice di ICRP alle legislazioni nazionali), anche il nostro Paese aggiornasse la propria legislazione in materia di radioprotezione sostituendo il D.P.R. 185/64, cosa che per pigrizia politica non aveva fatto da oltre 30 anni, meritando anche condanne da parte della Corte di Giustizia dell'Unione.

Il recepimento di queste direttive è avvenuto sostanzialmente con il D.Lgs. 230/95, nel quale sono state recepite alcune indicazioni contenute nelle Raccomandazioni del 1990 dell'ICRP, addirittura in anticipo rispetto alle Direttive stesse e la Direttiva CE dell'84 sulla radioprotezione del paziente. Il recepimento completo è poi avvenuto recentemente attraverso l'emanazione di successivi Decreti Legislativi (D.Lgs. 241/2000, D.Lgs. 187/2000, D.Lgs. 257/2001, D.Lgs. 23/2009, D.Lgs. 100/2011).

Il quadro di riferimento che si è arricchito e modificato nel tempo è divenuto certamente complesso, spesso di difficile attuazione, a volte immotivatamente puntiglioso e meritevole di critiche. Le difficoltà e le critiche maggiori si sono concentrate su diversi aspetti, alcuni dei quali qui si riportano:

- Uso esasperato della dose collettiva.
- Privilegio della protezione collettiva a scapito della protezione individuale.
- Comportamento adeguato in presenza di situazioni che non rientrano né tra le pratiche né tra gli interventi.
- Errata interpretazione dei limiti come linea di demarcazione tra “sicurezza” e “pericolo”.
- Non utilizzazione del principio di giustificazione sostituito nella pratica da criteri politico-psico-sociali.
- Complessità e incongruità del sistema di protezione radiologica.
- Critica all'ipotesi di base NT-L e al suo utilizzo al di fuori dei contesti specifici della Radioprotezione.

Negli ultimi anni è stata pertanto attuata una rimediazione di tutta l'impostazione del quadro fino ad ora delineato adottando criteri e soluzioni atte a portare al superamento delle critiche appena indicate.

Il processo di ristesura di nuove raccomandazioni dell'ICRP è iniziato già sul finire degli anni '90, in risposta alle critiche riguardanti la complessità del quadro dottrinario introdotto dalla Pubblicazione 60. Sono stati elaborati alcuni documenti di base (alcuni costituenti altrettante “Pubblicazioni” autonome, altri allegati alle future Raccomandazioni), e sono stati diffusi tre *draft* successivi dopo il 2005 per ottenere osservazioni, critiche o consensi da parte dei cultori della materia.

Ne è derivata la pubblicazione n. 103/2007 della ICRP<sup>9</sup>. Permanendo il preminente interesse per gli effetti stocastici, il punto base dell'impostazione è rimasta l'ipotesi lineare senza soglia, che costituisce la concreta enunciazione per la Radioprotezione del noto “principio di cautela”.

---

<sup>8</sup> Direttiva 97/43 EURATOM del 09/07/1997. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L 180/22 del 09/07/1997.

<sup>9</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP). Publication n. 103. Recommendation of the ICRP. Ann. ICRP 37 (2-3), 2007.

Secondo la Commissione, ai fini della Radioprotezione, è opportuno tener conto dei seguenti fattori:

- a) l'ipotesi è correlata all'evidenza epidemiologica rilevata alle dosi medie;
- b) consente plausibilmente di ritenere che lo stesso andamento si verifichi a dosi <100 mSv;
- c) è basata sul peso dell'evidenza dei principali processi cellulari delle fasi dell'oncogenesi;
- d) fornisce una base prudente per gli aspetti applicativi;
- e) è il miglior approccio pratico per la gestione del rischio (es. additività delle dosi).

Tale impostazione continua a sostenere il "Sistema di Protezione Radiologica", tuttora basato sui tre capisaldi della giustificazione, ottimizzazione e limitazione delle dosi.

La Commissione ha precisato che, per gli effetti stocastici somatici, è errato considerare la dose collettiva (basata sulla linearità senza soglia) al di fuori dei fini della Radioprotezione: la stessa non deve essere considerata come uno strumento epidemiologico di conteggio dei morti di tumore nelle proiezioni di rischio, perseguito da alcuni per finalità scientificamente non corrette. La valutazione degli stessi effetti è inoltre effettuata sulla base della incidenza invece che della mortalità delle malattie neoplastiche.

Queste modifiche portano ad una riduzione dei "coefficienti nominali di detrimento", che oltre ad essere "mediati" e "proiettati" risultano meglio "adattati" al detrimento stesso circa la mortalità e la qualità della vita; essi vanno considerati come coefficienti di rischio sia per la popolazione sia per i lavoratori adulti e mantengono pieno significato in ordine a situazioni comportanti esposizioni a sorgenti controllabili plurime, con criteri proposti basati sui "vincoli" di dose o di "livelli di riferimento" nel controllo delle sorgenti radiogene. La Commissione, in base a questi criteri, ha riportato indicazioni numeriche ben precise circa i limiti, vincoli e livelli di riferimento nelle varie situazioni espositive (preesistenti, pianificate o di emergenza).

E' stata apportata una importante semplificazione, eliminando la distinzione tra pratiche ed intervalli a favore delle sole esposizioni "controllabili", che sono l'oggetto di attenzione e di applicazione del sistema di protezione radiologica, appunto al fine di ridurre l'esposizione.

Altro punto che va segnalato è il riconoscimento di errore "per eccesso di cautela" nei riguardi degli effetti ereditari, estesi in precedenza a tutte le future generazioni e che, sulla base delle chiare indicazioni dell'UNSCEAR 2001<sup>10</sup>, vengono limitate alla seconda generazione, con una notevole riduzione del coefficiente di detrimento anche per la componente ereditaria.

Infine, pur ritenendo ancora valido il principio che con la protezione dell'uomo anche le altre specie non siano esposte a rischio, la Commissione ha ritenuto di attirare l'attenzione sulla protezione dell'ambiente, alla quale ha dedicato un capitolo.

In conclusione, riportando il giudizio recentemente espresso da autorevoli Autori, si può asserire che le nuove Raccomandazioni della Commissione manterranno la "stabilità" rispetto alle precedenti, ma vedranno anche "innovazioni" e subiranno "evoluzioni", estendendosi al di fuori del contesto strettamente umano con una adattabilità anche alle specie non umane.

---

<sup>10</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Report to the United Nations General Assembly, with Scientific Annexes, United Nations, New York, 2001.

Nelle ultime Raccomandazioni ha poi finalmente trovato una propria precisa collocazione la protezione dalle sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti (esposizione diretta alle sostanze delle famiglie radioattive naturali dell'uranio e del torio presenti nella crosta terrestre, esposizione ai raggi cosmici, esposizione al radon e thoron in ambienti confinati di vita e di lavoro,...) superando le difficoltà che fin dall'inizio della radioprotezione erano state incontrate in questo campo. All'inizio il fondo naturale di radiazioni (*Natural Radiation Background*) era stato considerato come la sorgente di esposizioni verso cui collocare in prospettiva tutte le altre esposizioni al fine di valutare la significatività ambientale e sanitaria. I principi e le tecniche di protezione radiologica (giustificazione, ottimizzazione, limitazione delle dosi) dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente devono quindi trovare applicazione, anche in base a specifici requisiti normativi a livello nazionale ed europeo, nella regolamentazione delle numerose e svariate attività (ad es. ambienti di lavoro in sotterraneo, attività di volo, impiego di sostanze radioattive naturali, terme, ecc.) esponenti alle sorgenti naturali<sup>11 12</sup>.

## 2. La normativa nazionale

Le disposizioni legislative sulla Radioprotezione medica sono contenute nel Capo VIII del D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e successive modifiche e integrazioni.

Di seguito vengono elencati, senza seguire un rigoroso ordine di numerazione, tutti gli adempimenti sanzionati richiesti al Medico addetto alla Radioprotezione, esaminando i vari articoli che lo riguardano. Nell'**Allegato IX** sono riportati in modo schematico gli obblighi degli altri soggetti alla protezione dalle radiazioni ionizzanti; in particolare viene elencato ogni singolo obbligo, e non l'intero articolo di legge.

Il sistema sanzionatorio previsto dall'art. 93 del D.Lgs. n. 230/1995 presenta, senza pregiudizio delle altre sanzioni previste dalla legge, delle peculiarità consistenti nella sospensione fino a sei mesi dall'esercizio delle funzioni e, nei casi più gravi, la cancellazione dall'Elenco nominativo; è importante osservare che esse riguardano esclusivamente il Medico Autorizzato. La legge non prevede infatti alcuno specifico provvedimento a carico del Medico Competente incaricato della sorveglianza medica dei lavoratori della categoria B, né può essere in alcun modo prospettata una qualsiasi analogia sanzionatoria in caso di accertata inosservanza, da parte del suddetto Medico, dei compiti affidati alla legge stessa, compiti che risultano identici per entrambe le figure professionali. Ne risulta una evidente disparità di trattamento nell'ipotesi di uguali inadempienze. In effetti, qualora avesse inteso sanzionare (per le stesse inadempienze) non solo il Medico Autorizzato ma anche il Medico Competente, il legislatore avrebbe impiegato, come in tutti gli articoli precedenti, la locuzione "Medico addetto alla sorveglianza medica". Di tale evidente discrepanza l'AIRM si è già fatta interprete presso le competenti autorità, ma allo stato attuale il Medico Autorizzato deve tenere presente che, "senza pregiudizio delle altre sanzioni previste dalla legge" in caso di accertata inosservanza dei compiti affidati egli può incorrere anche nelle specifiche sanzioni aggiuntive.

---

<sup>11</sup> International Commission on Radiological Protection (ICRP). Protection against <sup>222</sup>Radon at home and at work. Publication n. 65. Pergamon Press, Oxford, 1994.

<sup>12</sup> National Academy of Sciences – National Research Council. Health Effects of Exposure to Radon - Commission on the Biological Effects to Radon. BEIR VI Report. National Academy Press Washington DC, 1999.

Si riportano di seguito, con brevi commenti, i principali articoli del Capo VIII del D.Lgs. n. 230/95 e successive modifiche e integrazioni.

**Art. 83, comma 2**

“La sorveglianza medica dei lavoratori esposti che non sono classificati in categoria A è assicurata tramite Medici Competenti o Medici Autorizzati. La sorveglianza medica dei lavoratori di categoria A è assicurata tramite Medici Autorizzati”.

I lavoratori esposti classificati in categoria A, paragonabili ai precedentemente denominati “Professionalmente esposti” ai sensi del D.P.R. n. 185/64 sia pure tenendo conto delle nuove modalità di classificazione ai sensi dell’art. 82, D.Lgs. n. 230/95, continuano ad essere visitati esclusivamente dal Medico Autorizzato così come definito al successivo art. 88 del D.Lgs. n. 230/1995. Per i lavoratori non classificati in categoria A vanno intesi quelli che in altri articoli del decreto e che nell’uso corrente vengono sempre definiti lavoratori esposti di categoria B (art. 4, comma 2, lett. o, D.Lgs. n. 230/95); questi ultimi, oltre che dal Medico Autorizzato, possono essere sottoposti a sorveglianza medica anche dal Medico Competente. Poiché le figure professionali abilitate alla sorveglianza medica sono di due tipi, nel D.Lgs. n. 230/1995 viene normalmente citato il “Medico addetto alla sorveglianza medica”, tranne, ovviamente, i casi in cui sia espressamente previsto l’intervento del Medico Autorizzato.

**Art. 84, comma 5**

“Il Medico comunica per iscritto al Datore di lavoro il giudizio di idoneità ed i limiti di validità del medesimo”.

Tale obbligo era già insito nel precedente regime giuridico, dove esso prevedeva l’emanazione, in corso di visita preventiva o periodica, di un preciso giudizio di idoneità (D.P.R. n. 185/64, artt. 77 e 78). In pratica molto spesso la comunicazione del giudizio di idoneità avveniva solo in occasione di visita preventiva o cambiamento dell’attività lavorativa o per variazione del giudizio stesso, dando per scontato che, in assenza di comunicazione, l’idoneità al lavoro non era variata; tale condotta era frequentemente fonte di confondimento e, inoltre, non dava la possibilità al Datore di lavoro di controllare la puntuale esecuzione delle visite mediche. Il D.Lgs. n. 230/1995 stabilisce che i giudizi formulati dal Medico Autorizzato debbono essere trasmessi per iscritto di volta in volta al Datore di lavoro, per gli eventuali adempimenti di competenza, e costituiscono prova dell’avvenuta esecuzione delle relative visite mediche. Nel Documento sanitario personale previsto dal medesimo decreto è riservato un apposito spazio ove il Medico Autorizzato deve indicare la data di spedizione del giudizio di idoneità, le modalità di trasmissione ed è prevista un’ulteriore firma da parte del medico stesso (vedasi Allegato XII). Essendo tale obbligo sanzionato, è bene che il Medico addetto alla sorveglianza medica conservi prova dell’avvenuta trasmissione: raccomandata A.R. o verbale di ricevimento sottoscritto dal Datore di lavoro.

In visita medica preventiva i lavoratori sono classificati in:

- idonei;
- idonei a determinate condizioni;
- non idonei.

Rispetto al precedente regime giuridico sono scomparsi i giudizi “temporaneamente non idoneo” e “in osservazione”. Trattandosi di lavoratori per i quali non è ancora possibile un’esposizione a rischio, è meglio che il Medico addetto alla sorveglianza medica si astenga dal formulare il giudizio di idoneità fino alla cessazione di una eventuale situazione morbosa presente o fino al completamento di eventuali ulteriori accertamenti. Sul piano pratico, prevedendo di prolungare oltre un certo tempo questa situazione di “assenza di giudizio”, può essere utile che il medico, nel rispetto del segreto professionale, comunichi al Datore di lavoro tale evenienza. In caso di inidoneità, il Medico deve precisare i limiti temporali di tale condizione; i limiti del giudizio di idoneità possono essere anche di tipo qualitativo e rientrano quindi nella voce “idoneo a determinate condizioni”: il Medico descriverà il tal caso i suddetti limiti, onde evitare ogni possibile errore interpretativo. Nelle circostanze di esposizione di emergenza (D.Lgs. n. 230/95, art. 4, comma 2, lettera a) possono essere adibiti soltanto i lavoratori esposti di categoria A, scelti tra quelli preventivamente indicati idonei dal Medico Autorizzato.

**Art. 84, comma 6**

“Il Medico, nell’ambito della visita preventiva nonché in occasione delle visite previste dall’art. 85, illustra al lavoratore il significato delle dosi ricevute, delle introduzioni di radionuclidi, degli esami medici e radiotossicologici e gli comunica i risultati dei giudizi di idoneità che lo riguardano”.

Questo comma rende obbligatoria, e conseguentemente sanziona, quella che dovrebbe essere una generale norma di comportamento di tutti i medici. In occasione della visita medica, nell’ambito della raccolta dei dati anamnestici, il Medico addetto alla sorveglianza medica deve rendere edotto il lavoratore sulle dosi ricevute e, se presenti nell’attività lavorativa, sulle incorporazioni di radionuclidi e relativi esami radiotossicologici, spiegando anche l’esistenza o meno di eventuali rischi. Tale momento è estremamente valido per instaurare un fattivo colloquio che aiuti il lavoratore a comprendere in modo completo i rischi a cui è esposto, puntualizzando l’attenzione sulla prevenzione ed eliminando quelle false paure che, alterando la percezione del rischio, sono esse stesse fonte di pericolo.

Si ricorda che gli esiti di tutti gli accertamenti integrativi debbono essere visti e numerati dal Medico addetto alla sorveglianza medica e costituiscono parte integrante del Documento sanitario personale (**Allegato XII**). Il dialogo fra Medico e lavoratore esposto è parte integrante del programma di formazione previsto dal D.Lgs. n. 230/95, art. 61, comma 3, lettera e. Nel Documento sanitario personale è prevista la firma del lavoratore in calce al giudizio di idoneità, prova dell’avvenuta comunicazione anche in ordine al termine di trenta giorni ammesso per presentare il ricorso avverso al giudizio di idoneità (D.Lgs. n. 230/95, art. 95).

**Art. 85, comma 5**

“Prima della cessazione del rapporto di lavoro il Datore di lavoro deve provvedere a che il lavoratore sia sottoposto a visita medica. In tale occasione il Medico deve fornire eventuali indicazioni relative alle prescrizioni mediche da osservare”.

Viene qui normalizzato il vecchio concetto della “visita medica conclusiva” più volte auspicata dagli Organi di Vigilanza. Il datore di lavoro deve quindi attivarsi con sollecitudine non appena ha notizia della cessazione del rapporto di lavoro, sia esso per dimissioni che per collocamento a riposo. Questa sollecitudine permette al Medico addetto alla sorveglianza medica di completare tutti gli accertamenti integrativi della visita prima della cessazione del rapporto di lavoro e lo prepara all’obbligo della consegna entro sei mesi del Documento sanitario personale all’ISPESL (ora INAIL - D.Lgs. n. 230/1995, art. 90, comma 4). Nel modello di Documento sanitario personale riportato nell’**Allegato XII** è prevista la firma del lavoratore in calce al giudizio di idoneità come prova dell’avvenuta comunicazione e come ricevuta della consegna di copia dello stesso Documento ai sensi del D.Lgs. n. 230/1995, art. 90, comma 2.

### **Art. 85, comma 6**

“Ferma restando la periodicità delle visite di cui al comma 1, nel periodo necessario all’espletamento e alla valutazione delle indagini specialistiche e di laboratorio di cui allo stesso comma, il giudizio di idoneità, di cui comma 3, in precedenza formulato conserva la sua efficacia”.

Il successivo giudizio di idoneità sarà quindi annotato sul Documento sanitario personale, comunicato al lavoratore e trasmesso al Datore di Lavoro a seguito delle valutazioni indicate dal comma ora indicato. A proposito di tale comma va anche evidenziato che spesso per impegni del lavoratore non è possibile rispettare le scadenze temporali delle visite. In questi casi è opportuno annotare la causa nel Documento sanitario personale e allegare le lettere di convocazione a visita.

### **Art. 86, comma 3**

“Il Medico deve richiedere l’allontanamento dal lavoro dei lavoratori non idonei e proporre il reinserimento di essi quando accerti la cessazione dello stato di non idoneità”.

Tale obbligo è un’ovvia conseguenza dell’eventuale giudizio di non idoneità (D.Lgs. n. 230/95, art 85, comma 3) espresso dal Medico addetto alla sorveglianza medica; in caso contrario, considerando il fatto che il Medico valuta la capacità del lavoratore di tollerare il rischio nei tempi successivi, il giudizio perderebbe ogni significato. Comunque, nonostante l’ovvietà del giudizio di non idoneità, è bene che il Medico ribadisca l’obbligo dell’allontanamento dal rischio del lavoratore non idoneo; considerando inoltre che ogni successiva esposizione potrebbe avere conseguenze sulla salute del lavoratore e comportare quindi responsabilità penali, è bene che tale comunicazione venga effettuata nel più breve tempo possibile e che venga ribadita la necessità di un intervento immediato. Essendo questo un obbligo sanzionato, è bene che il Medico addetto alla sorveglianza medica conservi prova dell’avvenuta trasmissione: raccomandata A.R. o verbale di ricevimento sottoscritto dal Datore di lavoro in caso di consegna a mano. In molti casi gli Organi di Vigilanza hanno ritenuto sufficiente il report di una trasmissione via fax allegata a copia del giudizio di idoneità o, nel caso di pubblica amministrazione, l’indicazione del numero di protocollo interno. E’ importante sottolineare che anche la

proposta di reinserimento, in occasione della cessazione di un eventuale periodo di non idoneità, è diventato un obbligo per il Medico addetto alla sorveglianza medica.

Il Medico dovrebbe sempre predisporre la prosecuzione della sorveglianza medica e, in occasione di ogni visita, motivare dettagliatamente il giudizio sulla idoneità. Solo in caso in cui il Medico reputi che la non idoneità sia permanente può, se non esistono altre motivazioni di ordine clinico o dosimetrico, sospendere la sorveglianza medica.

Va ricordato che nel modello di Documento sanitario personale riportato nell'Allegato XI del D.Lgs. 230/1995, è prevista la firma del lavoratore in calce al giudizio di idoneità come prova dell'avvenuta comunicazione, anche in ordine al termine di trenta giorni ammesso per presentare il ricorso avverso in giudizio di idoneità (D.Lgs. n. 230/1995, art. 95).

E' infine opportuno sottoporre a visita medica, onde riformulare il giudizio di idoneità, la gestante che ritorna all'attività lavorativa dopo il periodo di gestazione, analogamente a quanto accade dopo il rientro di ogni lavoratore da una lunga malattia o da particolari terapie. Per la gravida classificata A il rientro al lavoro coincide con un giudizio di idoneità scaduto, mentre per quella classificata in B il rientro potrebbe verificarsi in vigenza di giudizio di idoneità: in tali i casi la riformulazione dell'idoneità deve tenere conto dell'allattamento in presenza di rischio da radiazioni ionizzanti o di altro motivo.

**Art. 89, comma 1, lettera a**

"Nell'esercizio delle proprie funzioni, il Medico addetto alla sorveglianza medica dei lavoratori esposti è tenuto in particolare ai seguenti adempimenti, fermi comunque restando gli altri compiti previsti nel presente capo: analisi dei rischi individuali connesse alla destinazione lavorativa e alle mansioni ai fini della programmazione di indagini specialistiche e di laboratorio atte a valutare lo stato di salute del lavoratore, anche attraverso accessi diretti negli ambiente di lavoro".

In analogia a quanto previsto dalla legislazione in tema di igiene e sicurezza sul lavoro, ove è previsto che il Medico Competente, congiuntamente al Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione dei rischi e al Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza, visiti gli ambienti di lavoro e partecipi alla programmazione del controllo dell'esposizione dei lavoratori (D.Lgs. n. 81/08, art. 25, punti 10 e 11), anche in questo caso deve effettuare un'analisi dei rischi lavorativi e deve effettuare dei sopralluoghi sugli impianti. In considerazione delle diverse e complementari competenze, sarebbe auspicabile che tali analisi e sopralluoghi venissero effettuati congiuntamente con il Datore di lavoro e, soprattutto, con l'Esperto Qualificato; di tali azioni è utile che rimanga traccia scritta mediante verbali sottoscritti o compilando, per ogni lavoratore, una scheda di destinazione lavorativa con l'analisi dei rischi (anche quelli associati di natura convenzionale) e con le valutazioni di Radioprotezione. L'effettuazione di queste valutazioni rappresenta il momento essenziale per effettuare la programmazione di tutti gli accertamenti integrativi necessari a valutare lo stato globale di salute del lavoratore (D.Lgs. n. 230/95, art. 84, comma 3) e, più in particolare, la sua idoneità al lavoro specifico.

**Art. 89, comma 1, lettera d**

"Nell'esercizio delle proprie funzioni, il Medico addetto alla sorveglianza medica dei lavoratori esposti è tenuto in particolare ai seguenti adempimenti, fermi comunque

restando gli altri compiti presenti nel presente Capo: consulenza al Datore di lavoro per la messa in atto di infrastrutture e procedure idonee a garantire la sorveglianza medica dei lavoratori esposti, sia in condizioni di lavoro normale che in caso di esposizioni eccezionali o di emergenza”.

Così come il Datore di lavoro deve assicurare ai Medici le condizioni necessarie per lo svolgimento dei loro compiti (D.Lgs. n. 230/95, art. 83, comma 4), il Medico dovrebbe comunque assicurargli tutta l’assistenza per mettere in atto tali condizioni. Sinteticamente i compiti principali possono essere così indicati:

- il Medico offre una consulenza di massima in merito alle infrastrutture di un Servizio di Radioprotezione medica tenendo presenti tutte le necessità per quanto riguarda visite mediche, accertamenti integrativi, archivi;
- sempre riguardo alle infrastrutture dovrebbe dare indicazioni, ove necessario in collaborazione con l’Esperto Qualificato, circa le necessità di ambienti per il pronto soccorso, anche di tipo radiologico, per un’eventuale contaminazione;
- è suo compito organizzare l’archivio sanitario, considerando anche che la conservazione del Documento sanitario personale ricade sulla sua responsabilità (D.Lgs. n. 230/95, art. 90, comma 1);
- collabora costantemente con l’Esperto Qualificato anche in merito alla necessità di un costante scambio di informazioni;
- nei rapporti con gli Organi di Vigilanza (D.Lgs. n. 230/95, art. 59), ove richiesto dal Datore di lavoro, fornisce la sua disponibilità per gli aspetti della sorveglianza medica;
- collabora, per gli aspetti di competenza medica, nel programma di formazione finalizzato alla Radioprotezione (D.Lgs. n. 230/95, art. 61, comma 3, lettera e, comma 4).

### **Art. 90, comma 1**

“Per ogni lavoratore esposto il Medico addetto alla sorveglianza medica deve istituire, tenere aggiornato e conservare un Documento sanitario personale in cui sono compresi: a) i dati raccolti nella visita preventiva e nelle visite mediche periodiche, straordinarie e in occasione della sorveglianza medica eccezionale; b) la destinazione lavorativa, i rischi ad essa connessi e i successivi mutamenti; c) le dosi ricevute dal lavoratore, derivanti sia da esposizioni normali, sia da esposizioni accidentali o di emergenza, utilizzando i dati trasmessi dall’esperto qualificato”.

In attesa dell’emanazione del decreto previsto all’ultimo comma di questo stesso articolo, le modalità di tenuta e conservazione del Documento sanitario personale sono quelle stabilite dall’Allegato XII del D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche ed integrazioni, in particolare dal D.Lgs. n. 241/2000. I principali adempimenti in merito sono i seguenti:

- il documento deve essere conforme al modello allegato; sono ammessi documenti diversi, purché vi siano inclusi tutti i dati e le notizie richieste; deve essere preventivamente firmato dal Datore di lavoro che dichiara altresì il numero di pagine di cui è composto;

- il documento deve essere conservato a cura del Medico addetto alla sorveglianza medica, normalmente presso la sede di lavoro o presso la sede legale del Datore di lavoro (Allegato XI, 8.4);
- tutti i dati raccolti in occasione delle visite mediche debbono essere trascritti con inchiostro indelebile, le correzioni siglate e comunque leggibili, gli spazi bianchi barrati e siglati;
- gli accertamenti integrativi devono essere indicati e i referti, numerati e vistati, devono essere sempre allegati;
- la destinazione lavorativa del lavoratore deve essere trascritta nel Documento sanitario personale e i dati richiesti debbono essere comunicati, eventualmente tramite scheda di destinazione lavorativa, dal Datore di lavoro; in tal caso è opportuno che detta scheda sia sottoscritta anche dall'Esperto Qualificato e dal Medico addetto alla sorveglianza medica;
- nel Documento debbono essere trascritte le dosi ricevute dal lavoratore. La trasmissione dei dati dosimetrici da parte dell'Esperto Qualificato deve avvenire con frequenza almeno semestrale.

**Art. 90, comma 2**

“I lavoratori hanno diritto ad accedere ai risultati delle valutazioni di dose, delle introduzioni e degli esami medici e radiotossicologici, nonché ai risultati delle valutazioni di idoneità che li riguardano e di ricevere, dietro loro richiesta, copia della relativa documentazione. Copia del Documento sanitario personale deve essere consegnata dal Medico all'interessato alla cessazione del rapporto di lavoro”.

Questo “diritto di accesso alle informazioni” ribadisce il concetto di obbligo, da parte del Medico addetto alla sorveglianza medica, di informazione al lavoratore. Infatti, in occasione della visita medica e durante il colloquio anamnestico, il Medico deve rendere edotto il lavoratore sulle dosi ricevute e, se presenti nell'attività lavorativa, sulle incorporazioni di radionuclidi e relativi esami radiotossicologici, spiegando anche l'esistenza o meno di eventuali rischi (D.Lgs. n. 230/1995, art 84, comma 6). Tale momento è estremamente valido per instaurare un fattivo colloquio che aiuti il lavoratore a comprendere in modo completo i rischi cui è esposto; in tal modo è possibile puntualizzare l'attenzione sulla prevenzione ed eliminare tutte quelle paure che, alterando la percezione del rischio, sono esse stesse fonte di pericolo.

L'informazione sugli esami medici, visita, accertamenti specialistici, esami strumentali e di laboratorio è l'ovvia conclusione della visita, è un obbligo per qualunque Medico ed è il giusto preambolo prima della comunicazione del giudizio di idoneità.

Nel modello di Documento sanitario personale riportato come allegato al D.Lgs. n. 241/2000 (è prevista la firma del lavoratore in calce al giudizio di idoneità come prova dell'avvenuta comunicazione, anche in ordine al termine di trenta giorni ammesso per presentare il ricorso avverso il giudizio espresso).

La consegna di copia del Documento sanitario personale al momento della cessazione del rapporto di lavoro deve avvenire anche senza esplicita richiesta da parte del lavoratore. Anche in questo caso è bene che rimanga traccia della consegna per cui nel modello indicato nell'Allegato XI del D.Lgs. n. 230/1995, è prevista la firma per ricevuta del lavoratore.

**Art. 90, comma 3**

“Il Documento sanitario personale deve essere conservato sino alla data in cui il lavoratore compie o avrebbe compiuto il settantacinquesimo anno di età, e in ogni caso per almeno trenta anni dopo la cessazione del lavoro comportante esposizione alle radiazioni ionizzanti”.

Considerati gli obblighi di consegna del Documento sanitario personale all'ISPESL (ora INAIL), è ovvio che la scadenza dei termini di conservazione non può che riguardare tale Istituto.

Il termine di trenta anni è giustamente introdotto in considerazione dei lunghissimi tempi di latenza delle malattie radioinducibili, particolarmente i tumori. Il Medico addetto alla sorveglianza medica, responsabile della conservazione del Documento stesso, dovrebbe dare disposizioni opportune, possibilmente scritte, per le modalità di tenuta dell'archivio sanitario.

In caso di inosservanza dei compiti assegnati è prevista, per il Medico Autorizzato (ma non per il Medico Competente), la sospensione fino a sei mesi dall'esercizio delle sue funzioni o, nei casi più gravi, la cancellazione dall'albo nominativo (D.Lgs. n. 230/95, art 93).

**Art. 90, comma 4**

“Il Medico addetto alla sorveglianza medica provvede entro sei mesi dalla cessazione del rapporto di lavoro o dalla cessazione dell'attività di impresa comportante esposizione alle radiazioni ionizzanti a consegnare i predetti Documenti sanitari personali unitamente ai documenti di cui all'art 81, comma 1, lettera d) ed e) all'ISPESL (ora INAIL), che assicurerà la loro conservazione nel rispetto dei termini e delle modalità previste nel presente articolo. Su richiesta motivata del Medico e valutate le circostanze dei singoli casi l'ISPESL (ora INAIL) può concedere proroga ai predetti termini di consegna”.

Tale compito è posto in carico al Medico il quale deve provvedere, con la stessa scadenza, alla consegna delle schede dosimetriche e delle valutazioni dell'Esperto Qualificato (D.Lgs. n. 230/1995, art. 81, comma 1, lettera d) ed e).

A tal fine si ricorda l'obbligo per il Datore di lavoro, e di conseguenza anche per l'Esperto Qualificato, di consegnare al Medico tale documentazione entro tre mesi dalla cessazione del rapporto di lavoro o dalla cessazione dell'attività di impresa comportante esposizione alle radiazioni ionizzanti (D.Lgs. n. 230/1995, art. 81, comma 4). Per tali motivi è bene che il Medico addetto alla sorveglianza medica sensibilizzi il Datore di lavoro sulla necessità di comunicare tempestivamente ogni notizia in merito.

E' ovvio che la trasmissione del documento sanitario personale all'ISPESL (ora INAIL) deve avvenire nel rispetto del segreto professionale, con modalità che consentano la permanenza di una traccia (tramite spedizione assicurata A/R o consegna a mano con dichiarazione di ricevimento). A tal riguardo l'ISPESL (ora INAIL) ha emanato una circolare circa le modalità di trasmissione (vedasi **Allegato XIII**).

Nonostante l'art. 4 *bis* del D.Lgs. n. 241/2000 (Decreto che modifica e integra il D.Lgs. n. 230/1995) disponga espressamente: “I soggetti di cui al comma 1 (Datori di lavoro, Dirigenti, Preposti) comunicano tempestivamente all'Esperto Qualificato e al Medico

adetto alla sorveglianza medica la cessazione del rapporto di lavoro con il lavoratore esposto” nessuna specifica sanzione è prevista in caso di inadempienza di tale precisa disposizione di legge a carico di detti soggetti, mentre a carico del solo Medico Autorizzato (ma non del Medico Competente incaricato della identica sorveglianza, come più sopra richiamato) sono previste pesanti sanzioni in caso di inadempienza o ritardo nella consegna del Documento sanitario personale e degli altri documenti che gli debbono pervenire da parte dell’Esperto Qualificato.

La consegna (o l’invio mediante raccomandata AR) di tali documenti deve avvenire entro sei mesi, termine questo che evidentemente decorre dal giorno in cui il Medico ha ricevuto formale notifica della cessazione del rapporto di lavoro del lavoratore radioesposto e non certo dalla data di effettiva cessazione del rapporto stesso, che in molti casi può essere anteriore anche di parecchi mesi. A questo scopo, a tutela del Medico Autorizzato, nel Documento sanitario personale predisposto da AIRM (vedasi **Allegato XII**) è prevista la registrazione delle due date: a) di cessazione del rapporto di lavoro; b) di ricevuta notifica da parte del Datore di lavoro o suoi equiparati.

E’ evidente che l’obbligo di consegna all’ISPESL (ora INAIL) non sussiste nel caso in cui il lavoratore cessi l’attività con esposizione a radiazioni ionizzanti in costanza del rapporto di lavoro. In tal caso il Documento sanitario personale va conservato nell’archivio del Datore di lavoro fino alla cessazione del rapporto di lavoro (licenziamento, pensionamento). Merita segnalare che l’Ispettorato Medico Centrale del Lavoro nel 1998, in risposta ad un quesito dell’AIRM, ha confermato la possibilità che nel caso di trasferimento di un lavoratore da una struttura del Sistema Sanitario Nazionale ad un’altra della stessa Regione il Documento sanitario personale possa seguire il lavoratore (vedasi **Allegato XII**).

### **Art. 92, commi 2 e 3**

2. “Entro tre giorni dal momento in cui ne abbia effettuato la diagnosi il Medico deve comunicare alla Direzione Provinciale del Lavoro e agli Organi del Sistema Sanitario Nazionale competenti per territorio i casi di malattia professionale”.
3. “I Medici, le strutture sanitarie pubbliche e private, nonché gli istituti previdenziali o assicurativi pubblici o privati, che refertano casi di neoplasie da loro ritenute causate da esposizione lavorativa alle radiazioni ionizzanti, trasmettono all’ISPESL (ora INAIL) copia della relativa documentazione clinica ovvero anatomopatologica e quella inerente l’anamnesi lavorativa”.

Il comma 2 ribadisce l’obbligo generale di denuncia che il Medico deve effettuare in tutti i casi in cui emetta diagnosi di malattia professionale (D.P.R. 1124/65, art. 139); occorre comunque prestare attenzione al fatto che i destinatari della denuncia sono sia la Direzione Provinciale del Lavoro che gli Organi del Sistema Sanitario Nazionale competenti per territorio. Non va inoltre dimenticato l’obbligo di referto all’autorità giudiziaria (Codice Penale, art. 365).

L’invio all’ISPESL (ora INAIL) di copia della documentazione sanitaria dei casi di neoplasie ritenute dal Medico causate da radiazioni ionizzanti è correlata all’obbligo di comunicazione di tutti i casi di neoplasie causate da esposizione lavorativa ad agenti cancerogeni. E’ estremamente difficile valutare se una malattia tumorale possa essere attribuita all’esposizione a radiazioni ionizzanti, in quanto queste forme morbose sono

indistinguibili da quelle insorte per “cause naturali”; può essere di notevole aiuto una completa raccolta anamnestica che permetta di valutare tutti i fattori concausali e valutare quindi quale grado percentuale di incidenza possa aver avuto l’esposizione lavorativa confrontata con altre esposizioni ad agenti nocivi (la *Probability of Causation* degli autori anglosassoni. Vedasi **Allegato XIV**)<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Trenta G., Righi E. The evaluation of the probability of causation. International Congress Medical Aspects of Radiation in Europe. Venice, october 1991.





L'estratto che stai visualizzando  
è tratto da un volume pubblicato su  
ShopWKI - La libreria del professionista

[VAI ALLA SCHEDA PRODOTTO](#)