



Giornate
Siciliane di
Radioprotezione
"M.Bellia"



Radio protezione nelle attività interventistiche

*dalla protezione passiva
alla realtà aumentata*

Workshop
interassociativo

Siracusa
18-20 aprile 2018
Minareto Seaside Luxury Resort



Sorveglianza medica dei lavoratori esposti. Criticità e casi di studio

Giuseppe De Luca

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale – **ISPRA**



INAIL



Società Italiana di
Radiologia Medica
e Interventistica





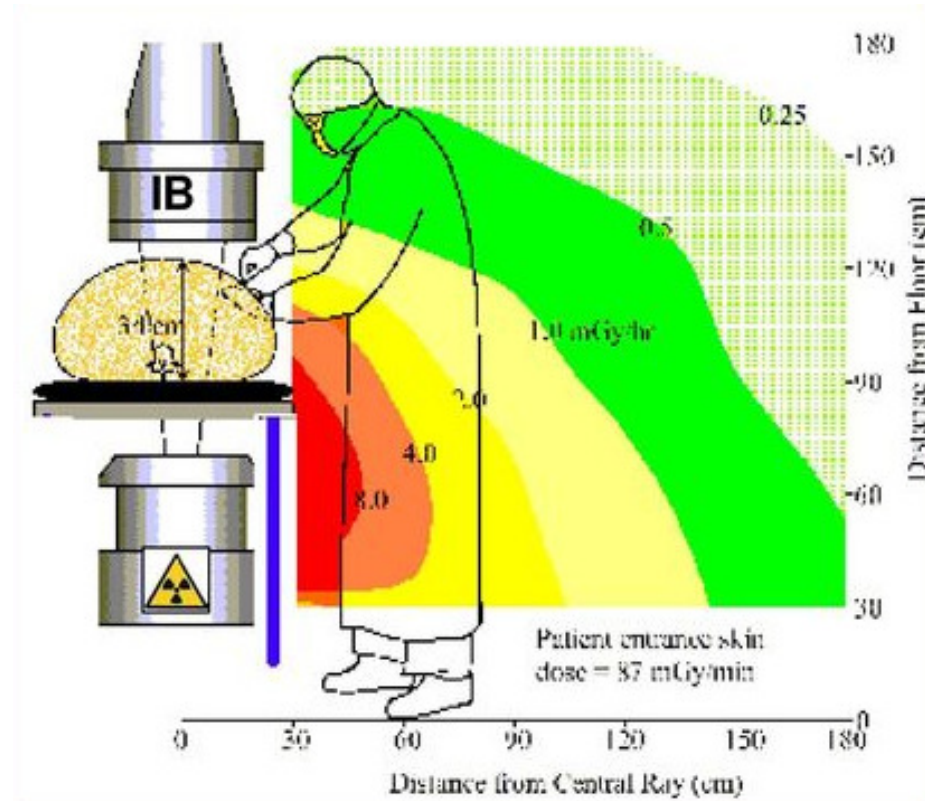
- Le procedure di radiologia interventistica stanno sempre più affermandosi in sostituzione di interventi chirurgici più invasivi, a parità di efficacia clinica e con significativa riduzione dei tempi di degenza e delle potenziali complicanze intra- e perioperatorie



- Queste tecniche, inizialmente appannaggio dei **radiologi**, sono oggi utilizzate nella pratica clinica da molti altri specialisti: **cardiologi, chirurghi vascolari, neurochirurghi, ortopedici, urologi, gastroenterologi**, ecc. sia a scopo diagnostico che per la terapia di un gran numero di patologie
- Il numero di procedure effettuate cresce di anno in anno e da dati **GISE** risulta ad es. che le **procedure cardiologiche** (angioplastiche; stent; cateterismi; embolizzazioni; impianto di valvole trans-catetere - TAVI, ecc.), che nel nostro Paese rappresentano circa la metà di tutte le procedure interventistiche, siano state **nel 2016 oltre 450000** con più di 290000 coronarografie e più di 150000



- Con l'andare del tempo e con l'aumentare della perizia e della confidenza degli operatori si è anche **accresciuto il grado di complessità delle procedure** (es. : procedure coronariche multivaso che - sempre da dati GISE - costituiscono oltre il 30% del totale), con la conseguente necessità di acquisire un maggior numero di immagini, eventualmente in proiezioni non convenzionali, con maggiori ingrandimenti e quindi **con dosi maggiori erogate al paziente**
- Oltre alle ovvie problematiche di **radioprotezione dei pazienti**, derivano da questi fattori (aumento del numero e della complessità delle procedure) **problematiche** altrettanto importanti **di radioprotezione degli operatori**
- Va infatti sempre tenuta in considerazione la **stretta correlazione tra radioprotezione del paziente e radioprotezione dell'operatore**, essendo la **radiazione diffusa dal paziente la sorgente principale di esposizione per chi opera nelle sue vicinanze**



- Le strategie per il controllo e la minimizzazione della dose agli operatori si fondano prima di tutto sulle corrette modalità di organizzazione e di esecuzione del compito lavorativo, insieme con l'uso di idonei **dispositivi di protezione collettiva (DPC)** ed **individuale (DPI)** dalle radiazioni, con ovvia priorità dei DPC sui DPI



- I **DPC** utilizzati sono tutti indirizzati alla **schermatura della radiazione diffusa** dal paziente:

- **Schermi di protezione da applicare lateralmente** al tavolo radiologico
- **Schermi pensili da soffitto**
- **Barriere mobili** (indicate particolarmente per il personale infermieristico, anestesisti, ecc.)
- **Telini di copertura sterilizzabili** da posizionare sul paziente

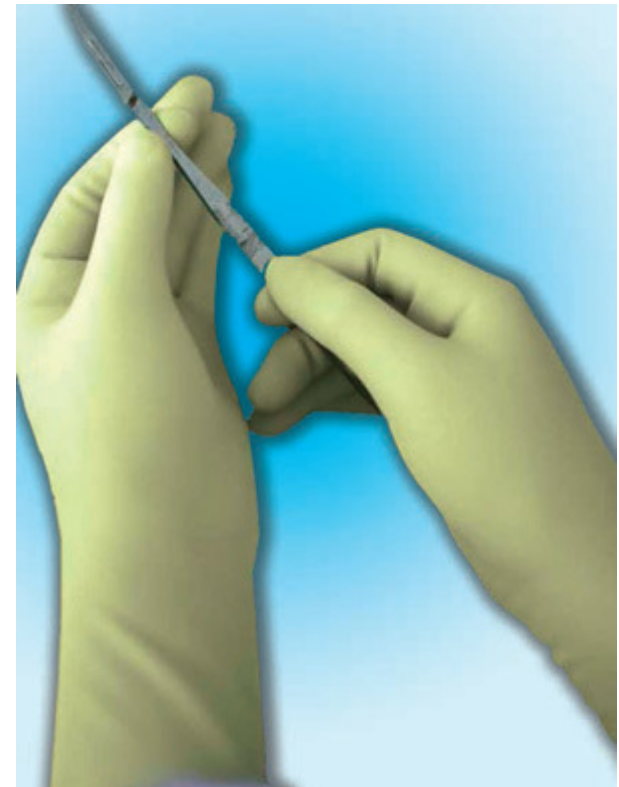




- Quanto ai **DPI**, mentre qualsiasi intervento di radiologia interventistica non è neppure concepibile senza la protezione dell'operatore con un **camice/grembiule schermante in gomma piombifera** o materiale equivalente, risultano sicuramente **meno utilizzati altri DPI** quali: **collari per la protezione della tiroide; occhiali anti X** per la protezione del cristallino e **guanti anti X**



- Alcuni organi potranno quindi essere meno protetti dall'irraggiamento: occhi, tiroide, mani, braccia e gambe





- La radiologia interventistica rappresenta in qualche modo la “**nuova frontiera**” della **sorveglianza medica** della protezione contro le radiazioni ionizzanti
- Proprio in questo ambito si possono infatti **realizzare esposizioni significative degli operatori** (medici specialisti, radiologi, TSRM, anestesisti, infermieri, ecc.), specialmente **a carico di organi e zone del corpo meno protette** con potenziali conseguenze sanitarie dannose
- **L’obiettivo fondamentale della sorveglianza medica** del personale esposto da parte del medico autorizzato è quello di **valutarne preventivamente e monitorarne periodicamente le condizioni di salute** e quindi **verificarne l’idoneità alla mansione**

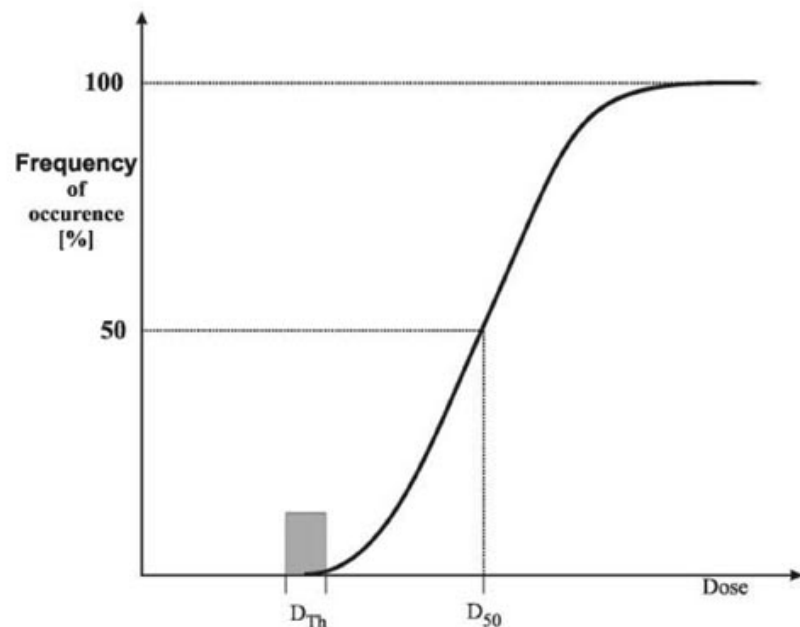
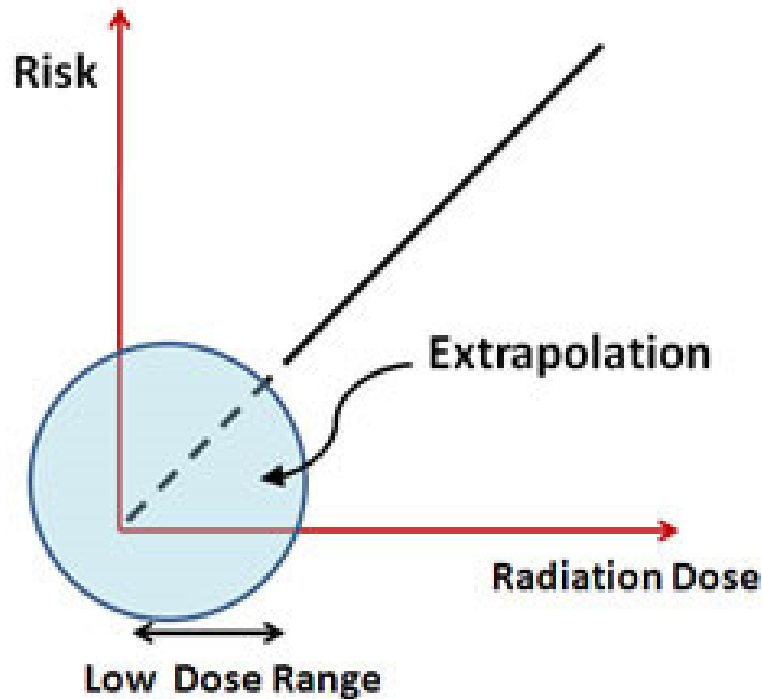


Figure 1. A general dose-response relationship for radiation induced deterministic (cell killing) effects.
 D_m - threshold dose

- Parlare di “nuova frontiera” significa anche rivedere la tendenza che ha orientato la radioprotezione medica negli ultimi decenni pressoché esclusivamente alla sorveglianza dell’insorgenza di eventuali **effetti stocastici** nei lavoratori esposti (sorveglianza e diagnosi precoce di patologie neoplastiche radioindotte), mentre venivano **considerati molto meno rilevanti gli** eventuali **effetti deterministici** (reazioni tessutali avverse) delle radiazioni stesse, in considerazione delle dosi sempre minori di radiazioni assorbite dai



- Gli operatori di radiologia interventistica possono essere esposti all'assorbimento di dosi di radiazioni tali da provocare l'insorgenza di **reazioni tessutali a carico di specifici organi e tessuti (opacità del cristallino/cataratta; radiodermiti croniche)**
- I più recenti statements dell'ICRP (Pubblicazione ICRP n. 118) circa l'esistenza di una dose soglia (0,5 Gy) per la manifestazione di **malattie cardio- e cerebrovascolari negli esposti a radiazioni ionizzanti**, qualsiasi sia la modalità dell'esposizione (acuta, frazionata, cronica) hanno poi attirato l'attenzione su un **ambito clinico-preventivo precedentemente non ritenuto correlato con l'esposizione alle radiazioni**



- Ma prima ancora di parlare dei potenziali effetti sanitari delle radiazioni ionizzanti cui sono esposti gli operatori della radiologia interventistica e delle strategie da mettere in atto per la loro sorveglianza, occorre anzitutto accennare ad un **potenziale effetto sanitario dannoso** per gli operatori, **correlato** non tanto con l'esposizione alle radiazioni quanto **con l'utilizzo di un indispensabile DPI: il camice/grembiule di**



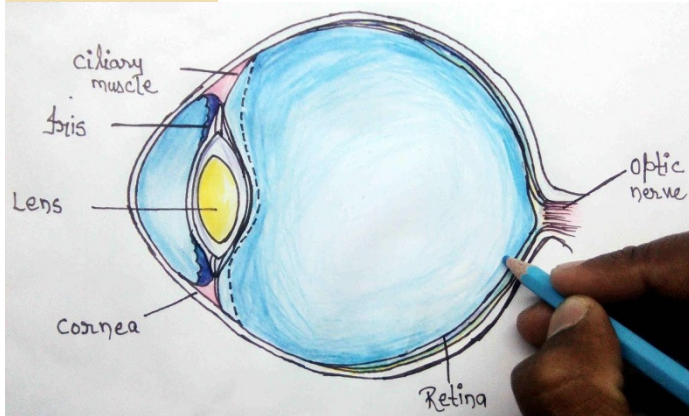
- Sono frequenti le segnalazioni di problemi sanitari (**dolori lombari; lombosciatalgie**) in operatori costretti ad indossare pesanti grembiuli di gomma piombifera per lunghi periodi di tempo e diversi studi epidemiologici sono stati effettuati per analizzare la relazione tra dolore in sede lombare e utilizzo dei camici anti X. Al di là dei limiti metodologici degli studi fin qui effettuati, il rischio appare fondato e strettamente correlato al peso del DPI



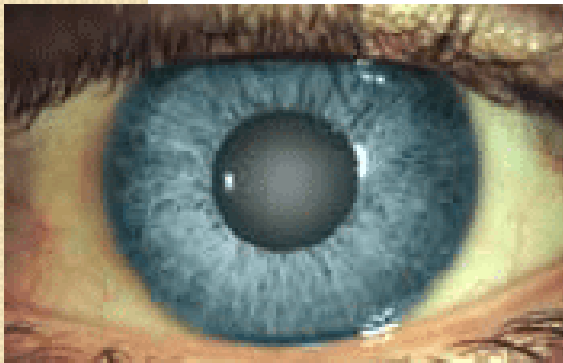
- E' quindi importante, che il M.A., in stretta collaborazione con l'E.Q. , orienti la **scelta del DPI più idoneo**, privilegiando - a parità di efficacia schermante - i **modelli più leggeri**, che permettono di distribuire il peso su spalle e anche (**camice a due pezzi**) o i modelli che addirittura permettono di eliminare virtualmente il peso stesso mediante l'utilizzo di **dispositivi pensili** adattabili (ad es. il



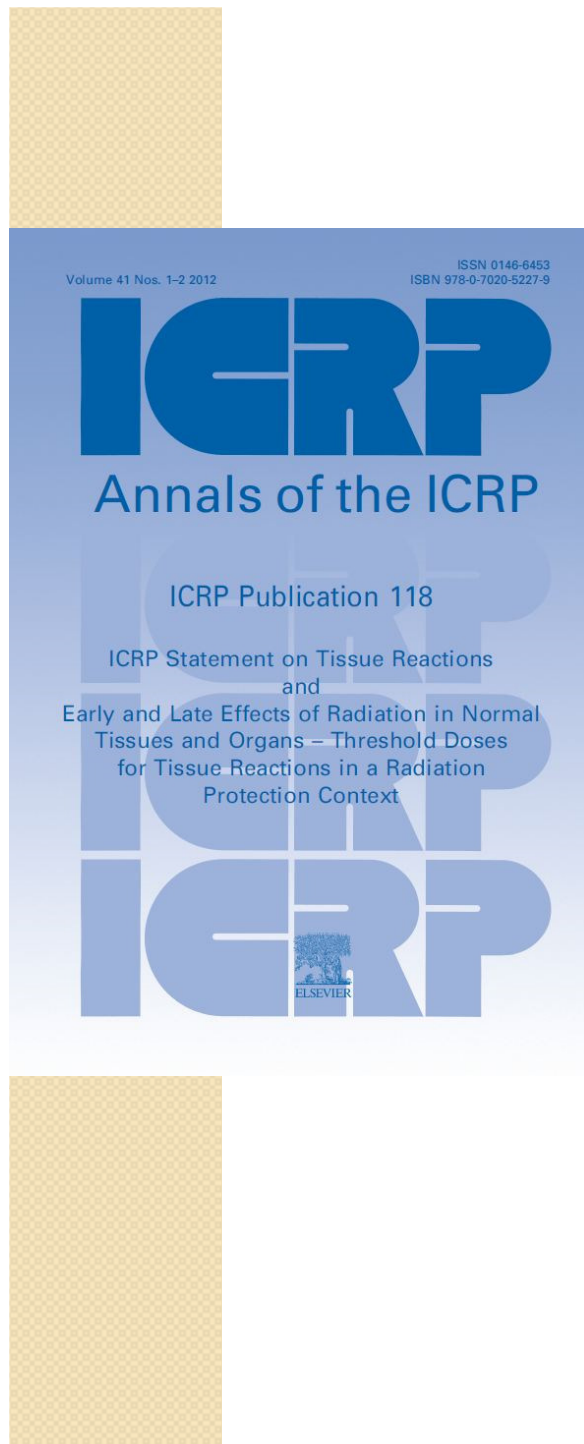
- Non si può tuttavia escludere la possibilità che un M.A. esprima per un operatore di radiologia interventistica un giudizio di **idoneità a determinate condizioni** o addirittura di **non idoneità (eventualmente limitata nel tempo)**, in relazione ad una patologia osteoarticolare (lombosacrale, coxofemorale, ecc.) in atto che impedisca il mantenimento della stazione eretta per periodi prolungati indossando il camice anti-X, in coerenza anche con l'art. 3 c. 2 del D.M. n. 488 che invita il M.A. a, *considerare con particolare attenzione ai fini della valutazione dell'idoneità al lavoro, ... anomalie o condizioni patologiche che possano limitare l'utilizzazione*



EYE WITH CATARACT



- Passando all'esame delle vere e proprie “**radiopatologie**”, una delle principali problematiche sanitarie da considerare nella sorveglianza medica degli operatori di radiologia interventistica è quella degli **effetti dannosi sull'occhio e sulla vista** conseguenti all'esposizione alle r.i.
- L'occhio viene considerato un organo molto radiosensibile per la possibile insorgenza - a seguito dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti - di opacità del cristallino, fino alla cataratta
- Il componente oculare maggiormente radiosensibile è **la lente cristallina** (almeno 10 volte più sensibile degli altri tessuti oculari) e la **cataratta** è stata riconosciuta da lungo tempo (già molto prima delle esplosioni atomiche di Hiroshima e Nagasaki) come un potenziale effetto sanitario dannoso conseguente



- Già nel **1950** l'ICRP classificava la **cataratta** come una **patologia radioinducibile**, raccomandando nel 1954 un limite per l'esposizione dei lavoratori a 0,3 R/settimana
- Nel 1969 la cataratta veniva ricompresa tra gli "**effetti deterministici**" delle r.i. e nel 1977 furono definite le **dosi soglia** (nell'ordine di 5-8 Gy complessivi per esposizioni protratte nel tempo) e fissati i **limiti di dose equivalente al cristallino** **rispettivamente a 150 mSv/anno per i lavoratori esposti e a 15 mSv/anno per la popolazione**
- Questo set di dosi soglia e limiti di dose ha resistito fino al **2011** quando, **sulla base di nuove evidenze scientifiche**, l'ICRP (**Pubblicazione 118**) ha rivisto drasticamente al ribasso la **dose soglia** per l'induzione di opacità del cristallino/cataratta, fissandola a **0,5 Gy per qualsiasi tipologia di esposizione** (acuta, cronica, frazionata)
- Parallelamente è stato **ridotto** da 150 a **20 mSv/anno** (come media di 100 mSv in 5 anni consecutivi, con il vincolo aggiuntivo di non superare i 50 mSv in un singolo anno) il **limite di dose equivalente al cristallino per i lavoratori esposti**. Non è stato invece modificato il **limite di dose per la popolazione di 15 mSv/anno**
- I nuovi limiti di dose proposti dall'ICRP sono stati acquisiti nella **Direttiva 2013/59/Euratom**

STUDY PROTOCOL

Open Access

Occupational cataracts and lens opacities in interventional cardiology (O'CLOC study): are X-Rays involved? Radiation-induced cataracts and lens opacities

Sophie Jacob^{1*}, Morgane Michel¹, Christian Spaulding², Serge Boveda³, Olivier Bar⁴, Antoine P Brézin⁵, Maté Strehó⁶, Carlo Maccia⁶, Pascale Scanff⁷, Dominique Laurier¹, Marie-Odile Bernier¹

Abstract

Background: The eye is well known to be sensitive to clearly high doses (>2 Gy) of ionizing radiation. In recent years, however, cataracts have been observed in populations exposed to lower doses. Interventional cardiologists are repeatedly and acutely exposed to scattered ionizing radiation (X-rays) during the diagnostic and therapeutic procedures they perform. These "low" exposures may cause damage to the lens of the eye and induce early cataracts, known as radiation-induced cataracts. The O'CLOC study (Occupational Cataracts and Lens Opacities in Interventional Cardiology) was designed to test the hypothesis that interventional cardiologists, compared with an unexposed reference group of non-interventional cardiologists, have an increased risk of cataracts.

Method/Design: The O'CLOC study is a cross-sectional study that will include a total of 300 cardiologists aged at least 40 years: one group of exposed interventional cardiologists and another of non-interventional cardiologists. The groups will be matched for age and sex. Individual information, including risk factors for cataracts (age, diabetes, myopia, etc.), will be collected during a telephone interview. A specific section of the questionnaire for the exposed group focuses on occupational history, including a description of the procedures (type, frequency, radiation protection tool) used. These data will be used to classify subjects into "exposure level" groups according to cumulative dose estimates. Eye examinations for all participants will be performed to detect cataracts, even in the early stages (lens opacities, according to LOCS III, the international standard classification). The analysis will provide an estimation of the cataract risk in interventional cardiology compared with the unexposed reference group, while taking other risk factors into account. An analysis comparing the risks according to level of exposure is also planned.

Discussion: This epidemiological study will provide further evidence about the potential risk of radiation-induced cataracts at low doses and contribute to cardiologists' awareness of the importance of radiation protection.

Trial Registration: NCT01061463

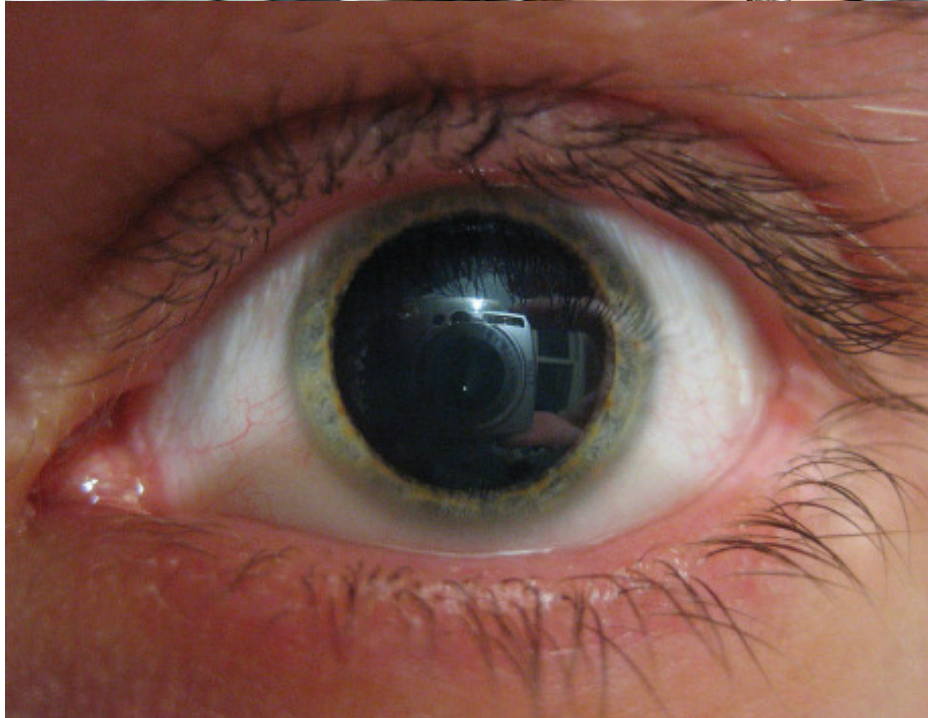
Background

Although the sensitivity of the lens of the eye to high doses of ionizing radiation (IR) is well known, considerable uncertainty surrounds the relation between radiation dose and cataracts. The radiation protection standards formulated by the United States National

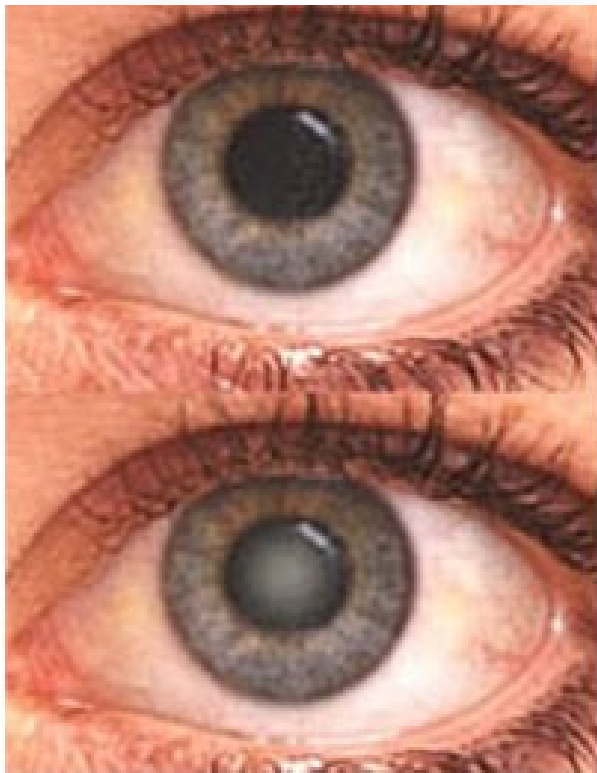
Council on Radiation Protection (NCRP) and the International Commission on Radiological Protection (ICRP) [1] are all based on the assumption that lens opacities (cataracts) are deterministic radiation-induced effects and appear only if a dose threshold is exceeded [1,2]. The current dose thresholds for radiation-induced lens opacities are 2 Gy for a single dose or 5 Gy for fractionated doses. However, several recent studies have now raised questions about this assumption [3] (UNSCEAR

* Correspondence: sophie.jacob@irsn.fr
¹IRSN - DRPH/SRBE/Laboratoire d'Epidémiologie, Fontenay-aux-Roses, France
Full list of author information is available at the end of the article

- Vari studi nel corso degli ultimi anni hanno confermato una **maggiore frequenza di opacità del cristallino e di cataratte precoci nella popolazione di operatori di radiologia interventistica** (specialmente cardiologia interventistica): tra questi gli studi di Vano et al (2010) e di Ciraj-Bjelac et al (2010) e, più di recente lo studio francese **O'CLOC Study** (2013)
- In quest'ultimo studio la **Dose media al cristallino tra gli esposti** (cardiologi interventisti), stimata attraverso accurata ricostruzione retrospettiva, è risultata di **423 mGy (range: 25-1600)**
- Sono state riscontrate opacità sottocapsulari posteriori (**PSC**) per lo più modeste (83%: I grado) **significativamente più frequenti tra gli esposti: RR 3,85 (CI 95%: 1,3 -11)**. Il rischio era inferiore per gli operatori che utilizzavano regolarmente d.p.i. (occhiali protettivi)
- Questi risultati, alla luce del significativo ridimensionamento della dose soglia per opacità/cataratta, indicano che un **25% circa degli operatori potrebbe essere a rischio di sviluppare una cataratta precoce radioindotta**



- E' necessario che il **protocollo di sorveglianza medica** tenga conto di questo potenziale rischio prevedendo degli **esami mirati alla valutazione iniziale ed al periodico monitoraggio** in particolare **della trasparenza del cristallino**
- Per l'esame accurato della lente in visita medica preventiva, va eseguita una **visita specialistica oculistica in cicloplegia** (allo scopo di registrare lo *statu quo ante*), visita che andrà **ripetuta**, con **periodicità variabile** (biennale all'inizio dell'esposizione, più ravvicinata in età più avanzata e per esposizioni che si avvicinano al limite di dose annuale)



- Quanto alla **valutazione di idoneità** dell'operatore cui vengano riscontrate **opacità del cristallino**, il giudizio va orientato su due obiettivi:
 1. Da una parte va tenuta in conto l'**effettiva riduzione della capacità visiva** dell'operatore che, nella peggiore delle ipotesi, potrebbe ridurre significativamente la performance "tecnica", aumentando il rischio di errore nella procedura o di maggior dose per il paziente
 2. Dall'altra va considerata la **possibile evoluzione peggiorativa della lesione** con ulteriore opacizzazione della lente soprattutto **se prosegue l'assorbimento di dosi**

Orientamenti operativi per il M.A.

- Per quanto attiene il **primo argomento**, il **giudizio è dicotomico** con ovvia **valutazione di non idoneità in caso di significativa riduzione/distorsione del visus** (e possibile/auspicabile revisione del giudizio a valle di un eventuale intervento di asportazione della cataratta)
- Quanto alla **seconda questione**, occorrerà invece - di concerto con l'E.Q. - verificare in primo luogo se le modalità operative (organizzazione del lavoro, posizione dell'operatore, ecc.), il carico di lavoro e la disponibilità/utilizzo dei DPC e dei DPI sono ottimali e quindi - nel caso vi siano ulteriori margini - **provvedere all'ottimizzazione della RP**
- Può poi essere ragionevole - sempre in stretta collaborazione con l'E.Q. - definire delle **soglie di "alert" in relazione alla dose assorbita all'occhio dell'operatore** in questione (in particolare all'OS che è comunemente il più esposto) opportunamente più basse rispetto al limite di dose annuale (ad es.: 30 - 50% del limite), raggiunte le quali si può provvedere ad ulteriori aggiustamenti organizzativi e/o a provvedimenti limitativi per quanto riguarda l'idoneità dell'operatore ad essere esposto al rischio. A ciò va associata, per quanto riguarda la

- Si persegue in tal modo un **duplice obiettivo**: quello di **sorvegliare strettamente** (anche con opportune metodiche dosimetriche) **l'effettiva esposizione dell'operatore** e quello di **modularne l'attività a rischio** sulla base dell'esposizione ad essa correlata
- Quanto all'eventuale attribuzione della patologia all'esposizione professionale, con conseguente **diagnosi/denuncia di malattia di sospetta origine professionale** da parte del M.A., essendo l'opacità del cristallino/cataratta classificata tra le **reazioni tessutali** (effetto di tipo deterministico delle r.i.), ai fini di una diagnosi verosimile **deve essere soddisfatto il criterio principale che è quello del superamento della dose definita come soglia per il manifestarsi delle lesioni indotte dalle radiazioni**. Tale soglia è stata recentemente fissata a **0,5 Gy** indipendentemente dalle modalità di esposizione (acuta, cronica, frazionata); ne discende che la diagnosi di cataratta radioindotta potrà essere posta quando dalla ricostruzione della storia dosimetrica del lavoratore emerge con ragionevole certezza la possibilità che la dose assorbita al cristallino sia per lo meno dell'ordine di grandezza indicato





- Sta ultimamente acquistando sempre maggiore attenzione e considerazione **l'aumentato rischio di patologie cardiovascolari associato con l'esposizione a radiazioni ionizzanti**
- L'elemento alla base del danno vascolare radioindotto (in particolare a carico del microcircolo) sono le cellule endoteliali, ma non si conosce ancora molto circa l'intimo meccanismo del danno e quindi circa l'esatta relazione tra l'esposizione delle cellule endoteliali e il danno vascolare
- Sulla base dei **numerosi studi** effettuati nel corso dell'ultimo decennio, che **hanno mostrato incrementi dose-correlati dell'incidenza di eventi cardiovascolari** quali infarto del miocardio, ictus e dell'incidenza/prevalenza di ipertensione arteriosa e ipercolesterolemia tra gli esposti, l'**ICRP** ha ritenuto di indicare una **dose soglia per le patologie cardiovascolari radioindotte dell'ordine di 0,5 Gy in regione**



- La **sorveglianza medica** degli operatori di radiologia interventistica esposti all'assorbimento di dosi potenzialmente significative di radiazioni andrà pertanto **mirata anche a questa importante tipologia di rischio** ed il M.A. non potrà prescindere da una **valutazione clinico-funzionale cardiovascolare in occasione dei controlli preventivi e periodici**
- In questo caso il quadro viene complicato dal fatto che ci si trova di fronte ad una tipica **patologia multifattoriale** in cui l'eventuale contributo dell'esposizione alle r.i. è certamente associato a numerose altre componenti di natura costituzionale (sesso, età, familiarità, suscettibilità/predisposizione individuale); personale (fattori di rischio alimentari, voluttuari, ecc.) oltre che ad eventuali comorbidità

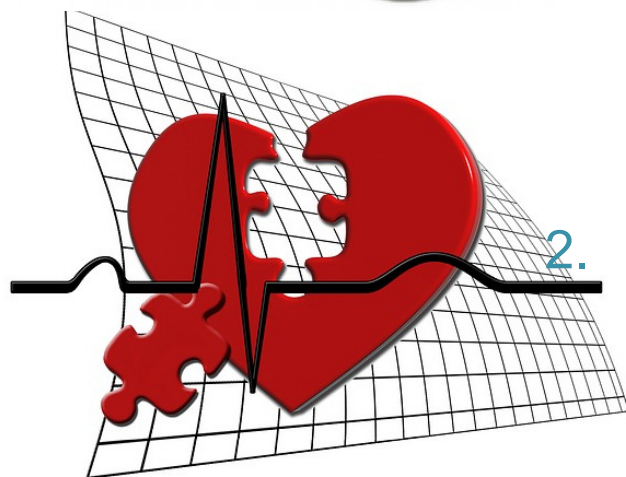


Orientamenti operativi per il M.A.



- La gestione dei “casi” di **patologie cardiovascolari** da parte del M.A. ricalca nelle grandi linee quanto delineato in precedenza ed il giudizio va orientato su due obiettivi:

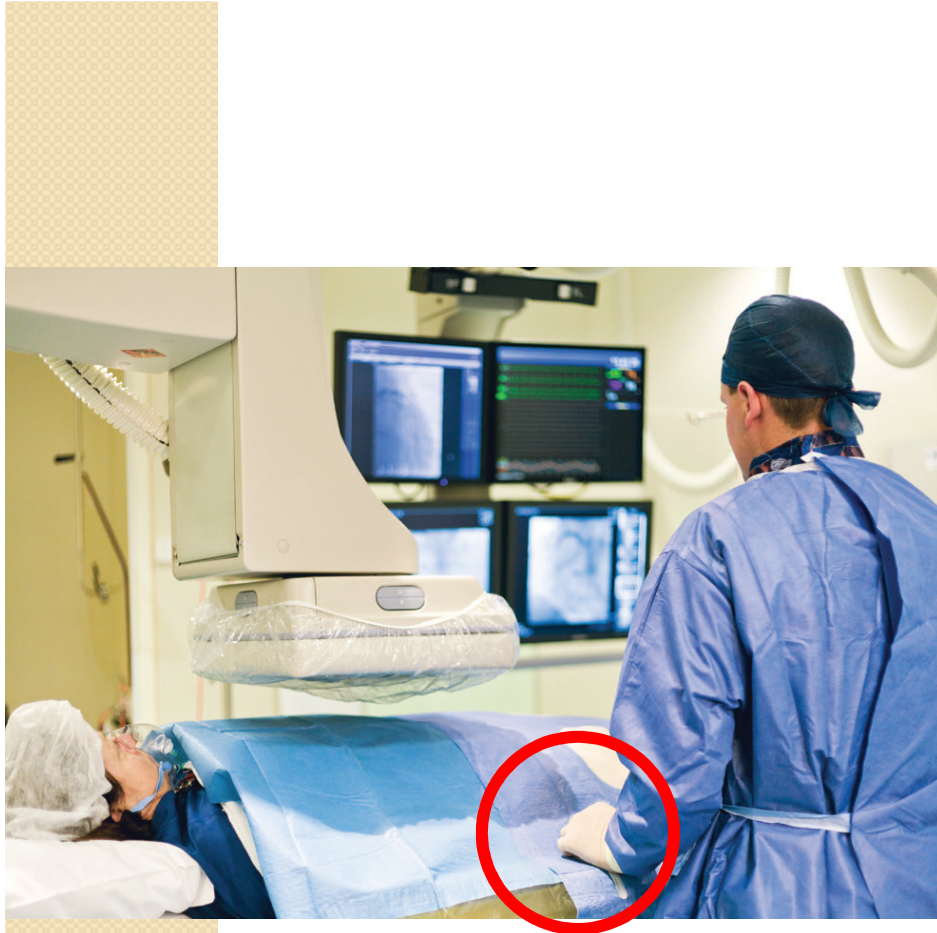
1. Da una parte va tenuta in conto l'effettiva **riduzione della performance fisica dell'operatore a causa della patologia cardiovascolare** con **possibile riduzione significativa della sua “validità”**, aumento del rischio di errore nella procedura o di maggior dose per il paziente



2. Dall'altra va considerata la **possibile evoluzione peggiorativa della patologia cardiovascolare a seguito dell'assorbimento di ulteriori dosi di**

Orientamenti operativi per il M.A.

- Per quanto attiene il **primo argomento**, il giudizio può spaziare da una valutazione di non idoneità da parte del M.A. in caso di significativa riduzione della performance fisica dell'operatore (e possibile/auspicabile revisione del giudizio a seguito di opportuna ed efficace terapia), a valutazioni di idoneità condizionate ad un carico di lavoro inferiore a quello usuale in caso di riduzioni meno significative della validità.
- Quanto alla **seconda questione**, occorrerà invece - di concerto con l'E.Q. - verificare in primo luogo se le modalità operative (organizzazione del lavoro, posizione dell'operatore, ecc.), il carico di lavoro e la disponibilità/utilizzo dei DPC e dei DPI sono ottimali e quindi - nel caso vi siano ulteriori margini - **provvedere all'ottimizzazione della RP**
- Può poi essere anche in tal caso ragionevole - sempre in stretta collaborazione con l'E.Q. - **definire delle soglie di "alert" in relazione alla dose assorbita dall'operatore** in questione (in particolare al dosimetro al torace) opportunamente più basse rispetto al limite di dose annuale (ad es.: al 30 - 50% del limite), raggiunte le quali provvedere ad ulteriori aggiustamenti organizzativi e/o a provvedimenti limitativi per quanto riguarda l'idoneità dell'operatore
- A ciò va **eventualmente associata**, per quanto riguarda la sorveglianza medica, una **periodicità più ravvicinata dei controlli**



- Lo sviluppo delle tecniche di radiologia interventistica ha quale possibile conseguenza, anche **l'aumento significativo della dose di r.i. assorbita alla cute di mani e avambracci degli operatori**, con aumentato rischio di sviluppare radiopatologie cutanee dose-dipendenti (comparsa di **radiodermiti croniche**



- Le **radiodermiti croniche** si possono osservare per esposizioni ripetute a radiazioni ionizzanti dell'ordine di qualche mSv al giorno, con **dosi complessive di diversi Gy** accumulate alla cute delle estremità (anche >10 Gy nel corso di decenni di attività professionale)
- I segni e sintomi clinici sono molto vari ed eterogenei:
 - ***ispessimenti o assottigliamenti cutanei;***
 - ***ulcerazioni cutanee;***
 - ***assottigliamento e fragilità ungueale;***
 - ***rarefazione/perdita degli annessi cutanei (peli);***
 - ***alterazioni della sensibilità nell'area colpita;***
 - ***teleangectasie cutanee***
- Oltre a **mani e avambracci**, altre sedi cutanee potenzialmente interessate sono le **gambe** degli operatori, esposte - se non vengono correttamente utilizzate idonee schermature - alla radiazione X proveniente direttamente dal tubo radiogeno posto sotto



- Su un'area cutanea cronicamente esposta alle r.i. ed in cui negli anni si siano manifestate lesioni catalogabili come “radiodermite cronica” si può inoltre, con maggiore frequenza rispetto alla cute sana, sviluppare successivamente una **neoplasia cutanea radioindotta (BCC; SCC)**
- D'altra parte, pur in presenza di un'attenzione sempre maggiore al contenimento dell'esposizione alle r.i. in radiologia interventistica, anche grazie all'utilizzo sistematico di DPC e DPI, **rimane tuttora difficoltosa la protezione delle estremità** a causa sia del **costo elevato dei materiali** che della **difficile compatibilità** tra l'uso di guanti protettivi in gomma piombifera e la fine precisione dei gesti richiesta agli



- **L'ipotesi diagnostica di radiodermite cronica**, allorquando si manifesti un quadro clinico compatibile con i classici segni e sintomi prima elencati, deve essere innanzitutto sostenuta da una **storia lavorativa di esposizione della zona cutanea interessata** che sia congrua con l'assorbimento di dosi significative di radiazioni



- Le **dosi assorbite**, che vanno verificate attraverso la scheda personale dosimetrica, devono essere di un **ordine di grandezza almeno compatibile con la soglia** per la manifestazione dell'effetto (reazione tessutale avversa)



- Posta la diagnosi, l'attenzione del M.A. dovrà essere innanzitutto rivolta a tutelare la salute del lavoratore: in tali casi occorrerà senz'altro **evitare che l'esposizione prosegua alle stesse condizioni che hanno determinato** - anche se presuntivamente - **l'insorgere della patologia** e quindi dovrà essere programmata e messa in atto ogni possibile azione di carattere organizzativo e di prevenzione tecnica volta a minimizzare l'esposizione **ric conducendola entro limiti ritenuti accettabili**, insieme con l'utilizzo – ove possibile – di idonei DPI

Orientamenti operativi per il M.A.

- **Se ciò non risulta realisticamente realizzabile** il M.A. potrà eventualmente esprimere un **giudizio di non idoneità** alla mansione a rischio
- In tali casi, in considerazione della possibile evoluzione degenerativa della condizione patologica (c.d. radiodermite cronica “cancerizzata”), è comunque indispensabile la **prosecuzione della sorveglianza medica** (anche attraverso periodiche consulenze specialistiche dermatologiche) **dopo la cessazione dell’esposizione** per il tempo ritenuto opportuno dal M.A.
- Parallelamente ai provvedimenti riguardanti l’espressione del giudizio di idoneità, di idoneità a determinate condizioni o di non idoneità, il M.A. dovrà adempiere agli obblighi di legge riguardanti la **segnalazione e denuncia di malattia di sospetta origine professionale**



- Aver parlato finora dei potenziali danni di tipo deterministico (anche se ritardati, a lungo termine) conseguenti all'esposizione alle r.i. degli operatori di radiologia interventistica non deve comunque distogliere l'attenzione da quella che in radioprotezione medica rappresenta da anni la questione principale da affrontare e gestire, ovvero l'evenienza di **patologie neoplastiche** che possano configurarsi come un **danno di natura stocastica** conseguente all'esposizione professionale alle r.i.
- Le **problematiche di carattere oncologico** pongono sempre difficili questioni con cui il medico di radioprotezione si deve confrontare, in sede di valutazione dell'idoneità al lavoro con radiazioni ionizzanti, in ragione della riconosciuta cancerogenicità del fattore di rischio

Table A.4.1. Summary of sex-averaged nominal risks and detriment.

Tissue	Nominal Risk Coefficient (cases per 10,000 persons per Sv)	Lethality fraction	Nominal risk adjusted for lethality and quality of life*	Relative cancer-free life lost	Detriment (relating to column 1)	Relative detriment [†]
a) Whole population						
Oesophagus	15	0.93	15.1	0.87	13.1	0.023
Stomach	79	0.83	77.0	0.88	67.7	0.118
Colon	65	0.48	49.4	0.97	47.9	0.083
Liver	30	0.95	30.2	0.88	26.6	0.046
Lung	114	0.89	112.9	0.80	90.3	0.157
Bone	7	0.45	5.1	1.00	5.1	0.009
Skin	1000	0.002	4.0	1.00	4.0	0.007
Breast	112	0.29	61.9	1.29	79.8	0.139
Ovary	11	0.57	8.8	1.12	9.9	0.017
Bladder	43	0.29	23.5	0.71	16.7	0.029
Thyroid	33	0.07	9.8	1.29	12.7	0.022
Bone Marrow	42	0.67	37.7	1.63	61.5	0.107
Other Solid	144	0.49	110.2	1.03	113.5	0.198
Gonads (Heritable)	20	0.80	19.3	1.32	25.4	0.044
Total	1715		565		574	1.000

- Come noto le **radiazioni ionizzanti** sono considerate un **agente cancerogeno “totipotente”**
- Dagli studi effettuati nel corso di decenni su popolazioni esposte per i più vari motivi alle r.i. si è ottenuta una **scala di “radioinducibilità” delle neoplasie** sulla base della quale, tra l’altro, sono stati ricavati i coefficienti che permettono il calcolo della dose efficace
- Nel caso degli operatori di radiologia interventistica occorre inoltre prestare attenzione alla possibile **insorgenza di neoplasie nelle aree del corpo meno protette** dall’esposizione alle r.i, in quanto



- **Neoplasie cutanee radioindotte** furono diagnosticate presso i primi **pionieri della radiologia** già nei primi anni del secolo scorso, pochi anni dopo la scoperta della radiazione X

- Si trattava per lo più di SCC che originavano prevalentemente in aree cutanee sede di radiodermiti croniche causate dall'esposizione a dosi molto elevate di radiazioni

- **Più di recente**, studi sia su pazienti irraggiati per motivi diagnostici/terapeutici che su sopravvissuti alle esplosioni atomiche, hanno rilevato un **eccesso di rischio per BCC**: il rischio persisteva elevato anche molti anni dopo l'esposizione e il rischio più elevato era quello associato all'esposizione in età giovanile

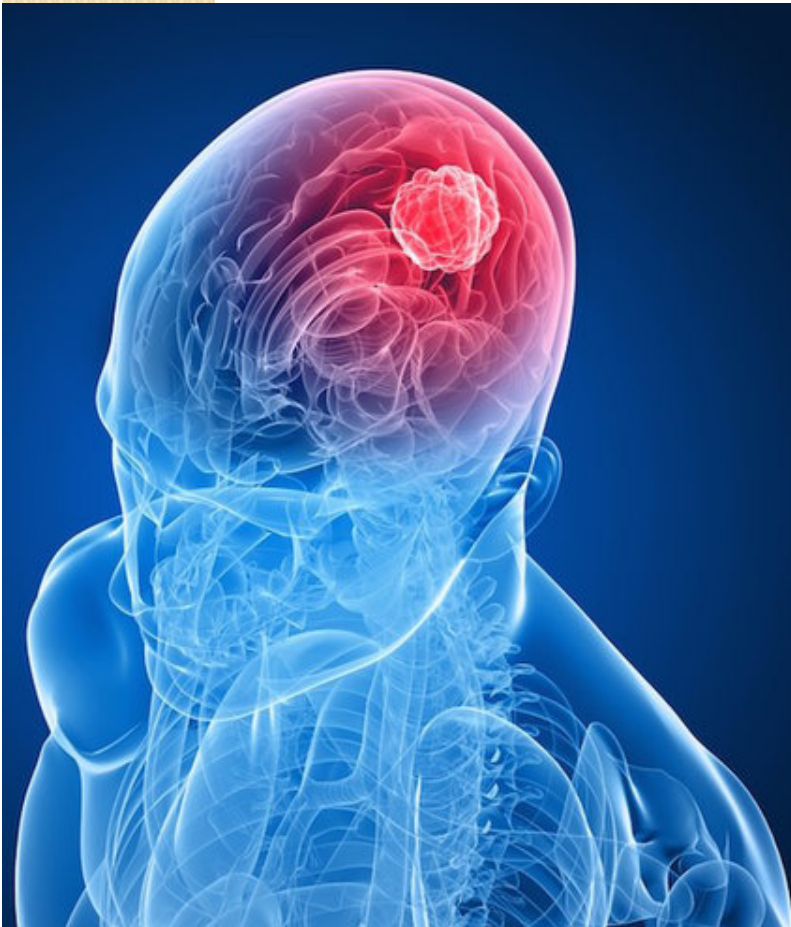


- Quanto agli **operatori sanitari**, vari studi effettuati su una **coorte di oltre 65000 tecnici di radiologia US di razza bianca** (Yoshinaga et al.; Lee et al.) hanno evidenziato un **RR per BCC elevato** in coloro che hanno iniziato il lavoro a rischio prima del 1940 e negli anni '50, rispetto a quelli che hanno iniziato dopo gli anni '60, mostrando una relazione dose-risposta tra esposizione alle r.i. e sviluppo di BCC ed hanno inoltre confermato che il rischio di BCC era aumentato per esposizioni occupazionali precoci (prima dei 30 anni di età) soprattutto in individui di





- Il **cervello ed il tessuto nervoso** sono ritenuti piuttosto **radioresistenti** e quindi poco suscettibili agli effetti dannosi conseguenti all'esposizione alle r.i., tuttavia studi recenti hanno mostrato una correlazione tra **l'esposizione cronica a basse dosi di radiazioni** e lo sviluppo di **neoplasie cerebrali**
- In particolare hanno avuto molto rilievo gli studi di Roguin et al su casi di **neoplasie cerebrali** in **operatori sanitari di radiologia interventistica**
- La prima segnalazione da parte di Finkelstein et risaliva al 1998 e riguardava due casi di glioblastoma multiforme in due cardiologi interventisti canadesi considerati



- Il più grande studio prospettico finora pubblicato, che ha seguito una numerosa coorte di radiologi, ha evidenziato rischi accresciuti di neoplasie cerebrali tra gli operatori sanitari impegnati in procedure fluoroscopiche
- Uno studio effettuato in operatori di radiologia interventistica ha mostrato che **l'85% delle neoplasie hanno sede nell'emisfero cerebrale sin**: gli operatori sono tipicamente posizionati davanti al paziente con la parte sinistra del corpo in prossimità del suo torace, più vicina alla sorgente della radiazione diffusa
- Il **capo** risulta poi **raramente protetto con DPI** e il lato sin può effettivamente ricevere circa il doppio di dose rispetto al lato dx
- Alcuni studi hanno stimato la dose al capo senza protezione per tutta la durata della vita lavorativa intorno ad 1-3 Sv (che corrisponderebbero a circa 500 mSv al cervello)



- **L'evidenza epidemiologica a sostegno dell'evenienza di neoplasie cerebrali radioindotte in operatori di radiologia interventistica può essere considerata **suggestiva ma non conclusiva**: si tratta infatti di **studi che raccolgono pochi casi**, con **scarsa potenza statistica** e non può essere escluso il contributo di altri fattori di rischio di natura chimica e/o biologica**
- Inoltre altri studi caso-controllo non hanno evidenziato aumento significativo del rischio di neoplasie cerebrali quale



Modalità di espressione del giudizio di idoneità



- **In via generale**, al di là delle problematiche acute e contingenti legate a fasi critiche delle patologia, a causa delle quali sia compromessa la stessa idoneità generica al lavoro, **la manifestazione preclinica o clinica di una patologia neoplastica non può di per sé essere considerata condizione che preclude in via “automatica” l’esposizione del lavoratore al rischio radiologico**

Modalità di espressione del giudizio di idoneità



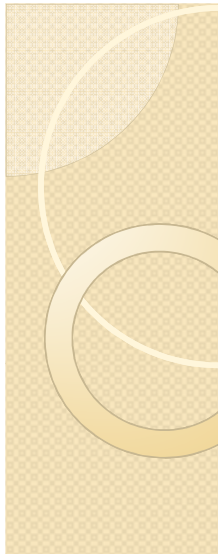
- La formulazione del giudizio sull'idoneità al lavoro con rischio da radiazioni in presenza di patologie tumorali in condizioni di remissione clinica o clinicamente guarite presenta **importanti implicazioni di natura professionale, insieme a delicati aspetti umani e sociali**
- Ogni lavoratore necessita di una **gestione personalizzata**, e **non è quindi possibile definire un modello valido in tutte le circostanze**
- Si possono tuttavia **individuare i principali fattori** che il medico deve **tenere in considerazione** nell'espressione del giudizio di idoneità

Modalità di espressione del giudizio di idoneità



- In estrema sintesi e rifacendosi alle **Linee Guida** dell'**AIRM** sulla Sorveglianza medica dei lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti, gli **elementi da considerare** possono essere raggruppati in **tre ambiti principali**:
 1. **Condizioni legate alla patologia osservata**
 2. **Condizioni legate alle attività lavorative svolte o da svolgere**
 3. **Condizioni legate allo stato di salute del lavoratore**

Modalità di espressione del giudizio di idoneità



1. **Condizioni legate alla patologia osservata:** vanno analizzati in dettaglio tutti i **dati clinici ed oncologici a disposizione compreso il trattamento terapeutico** (chirurgico, KT, RT, ecc.) cui il lavoratore è stato eventualmente sottoposto. In particolare:
 - **epoca di insorgenza** della neoplasia (la malattia risale a **più o meno di 5 anni** prima);
 - **sede** di insorgenza (organo o apparato);
 - **tipo istologico**, grado di differenziazione e **stadiazione TNM** della neoplasia;
 - **giudizio prognostico oncologico** (probabilità di guarigione o di recidiva a 5 anni) dopo la accertata remissione clinica e strumentale della malattia

Va definito il grado di **radioinducibilità** attraverso il confronto con i dati radioepidemiologici a disposizione (la neoplasia considerata rientra tra quelle maggiormente osservate nelle coorti epidemiologiche studiate?)




Modalità di espressione del giudizio di idoneità



- Ad una valutazione positiva circa la radioinducibilità della neoplasia dovrà necessariamente conseguire quella sulla **probabilità** che la neoplasia sia stata effettivamente indotta, in termini **causali**, dalla specifica esposizione professionale alle radiazioni ionizzanti (**calcolo della probabilità causale (PC)** basato sulla dose accumulata per esposizione totale)
- Il calcolo della PC consente di **stimare in termini quantitativi** quale sia stata **la responsabilità della pregressa esposizione a r.i. nell'indurre quella particolare neoplasia** rispetto alle altre possibili cause
- La **dose di radiazioni** cui il lavoratore è stato esposto (**dose equivalente** all'organo o tessuto), unitamente ad altri fattori quali: **età, genere, etnia** (per i tumori cutanei), **abitudine al fumo** (per i tumori polmonari) e valutazioni epidemiologiche circa il **tipo di tumore**, sono gli elementi rilevanti per la valutazione della PC





Calcolo della PC: utile strumento per il medico di radioprotezione

- Il **calcolo della PC** può condurre a **conclusioni diametralmente opposte**:
 - Nel caso la dose accumulata per esposizione all'organo o tessuto, insieme con la valutazione degli altri fattori rilevanti (età alla diagnosi; età all'esposizione; genere, fattori comportamentali, ecc.) sia tale che il calcolo della PC porta a ritenere **plausibile l'ipotesi che la neoplasia sia stata radioindotta**, l'eventualità di ulteriori esposizioni professionali alle radiazioni ionizzanti andrebbe considerata con **estrema attenzione** dal medico di radioprotezione, per lo meno **se non si modificano le modalità di esposizione**
- 



Calcolo della PC: utile strumento per il medico di radioprotezione

- 
- Viceversa, in caso di calcolo della PC sostanzialmente negativo e quindi di **scarsa o nulla plausibilità dell'ipotesi causale**, la valutazione circa l'idoneità del lavoratore alla successiva esposizione potrà in qualche modo **“prescindere” dall'esposizione pregressa** ed essere orientata essenzialmente da tutta l'altra serie di considerazioni riguardanti l'attività lavorativa da svolgere, la compliance del lavoratore con la stessa anche e soprattutto in relazione al suo attuale stato di salute
- 

Calcolo della PC: utile strumento per il medico di radioprotezione



- Accanto alle situazioni chiaramente orientate in un verso o in quello opposto vi saranno frequenti **casi “borderline”** in cui il discernimento clinico del medico di radioprotezione verrà messo alla prova per esprimere compiutamente un giudizio di idoneità coerente e motivato
- Va comunque sempre ribadito con forza in questo ambito che **il giudizio di idoneità non riguarda un’astratta mansione** anche se specifica, **ma un individuo che svolge quella specifica mansione** e che la valutazione espressa è tanto più efficace quanto più è personalizzata per il lavoratore, tenendo conto del profilo clinico-funzionale del

Modalità di espressione del giudizio di idoneità

2. **Condizioni legate alle attività lavorative:**

Va analizzata attentamente l'**attività lavorativa**, **le sorgenti e le modalità di esposizione** proprie del lavoratore in oggetto

- Nei casi in cui emergano **condizioni di esposizione di elevata entità agli organi sensibili** insieme con **difficoltà di poter disporre di adeguati mezzi di schermatura o DPI** (ad esempio per alcune zone del corpo quali arti, viso ecc.), il giudizio potrà orientarsi verso una non idoneità alla specifica mansione o modalità di esposizione
- Diversamente potranno invece essere considerate le **esposizioni valutate di entità trascurabile** in relazione alle sorgenti, alle modalità operative, alle misure tecniche, procedurali e di protezione



Modalità di espressione del giudizio di idoneità

3. **Condizioni legate allo stato di salute del lavoratore:** Lo **stato di salute del lavoratore** va inteso nella sua interezza tenendo conto dell'**eventuale coesistenza di altre patologie** che, incidendo sullo stato di salute complessivo del lavoratore, possono - ad esempio - modificare l'efficacia delle terapie (soprattutto KT e RT) e determinare un rallentamento o addirittura il fallimento della normale guarigione dalla malattia neoplastica, causando altresì le condizioni per una più favorevole comparsa di recidive della stessa
- Meritano inoltre dovuto rilievo e considerazione anche i **risvolti sociali e psicologici** ed in particolare l'impatto positivo che la professione riveste sulla salute psichica e sul senso di realizzazione personale del lavoratore, soprattutto quando si tratta di professioni per cui è stato necessario un lungo e impegnativo percorso formativo.
 - L'effetto psicologico di una impossibilità allo svolgimento di un lavoro che rappresenta un importantissimo traguardo della vita professionale potrebbe seriamente minare la



Modalità di espressione del giudizio di idoneità

Ippocrate

Ὁ βίος βραχύς,
ἡ δὲ τέχνη μακρὴ,
ὁ δὲ καιρὸς ὀξύς,
ἡ δὲ πείρα σφαλερὴ,
ἡ δὲ κρίσις χαλεπὴ.

La vita è breve,
l'arte vasta,
l'occasione fuggevole,
l'esperimento malcerto,
il giudizio difficile

In **conclusione**, emerge chiaramente come sia **difficile** l'espressione del **giudizio di idoneità** per i lavoratori affetti da forme neoplastiche

- **Non esistono regole o indirizzi univoci** che possono guidare l'espressione del giudizio.
- E' invece necessario **analizzare attentamente ogni situazione individuale prendendo in esame tutte le variabili** di interesse: quelle legate alla patologia, all'attività lavorativa, infine alle condizioni di salute del lavoratore.
- Si possono in tal modo acquisire elementi utili per giungere all'espressione di un **giudizio pienamente motivato e giustificato sotto il profilo scientifico e nel contempo eticamente corretto**



Grazie per l'attenzione!

giuseppe.deluca@isprambiente.it