

I.C.P. srl
via pusterla,1
25128 brescia

tel/fax 030 5032090
staff@pediatria.it

cf/p.iva 01894450988
iscr. REA BS n. 367281

“Radioprotezione per le professioni sanitarie 2026”

10 aprile 2026 – 9 aprile 2027

<https://www.smart-ecm.it/corsi/radioprotezione-per-le-professioni-sanitarie-2026>

Programma del corso

Modulo 1: Fondamenti di Fisica delle Radiazioni Ionizzanti e Sorgenti

1. Natura e Origini delle Radiazioni X

Il concetto di energia: dai fotoni alle onde elettromagnetiche. Lo spettro elettromagnetico e la posizione delle radiazioni X. Dualismo onda-particella: fotoni e loro caratteristiche. La struttura dell'atomo: nucleo, elettroni, livelli energetici. Modelli atomici di Bohr e della meccanica quantistica. La stabilità degli isotopi e la radioattività naturale. Processi di decadimento radioattivo: alfa, beta, gamma. Produzione artificiale di raggi X: il tubo radiogeno. Il meccanismo di emissione degli elettroni dal catodo (effetto termoionico). Accelerazione degli elettroni e interazione con l'anodo. Radiazione di frenamento (Bremsstrahlung): spettro continuo. Radiazione caratteristica: origine e spettro a righe. Efficienza di produzione dei raggi X e calore dissipato. Fattori che influenzano lo spettro dei raggi X (kVp, mA, tempo, filtrazione). Qualità e quantità del fascio radiogeno. Dettagli costruttivi e funzionali del tubo radiogeno. Collimazione del fascio e limitazione del campo di radiazione.

2. Interazione della Radiazione X con la Materia

Concetti fondamentali di interazione: assorbimento, diffusione, trasmissione. Meccanismi di interazione dei fotoni con la materia biologica. L'effetto fotoelettrico: processo, dipendenza da Z e energia. L'effetto Compton: processo, dipendenza da energia, ruolo della radiazione diffusa. La produzione di coppie: condizioni energetiche e importanza in radioprotezione. Coefficienti di attenuazione lineare e massica. L'attenuazione esponenziale dei raggi X. Fattori che influenzano l'interazione: densità, numero atomico, energia dei fotoni. Significato pratico delle interazioni in diagnostica per immagini. Implicazioni dei fenomeni di interazione per la protezione del paziente e degli operatori. Fenomeni di scattering incoerente e coerente.

3. Concetto di Ionizzazione e Radioattività

Definizione di ionizzazione: rimozione o aggiunta di elettroni. Potenziale di ionizzazione e energia necessaria. Ionizzazione diretta e indiretta. Processi di eccitazione atomica. Origine e significato della radioattività. Decadimento alfa: caratteristiche delle particelle alfa e loro interazione. Decadimento beta: elettroni e positroni, neutrini e antineutrini. Cattura elettronica. Emissione gamma: fotoni ad alta energia, origine nucleare. Legge del decadimento radioattivo: attività, tempo di dimezzamento fisico. Attività specifica e concetto di becquerel (Bq) e curie (Ci). Serie di decadimento naturali (Uranio, Torio). Radionuclidi artificiali di interesse medico

(es. Tc-99m, I-131, F-18). Metodi di misurazione dell'attività dei radionuclidi. Il concetto di vita media radioattiva.

4. Tipi di Radiazioni e Le Loro Proprietà

Radiazioni ionizzanti: definizione e classificazione. Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti (raggi X, raggi gamma). Radiazioni corpuscolari ionizzanti (particelle alfa, beta, neutroni, protoni). Caratteristiche distintive delle diverse radiazioni: carica, massa, energia, potere penetrante. Radiazioni non ionizzanti: ultravioletti, visibile, infrarossi, microonde, radiofrequenze. Differenze fondamentali tra radiazioni ionizzanti e non ionizzanti. Meccanismi di interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia biologica. Rischi associati alle radiazioni non ionizzanti (es. riscaldamento, effetti fotochimici). Applicazioni mediche delle radiazioni non ionizzanti (es. risonanza magnetica, ecografia). Principi di protezione dalle radiazioni non ionizzanti. Sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti: cosmica, terrestre, radon. Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti: mediche, industriali, test nucleari. Il contributo delle diverse sorgenti alla dose media della popolazione.

5. Unità di Misura delle Radiazioni X e Altre Radiazioni Ionizzanti

Esposizione: concetto e unità (Coulomb per chilogrammo, Roentgen). Dose assorbita: definizione, significato fisico, unità (Gray - Gy). Fattori di conversione tra le diverse unità di dose. Dose equivalente: concetto di fattore di ponderazione della radiazione (W_r). Unità di dose equivalente (Sievert - Sv) e la sua importanza biologica. Dose efficace: concetto di fattore di ponderazione tessutale (W_t). Calcolo della dose efficace e la sua rilevanza per la stima del rischio. Dose collettiva e dose media alla popolazione. Dose limite e dose operativa. Grandezze dosimetriche operative ($H_p(0.07)$, $H_p(10)$, $H^*(10)$). Dosimetria interna ed esterna. Misura delle concentrazioni di attività (Bq/m^3) per il Radon). Tasso di dose e dose cumulativa. La pertinenza delle diverse unità di misura nei contesti clinici e di radioprotezione. Errori comuni nella interpretazione e utilizzo delle unità dosimetriche.

6. Elementi di Statistica e Probabilità Applicati alla Dosimetria

Concetti di base della statistica descrittiva: media, mediana, moda, deviazione standard. Distribuzioni di probabilità: normale, Poisson. Applicazioni della statistica nella valutazione delle misurazioni dosimetriche. Incertezza delle misure e propagazione degli errori. Significatività statistica e intervalli di confidenza. Analisi dei dati dosimetrici individuali e collettivi. Utilizzo di modelli predittivi per la stima della dose. Ruolo della statistica nella valutazione del rischio radiologico. Metodi di campionamento e controllo di qualità nella dosimetria. Rappresentazione grafica dei dati dosimetrici. La calibrazione degli strumenti di misura e l'incertezza associata. Valutazione della conformità ai limiti di dose mediante analisi statistica.

Modulo 2: Interazione Biologica delle Radiazioni e Radiobiologia

1. Interazione della Radiazione X con i Tessuti dell'Organismo Umano

Composizione elementare e molecolare dei tessuti biologici. L'acqua come componente predominante e il suo ruolo nelle interazioni. Interazioni a livello atomico e molecolare. La fase fisica: trasferimento di energia. La fase fisico-chimica:

formazione di radicali liberi e specie reattive dell'ossigeno (ROS). La fase chimica: reazioni dei radicali con le macromolecole. Bersagli critici della radiazione nelle cellule: DNA, membrane, proteine. Danno diretto al DNA: rotture del singolo e doppio filamento. Danno indiretto al DNA: mediato dai radicali liberi. Rotture cromosomiche e aberrazioni. Danno alle membrane cellulari e ai mitocondri. Variazioni nella permeabilità cellulare. Danneggiamento enzimatico e proteico. Il concetto di volume target e densità di ionizzazione.

2. Effetti a Livello Cellulare: Detrimento Biologico e Risposte

La cellula come unità fondamentale del danno biologico. Morte cellulare indotta da radiazione: apoptosi (morte programmata) e necrosi. Inattivazione cellulare e perdita della capacità riproduttiva. Riparazione del danno al DNA: meccanismi e limitazioni. Errori nella riparazione del DNA e loro conseguenze. Sensibilità delle diverse fasi del ciclo cellulare alla radiazione. Effetti sulla proliferazione e differenziazione cellulare. Aberrazioni cromosomiche: rotture, ricombinazioni, scambi. Mutazioni geniche: puntiformi, delezioni, inserzioni. Effetti sulla trascrizione e traduzione del messaggio genetico. Concetto di detrimento biologico: la somma degli effetti dannosi. Fattori che influenzano il detrimento: dose, tasso di dose, tipo di radiazione, volume irradiato, sensibilità individuale.

3. Effetti Stocastici e Deterministici

Definizione e caratteristiche degli effetti deterministici (o non stocastici). Presenza di una soglia di dose per gli effetti deterministici. Gravità degli effetti deterministici dipendente dalla dose. Esempi di effetti deterministici: eritema cutaneo, cataratta, sterilità, fibrosi, sindrome acuta da radiazioni. Definizione e caratteristiche degli effetti stocastici. Assenza di soglia di dose (o incertezza sulla soglia) per gli effetti stocastici. Probabilità di insorgenza dipendente dalla dose, ma gravità indipendente dalla dose. Esempi di effetti stocastici: induzione di tumori (cancerogenesi) e effetti ereditari. Modelli di rischio per gli effetti stocastici (lineare senza soglia - LNT). Il concetto di ALARA (As Low As Reasonably Achievable) e la sua applicazione agli effetti stocastici. Relazione tra dose efficace e rischio di effetti stocastici. Implicazioni dei due tipi di effetti per la filosofia della radioprotezione.

4. Radiobiologia e Fattori Modificanti la Risposta Biologica

La curva di sopravvivenza cellulare: modelli DO e n. Frazionamento e protrazione della dose e loro effetti. Effetto ossigeno (OER): il ruolo dell'ossigeno nella radiosensibilizzazione. Effetto di protezione chimica: radioprotettori. Effetto di sensibilizzazione chimica: radiosensibilizzanti. Fattore di efficacia biologica relativa (RBE) per diverse radiazioni. Il concetto di dose biologicamente efficace. Risposta differenziale dei tessuti e degli organi. Ruolo dell'età, del sesso e dello stato di salute generale. Predisposizione genetica alla radiosensibilità. Effetti combinati di radiazione e altri agenti tossici o fisici. La risposta immunitaria all'irradiazione. Reazioni infiammatorie e fibrotiche indotte da radiazioni.

5. Principali Organi Critici e Risposte Tissue-Specifiche

Classificazione della radiosensibilità dei tessuti e degli organi. Tessuti ad alta radiosensibilità: midollo osseo, gonadi, cristallino, epitelio intestinale. Tessuti a radiosensibilità intermedia: cute, tiroide, polmoni. Tessuti a bassa radiosensibilità: muscolo, nervo, osso maturo. Effetti sul sistema ematopoietico: anemia, leucopenia,

piastrinopenia. Effetti sul sistema riproduttivo: sterilità temporanea e permanente. Effetti sul cristallino: cataratta radioindotta. Effetti sulla tiroide: ipotiroidismo, noduli, tumori. Effetti sulla cute: eritema, desquamazione, ulcere, necrosi. Effetti sul sistema gastrointestinale: nausea, vomito, diarrea, mucosite. Effetti sul sistema nervoso centrale: radiolesioni cerebrali e spinali. Effetti sul feto e sull'embrione: teratogenesi, effetti sul sistema nervoso, ritardo di crescita. Effetti sul sistema immunitario: immunosoppressione. Effetti sul sistema scheletrico e sul tessuto osseo. Manifestazioni cliniche della sindrome acuta da radiazioni. Risposta differenziale alla radiazione in ambito pediatrico.

6. Il Rischio di Cancerogenesi e Mutagenesi

Meccanismi molecolari della cancerogenesi radioindotta. Ruolo dei proto-oncogeni e dei geni oncosoppressori. Stadi della cancerogenesi: iniziazione, promozione, progressione. Tipologie di tumori radioindotti più comuni: leucemie, tumori della tiroide, mammella, polmone, stomaco. Periodo di latenza dei tumori radioindotti. Dipendenza del rischio da dose, età di esposizione, sesso e tipo di radiazione. Il concetto di rischio attribuibile e rischio relativo. Studi epidemiologici su popolazioni esposte (es. sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki, Chernobyl). Rischio di effetti ereditari (mutazioni genetiche trasmissibili). Studi su animali e loro estrapolazione all'uomo. Il problema delle basse dosi e l'incertezza sul modello LNT. La gestione del rischio di cancerogenesi in ambito medico. Strategie di prevenzione e diagnosi precoce in individui ad alto rischio. Modelli di rischio e coefficienti di rischio per la popolazione generale e i lavoratori.

Modulo 3: Grandezze e Unità Dosimetriche e Principi di Radioprotezione

1. Grandezze Dosimetriche Fisiche e Biologiche

Ripasso e approfondimento della Dose Assorbita (D) e sua misurazione. Il Kerma: trasferimento di energia cinetica agli elettroni. Relazione tra Kerma e Dose Assorbita. Grandezze radiometriche e dosimetriche: flusso di particelle, fluenza di energia. Dose Equivalente (HT): ruolo del fattore di ponderazione della radiazione (wR). Determinazione dei valori di wR per diverse tipologie di radiazione. Dose Efficace (E): ruolo dei fattori di ponderazione tissutale (wT). I valori dei wT per i diversi organi e tessuti secondo ICRP. Significato e applicazione pratica di E nella stima del rischio. Dose equivalente agli equivalenti di organi o tessuti (HT). Grandezze operative: Dose Equivalente Ambientale $H^{*}(10)$, Dose Equivalente Direzionale $H'_{\text{D}}(0.07, \Omega)$, Dose Personale $H_{\text{P}}(d)$ e sua misurazione tramite dosimetri personali. Dose collettiva (S) e sua utilità nella valutazione dell'impatto di un'esposizione. Dose impegnata: dose equivalente e dose efficace per esposizione interna. Dose al feto. Limitazioni e incertezze nella valutazione delle grandezze dosimetriche.

2. Unità di Misura del Sistema Internazionale (SI) e Precedenti

Il Sistema Internazionale di Unità di Misura (SI): origine e importanza. Unità SI per la dose assorbita: Gray (Gy) e la sua definizione. Unità SI per la dose equivalente e efficace: Sievert (Sv) e la sua definizione. Relazione tra Gy e Sv. Unità SI per l'attività:

Becquerel (Bq) e la sua definizione. Unità SI per l'esposizione: Coulomb per chilogrammo (C/kg). Le unità storiche (non-SI) e i fattori di conversione: Rad, Rem, Roentgen, Curie. Utilizzo corretto delle unità e dei prefissi del SI. Norme per la scrittura e la rappresentazione delle unità di misura. Importanza dell'uniformità nella comunicazione scientifica e clinica. Errori comuni nell'utilizzo delle unità di misura e loro impatto. Il ruolo degli organismi internazionali (ICRP, ICRU) nella standardizzazione.

3. I Tre Principi Fondamentali della Radioprotezione

Principio di Giustificazione: Definizione: il beneficio netto dell'attività radiologica deve superare il detrimento associato. Applicazione in medicina: ogni esposizione medica deve essere giustificata. Valutazione del rapporto rischio/beneficio per il paziente. Giustificazione a livello generico (tipologia di pratica) e specifico (singolo paziente). Ruolo del medico prescrittore e del radiologo/medico nucleare. La considerazione di tecniche alternative non ionizzanti. Situazioni speciali: esposizioni a scopo di ricerca, screening, esami medico-legali. Responsabilità e processo decisionale nella giustificazione. Implicazioni medico-legali della mancata giustificazione. **Principio di Ottimizzazione (ALARA):** Definizione: le dosi devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile. Applicazione pratica: riduzione della dose senza compromettere l'obiettivo diagnostico o terapeutico. Strategie di ottimizzazione: tempo, distanza, schermatura. Tecniche di riduzione della dose in diagnostica per immagini (es. basso mA, collimazione, filtrazione, pulsazione). Controllo di qualità delle apparecchiature. Formazione e addestramento del personale. Monitoraggio della dose al paziente (DRL - Diagnostic Reference Levels). Ruolo del fisico medico e dell'esperto di radioprotezione nell'ottimizzazione. Costi e benefici dell'ottimizzazione. Ottimizzazione in radioterapia e medicina nucleare. **Principio di Limitazione della Dose:** Definizione: le dosi individuali per i lavoratori e per i membri del pubblico non devono superare i limiti stabiliti. Limiti di dose per i lavoratori esposti (categoria A e B). Limiti di dose per i membri del pubblico. Limiti di dose per la popolazione nel suo complesso. Eccezioni ai limiti: esposizioni di emergenza, esposizioni mediche al paziente. Sistema di sorveglianza dosimetrica individuale. Monitoraggio ambientale delle dosi. La funzione dei limiti di dose come "rete di sicurezza". Limiti di dose per lenti oculari, estremità e cute. Limiti di dose per la gravidanza delle lavoratrici esposte. Il rapporto tra limiti di dose e rischio accettabile.

4. Strumentazione per la Misura e il Monitoraggio della Radiazione

Principi di funzionamento dei rivelatori di radiazione. Rivelatori a ionizzazione a gas: camera a ionizzazione, contatore Geiger-Müller. Rivelatori a scintillazione: NaI(Tl), BGO, CsI. Rivelatori a semiconduttore: HPGe, CdTe, Si(Li) . Dosimetri passivi: termoluminescenti (TLD), a film, a stato solido (OSL). Dosimetri attivi: dosimetri elettronici personali (EPD). Spettrometri gamma e alfa. Contaminametri e monitori di area. Calibrazione e taratura degli strumenti di misura. Manutenzione e controllo di qualità degli strumenti. La scelta dello strumento in base alla radiazione, all'energia e al tasso di dose. Principi di funzionamento dei sistemi di rilevazione radiometria di superficie. Applicazioni in campo medico: controllo ambientale, monitoraggio del personale, misurazione delle dosi al paziente.

5. Sorgenti di Esposizione e Valutazione del Rischio

Esposizione professionale: lavoratori esposti, praticanti, studenti. Esposizione del pubblico: vicinanza a installazioni, trasporto di materiali radioattivi. Esposizione medica: diagnosi, terapia, ricerca. Esposizioni di emergenza e pianificate. Valutazione del rischio radiologico per i lavoratori: stima della dose attesa, classificazione dei lavoratori. Valutazione del rischio per il pubblico: monitoraggio ambientale, modelli di dispersione. Valutazione del rischio per il paziente: giustificazione, ottimizzazione, bilancio rischio/beneficio. Concetto di "livelli di riferimento diagnostici" (DRL) e loro utilizzo. Monitoraggio dei livelli di radiazione ambientale e personale. Analisi delle cause di esposizioni non previste o anomale. La comunicazione del rischio radiologico ai pazienti e al pubblico. Differenziazione tra rischio trascurabile, accettabile e inaccettabile. La matrice di rischio e la gerarchia delle misure di controllo.

6. Sorveglianza Fisica e Monitoraggio Dosimetrico

Ruolo dell'Esperto di Radioprotezione (ERP) nella sorveglianza fisica. Programmi di monitoraggio dosimetrico individuale per i lavoratori esposti. Scelta dei dosimetri personali (TLD, OSL, EPD) in base alla tipologia di attività. Frequenza del cambio dei dosimetri e analisi dei risultati. Registrazione e archiviazione dei dati dosimetrici. Valutazione delle dosi in caso di perdita o danneggiamento del dosimetro. Interpretazione dei report dosimetrici e gestione degli superamenti dei limiti. Monitoraggio ambientale: misure di fondo, controlli di contaminazione. Sistemi di allarme e monitoraggio in continuo. La verifica dell'efficacia delle misure di protezione. Relazione tra sorveglianza fisica e sorveglianza sanitaria. La segnalazione di superamenti e l'azione correttiva. La verifica periodica dell'efficacia dei dispositivi di protezione individuale e collettiva. Il concetto di "indagine dosimetrica".

Modulo 4: L'Evoluzione Normativa della Radioprotezione e il D.Lgs. 101/2020 (Parte I: Contesto Generale)

1. Dalla Direttiva EURATOM 2013/59 alle Direttive Nazionali

Il Trattato EURATOM e la sua finalità. Le direttive EURATOM come strumento normativo comunitario. Analisi dettagliata della Direttiva 2013/59/EURATOM (BSS - Basic Safety Standards). Principi chiave introdotti o rafforzati dalla BSS: ottimizzazione, giustificazione, limitazione, gestione delle esposizioni mediche. Definizioni e concetti innovativi della BSS. Requisiti specifici della BSS per le esposizioni professionali, del pubblico e mediche. Il processo di recepimento delle direttive europee nel diritto nazionale italiano. Le tempistiche e le difficoltà nel recepimento della 2013/59/EURATOM in Italia. Obiettivi della BSS e la sua influenza sulla legislazione italiana. L'importanza dell'armonizzazione normativa a livello europeo. Differenze e continuità con le precedenti direttive EURATOM. Il ruolo della Commissione Europea e della IAEA (International Atomic Energy Agency).

2. Panoramica Storica della Normativa Nazionale e Internazionale in Radioprotezione

Le prime raccomandazioni internazionali in radioprotezione (ICRP - International Commission on Radiological Protection). Le tappe fondamentali della legislazione

italiana in materia di radioprotezione (D.P.R. 185/1964, D.Lgs. 230/1995, D.Lgs. 241/2000, D.Lgs. 187/2000, D.Lgs. 81/2008). Evoluzione dei principi di radioprotezione nel tempo: da evitare il danno a ridurre il rischio. L'introduzione dei limiti di dose e il loro adeguamento. Il contesto storico-sociale che ha guidato l'evoluzione normativa (es. Chernobyl, Fukushima). Il ruolo delle agenzie internazionali (UNSCEAR, WHO). Criticità e sfide incontrate nell'applicazione delle precedenti normative. L'armonizzazione con la normativa sulla sicurezza nei luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/2008). La legislazione specifica per le sorgenti naturali e artificiali. La progressiva enfasi sulla protezione del paziente in ambito medico. Il passaggio da un approccio prescrittivo ad uno basato sul rischio. L'importanza delle best practice e delle linee guida internazionali.

3. Il Decreto Legislativo 31 Luglio 2020, n° 101: Ambito di Applicazione e Definizioni Chiave

Struttura e articolazione del D.Lgs. 101/2020: Titoli e Capi. Finalità e obiettivi primari del Decreto. Ambito di applicazione generale: chi è soggetto alla normativa. Esclusioni dall'ambito di applicazione. Definizioni cruciali: Radiazione ionizzante, sorgente, detentore, responsabile dell'impianto. Esposizione: professionale, pubblica, medica, di emergenza. Lavoratore esposto (Categorie A e B). Esperto di Radioprotezione (ERP) e Medico Autorizzato (MA). Specialista in Fisica Medica. Pratica, giustificazione, ottimizzazione, limitazione. Livelli di riferimento diagnostici (DRL). Valori di riferimento per le sorgenti naturali. Piani di gestione delle emergenze. Deposito e smaltimento dei rifiuti radioattivi. La gerarchia delle responsabilità e dei ruoli. Il concetto di sistema di gestione della radioprotezione. Aggiornamenti e integrazioni rispetto alle precedenti normative. Focus sulla semplificazione e chiarezza normativa.

4. Principi Generali della Radioprotezione nel D.Lgs. 101/2020

Reiterazione e rafforzamento dei principi di giustificazione, ottimizzazione e limitazione. Il principio di giustificazione delle pratiche: procedura e documentazione. Il principio di ottimizzazione: declinazione in diversi contesti (operativi, progettuali, di emergenza). L'applicazione del principio ALARA in tutte le fasi della pratica radiologica. I limiti di dose: valori specifici per lavoratori e pubblico. Limiti di dose per l'esposizione alle lenti oculari, alla cute e alle estremità. Limiti per le esposizioni a fini didattici o di addestramento. Gestione delle esposizioni potenziali e dei rischi di incidenti. La protezione di gruppi specifici: donne in gravidanza, minori, apprendisti. La protezione del paziente in ambito medico come focus centrale. Livelli di riferimento per le esposizioni di emergenza. Il sistema dei livelli di riferimento per il radon. La cultura della sicurezza e la formazione continua.

5. Ruoli e Responsabilità Generali Previste dal Decreto

Il Datore di Lavoro: compiti, obblighi, deleghe e sanzioni. Il Dirigente e il Preposto: responsabilità e poteri. Il Responsabile dell'Impianto (Gestore dell'attività radiologica): compiti specifici. Il Medico Competente: ruolo nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti. L'Esperto di Radioprotezione (ERP): qualifiche, compiti, indipendenza. Lo Specialista in Fisica Medica: requisiti, ruolo nella giustificazione e ottimizzazione. Il Responsabile della Sicurezza dei Lavoratori (RSPP). I lavoratori: doveri, diritti e formazione. I Rappresentanti dei Lavoratori per la

Sicurezza (RLS). Il Servizio di Prevenzione e Protezione (SPP). Le figure di coordinamento e controllo: ASL, ISPRA, ISIN, Regioni. La collaborazione tra le diverse figure professionali. La gestione delle deleghe di funzione e delle responsabilità penali. La formazione specifica per i diversi ruoli.

6. La Classificazione delle Aree e dei Lavoratori

Classificazione delle zone in relazione al rischio di esposizione. Zona controllata: definizione, requisiti di accesso e segnaletica. Zona sorvegliata: definizione e requisiti. Zone ad accesso regolamentato per esposizione a sorgenti naturali (es. Radon). Obblighi relativi alla delimitazione e segnalazione delle zone. Classificazione dei lavoratori esposti: Categoria A e Categoria B. Criteri per l'assegnazione alle categorie. Differenze negli obblighi di sorveglianza fisica e sanitaria tra le categorie. Lavoratori non esposti: definizione e gestione. Apprendisti e studenti: regime di protezione specifico. Donne in gravidanza o in età fertile: misure speciali di protezione. Valutazione e revisione periodica della classificazione delle zone e dei lavoratori. Le procedure per l'accesso e la permanenza nelle zone controllate. Dispositivi di protezione individuale (DPI) e collettiva (DPC) nelle diverse zone.

7. Sanzioni e Misure Correttive nel Contesto Generale del D.Lgs. 101/2020

Principi generali del sistema sanzionatorio amministrativo e penale. Tipologie di sanzioni: ammende, arresto, sospensione dell'attività. Sanzioni per il Datore di Lavoro e i Dirigenti: casistica specifica. Sanzioni per l'Esperto di Radioprotezione e il Medico Autorizzato. Sanzioni per i lavoratori per inosservanza degli obblighi. Violazioni relative alla mancata giustificazione o ottimizzazione. Violazioni riguardanti la sorveglianza fisica e sanitaria. Violazioni relative alla gestione delle sorgenti e dei rifiuti radioattivi. Il ruolo degli organismi di vigilanza e controllo (ASL, ARPA, ISIN). Procedimenti di contestazione e ricorso. Le misure correttive e preventive in caso di violazione. Il concetto di recidiva e l'aggravamento delle sanzioni. La responsabilità oggettiva e soggettiva nel contesto radioprotezionistico. Esempi di casistiche reali di violazioni e relative conseguenze.

Modulo 5: Il D.Lgs. 101/2020 (Parte II: Aspetti Specifici per l'Area Medica/Odontoiatrica e Sanzioni)

1. Titoli Specifici del D.Lgs. 101/2020 Rilevanti per l'Ambito Sanitario

Analisi del Titolo II: Campo di applicazione e principi generali (richiamo e approfondimento). Analisi del Titolo III: Le sorgenti di radiazioni ionizzanti e le relative responsabilità. Analisi del Titolo IV: Esposizioni mediche e principi di radioprotezione. Analisi del Titolo VIII: L'Esperto di Radioprotezione, il Medico Autorizzato e lo Specialista in Fisica Medica. Analisi del Titolo IX: La Sorveglianza Sanitaria. Analisi del Titolo X: La gestione dei rifiuti radioattivi. Analisi del Titolo XIII: Disposizioni particolari per alcune sorgenti (es. apparecchiature radiologiche a bassa energia). Analisi del Titolo XIV: Il sistema sanzionatorio (approfondimento per il settore medico). Coordinamento con altre normative specifiche del settore sanitario. Requisiti per l'autorizzazione e la notifica delle pratiche mediche. Ruolo delle Regioni e Province Autonome. Le nuove definizioni e le loro implicazioni

pratiche per il personale sanitario. Le pratiche che comportano un rischio minore e la loro regolamentazione semplificata.

2. Obblighi e Adempimenti per le Pratiche Mediche e Odontoiatriche

La responsabilità del Medico Prescrittore e del Medico Radiologo/Odontoiatra. La giustificazione di ogni esposizione medica: procedura e criteri. Il consenso informato del paziente: contenuti e modalità di acquisizione. Obblighi di ottimizzazione: utilizzo di DRL, protocolli standardizzati, formazione. La valutazione della dose al paziente e la sua registrazione. La protezione del feto durante la gravidanza: valutazione del rischio, protocolli specifici. La protezione del paziente pediatrico: protocolli age-adjusted, riduzione della dose. Il programma di garanzia della qualità per le pratiche radiologiche. Il ruolo dei tecnici di radiologia medica (TSRM) negli adempimenti operativi. La gestione delle esposizioni accidentali o impreviste al paziente. Adempimenti specifici per la medicina nucleare (gestione dei radiofarmaci, protezione del paziente e del pubblico). Adempimenti per la radioterapia (pianificazione, controllo di qualità, protezione del personale). Documentazione richiesta per le pratiche mediche e odontoiatriche. La gestione delle apparecchiature radiologiche portatili e mobili.

3. La Figura dello Specialista in Fisica Medica e del Medico Autorizzato

Lo Specialista in Fisica Medica (SFM): Requisiti di formazione e abilitazione (specializzazione universitaria). Ruolo cruciale nella radioprotezione del paziente e nella ottimizzazione. Compiti specifici: valutazione dosimetrica, calibrazione degli strumenti, definizione dei protocolli. Responsabilità nella garanzia della qualità delle apparecchiature e delle procedure. Interfaccia con il Medico Radiologo/Odontoiatra e l'Esperto di Radioprotezione. Presenza obbligatoria in alcune strutture e per alcune pratiche. La relazione di consulenza con il Datore di Lavoro. Il ruolo del SFM nelle innovazioni tecnologiche. Il Medico Autorizzato (MA): Requisiti di formazione e abilitazione (specializzazione in medicina del lavoro o equipollenti). Ruolo esclusivo nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti. Compiti specifici: visite mediche preventive e periodiche, giudizio di idoneità. Valutazione dei rischi specifici per la salute derivanti dall'esposizione. Gestione dei registri sanitari e delle cartelle personali. Comunicazione con l'Esperto di Radioprotezione e il Datore di Lavoro. Le misure sanitarie in caso di superamento dei limiti di dose. Consulenza per le lavoratrici in gravidanza. Il concetto di idoneità specifica alla mansione.

4. La Valutazione dei Rischi e la Documentazione di Radioprotezione

Il Documento di Valutazione dei Rischi (DVR) integrato con la valutazione del rischio radiologico. Contenuti specifici della parte radioprotezionistica del DVR. Analisi delle sorgenti di radiazione presenti nell'ambiente di lavoro. Identificazione dei lavoratori esposti e classificazione delle zone. Stima delle dosi attese per lavoratori e pubblico. Misure di prevenzione e protezione: DPI, DPC, procedure operative. Piani di emergenza interni ed esterni. Registri obbligatori: registri dei lavoratori esposti, dei dosimetri, delle sorgenti. Documentazione relativa alle autorizzazioni e notifiche. Verbali di collaudo e controllo periodico delle apparecchiature. Verbali delle riunioni di radioprotezione. Informazione e formazione dei lavoratori. Procedure operative standardizzate (SOP). Archiviazione e conservazione della documentazione. La revisione periodica della valutazione del rischio.

5. Il Sistema Sanzionatorio: Contravvenzioni e Violazioni Specifiche dell'Ambito Sanitario

Specifiche sanzioni previste dal D.Lgs. 101/2020 per le figure professionali sanitarie. Sanzioni a carico del medico prescrittore per mancata giustificazione o informazione. Sanzioni a carico del medico radiologo/odontoiatra per mancata ottimizzazione o gestione non conforme. Sanzioni per lo Specialista in Fisica Medica o l'Esperto di Radioprotezione per inadempienze tecniche. Sanzioni per il Datore di Lavoro (struttura sanitaria) per carenze organizzative o strutturali. Violazioni relative alla gestione dei radiofarmaci e dei rifiuti radioattivi in medicina nucleare. Sanzioni per la mancata o non corretta esecuzione della sorveglianza sanitaria. Conseguenze penali in caso di lesioni o morte del paziente/lavoratore a causa di negligenza radioprotezionistica. La figura del "datore di lavoro" nell'ambito delle strutture sanitarie complesse. Il sistema delle deleghe di funzioni e la responsabilità solidale. Aggravanti e attenuanti nelle sanzioni. Il ruolo delle autorità di controllo e le procedure ispettive. Interdizione dall'esercizio di professioni o attività.

6. Procedimenti Amministrativi e Penali Connessi alla Radioprotezione

Il ruolo della Procura della Repubblica e degli organi di polizia giudiziaria. Indagini preliminari per reati in materia di radioprotezione. Processo penale per violazioni gravi (es. lesioni gravi, omicidio colposo). Il procedimento amministrativo sanzionatorio: ricorso, opposizione. Il ruolo del pubblico ministero e del giudice. Il ruolo del pubblico ministero e del giudice. La costituzione di parte civile del danneggiato. Le responsabilità dell'ente ai sensi del D.Lgs. 231/2001. Modelli organizzativi e di gestione (MOG) per prevenire i reati radioprotezionistici. La gestione degli incidenti radiologici e delle emergenze sotto il profilo legale. La notifica degli eventi significativi e delle violazioni. Il ruolo delle perizie tecniche e delle consulenze d'ufficio. Sentenze e giurisprudenza rilevante in materia di radioprotezione. Implicazioni sulla reputazione professionale e istituzionale. Le coperture assicurative e le responsabilità civili.

7. Casi Studio e Sentenze Rilevanti in Ambito Radioprotezionistico

Analisi di sentenze emblematiche relative a incidenti o negligenze in ambito medico/odontoiatrico. Casi di esposizioni ingiustificate o non ottimizzate al paziente. Casi di superamento dei limiti di dose per i lavoratori. Casi di malfunzionamento o mancato controllo delle apparecchiature. Casi di mancata formazione o informazione del personale. Implicazioni dei casi studio sulla prassi operativa. Lezioni apprese dagli incidenti radiologici passati. Confronto tra casistica nazionale e internazionale. L'importanza dell'analisi degli eventi sentinella e dei near miss. Come i giudici interpretano la normativa in situazioni complesse. Il ruolo dell'onere della prova nelle cause di risarcimento danni. L'influenza delle decisioni giurisprudenziali sulle linee guida operative. La prevenzione degli errori attraverso la conoscenza della casistica. La gestione della comunicazione in situazioni di crisi radiologica.

Modulo 6: Apparecchiature Radiologiche: Componenti, Funzionamento e Innovazioni Tecnologiche

1. Principi di Funzionamento dei Tubi Radiogeni e Generatori

Composizione e struttura del tubo a raggi X: anodo, catodo, involucro in vetro, finestra. Filamento del catodo: materiale, funzione (emissione termoionica). Il fuoco effettivo e il fuoco geometrico: dimensioni e importanza per la risoluzione. L'anodo: rotante vs. fisso, materiale (tungsteno), dissipazione del calore. Il principio del "heel effect" e la sua compensazione. Generatore di raggi X: trasformatori di alta e bassa tensione. Raddrizzatori del flusso di corrente: semionda, onda intera, trifase, alta frequenza. Vantaggi dei generatori ad alta frequenza (riduzione ripple, migliore qualità del fascio). Controllo dei parametri di esposizione: kVp, mA, tempo di esposizione, mAs. Sistemi di raffreddamento del tubo radiogeno: olio, aria, acqua. Curva di carico del tubo radiogeno. Il controllo automatico dell'esposizione (AEC/ABC) e la sua calibrazione. Protezioni termiche del tubo e del generatore.

2. Componenti Essenziali delle Apparecchiature Radiologiche Diagnostiche

Stativo e Bracci portatubo: mobilità, stabilità, facilità di posizionamento. Tavolo portapaziente: materiali radiotrasparenti, movimenti, capacità di carico. Griglia antidiffusione (Bucky): funzionamento, rapporto di griglia, densità di righe, messa a fuoco. Diaframma e collimatori: funzione di limitazione del campo, diversi tipi (manuali, automatici, con illuminazione). Sistemi di filtrazione: filtro intrinseco ed estrinseco, spessore equivalente in alluminio (mm Al). Controlli operativi: pannello di controllo, indicatori di dose, segnali di allarme. Protezioni integrate: schermi, barriere, interblocchi di sicurezza. Sistema di comunicazione operatore-paziente. Le diverse configurazioni degli apparati radiologici (a stativo, a braccio a C, portatili, mobili). Apparecchiature radiologiche dentali (intraorali, ortopantomografo). Apparecchiature per la mammografia: caratteristiche specifiche (anodo di molibdeno, filtri, compressione). L'importanza dell'ergonomia nella progettazione delle apparecchiature.

3. Sistemi di Acquisizione dell'Immagine: Dalla Pellicola al Digitale

Radiografia convenzionale (a pellicola): Struttura della pellicola radiografica (emulsione, base). Schermi di rinforzo: funzione e composizione. Processo di sviluppo chimico (manuale, automatico). Vantaggi e svantaggi della pellicola. Radiografia Computerizzata (CR - Computed Radiography): Principio di funzionamento delle piastre ai fosfori a immagazzinamento (IP). Il lettore laser della piastra (scanner). Conversione del segnale analogico in digitale. Vantaggi: manipolazione dell'immagine, riduzione della dose, archiviazione. Radiografia Digitale Diretta (DR - Direct Radiography): Pannelli piani a conversione diretta (seleno amorfo) e indiretta (scintillatore + a-Si). Principio di funzionamento e vantaggi rispetto al CR. Qualità dell'immagine digitale: risoluzione spaziale, contrasto, rumore. Formati di immagine digitale (DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine). Sistemi PACS (Picture Archiving and Communication System). L'importanza del monitor di visualizzazione (display medicali). Post-processing delle immagini digitali. I limiti della diagnostica convenzionale in due dimensioni.

4. Evoluzione Verso la Diagnostica 3D: TC, Cone Beam CT e Altre Metodiche

Tomografia Computerizzata (TC/CT - Computed Tomography): Principio di funzionamento: acquisizione di proiezioni da diverse angolazioni. Algoritmi di ricostruzione dell'immagine (backprojection filtrata, iterativa). Generazioni di scanner TC: da sequential a spirale (elicoidale) a multislice. Parametri di acquisizione (kVp, mA, tempo di rotazione, pitch, spessore di strato). Dosimetria in TC (CTDI, DLP) e gestione della dose. Vantaggi: visualizzazione 3D, contrasto dei tessuti molli, eliminazione della sovrapposizione. Applicazioni cliniche della TC. Cone Beam CT (CBCT): Tecnologia specifica per il settore odontoiatrico e maxillo-facciale, otorinolaringoiatrico. Vantaggi rispetto alla TC convenzionale (dose, costi, dimensioni). Principio di acquisizione con fascio conico. Applicazioni in implantologia, endodonzia, ortodonzia. Considerazioni sulla dose e la giustificazione della CBCT. Altre tecniche 3D (es. fluoroscopia 3D, angio-TC). Visualizzazione e manipolazione delle immagini 3D. La ricostruzione multiplanare (MPR), Maximum Intensity Projection (MIP), Volume Rendering (VR). La crescente importanza dell'intelligenza artificiale (AI) nell'elaborazione delle immagini 3D.

5. Apparecchiature per la Medicina Nucleare e la Radioterapia

Medicina Nucleare: Principio diagnostico: rilevazione di radiazioni emesse dal paziente. Radiofarmaci: meccanismo di azione, produzione, controllo di qualità. Gamma camera (SPECT - Single Photon Emission Computed Tomography): funzionamento, cristalli, fotomoltiplicatori. PET (Positron Emission Tomography): principio di annichilazione, rivelazione di coppie di fotoni. PET/CT e SPECT/CT: fusione di immagini funzionali e anatomiche. Protezione del personale e del pubblico in medicina nucleare. Gestione dei rifiuti radioattivi e dei pazienti dopo somministrazione. Radioterapia: Principio terapeutico: distruzione selettiva delle cellule tumorali. Acceleratori lineari (LINAC): produzione di elettroni e fotoni ad alta energia. Tecniche di radioterapia: 2D, 3D conformazionale (3D-CRT), ad intensità modulata (IMRT), volumetrica ad arco (VMAT). Radioterapia stereotassica (SBRT, SRS) e brachiterapia. Pianificazione del trattamento e dosimetria paziente-specifica. Controllo della qualità e sicurezza in radioterapia. Protezione degli organi a rischio (OAR). Il team di radioterapia: medico radioterapista, fisico medico, TSRM.

6. Controllo Qualità e Manutenzione delle Apparecchiature Radiologiche

Importanza del controllo di qualità (CQ) per la radioprotezione e la diagnostica. Test di accettazione e test di stato per le nuove apparecchiature. Test di controllo di qualità periodici: frequenza e tipologia. Parametri controllati: accuratezza del kVp, mA, tempo, linearità di dose, riproducibilità, filtrazione. Allineamento del fascio, dimensione del campo di radiazione, risoluzione spaziale e di contrasto. Test specifici per la TC (CTDI, uniformità, rumore, risoluzione spaziale). Test specifici per la mammografia (MQSA). Strumentazione per il CQ: dosimetri, fantasmi, test pattern. Ruolo dello Specialista in Fisica Medica nel programma di CQ. Manutenzione preventiva e correttiva delle apparecchiature. La tracciabilità delle manutenzioni e dei controlli. Impatto del mancato CQ sulla dose al paziente e sulla qualità diagnostica. Registro delle non conformità e azioni correttive. La relazione tra CQ e il principio di ottimizzazione. Certificazioni di qualità (ISO) e loro applicazione.

7. Sistemi Informativi Radiologici (RIS) e Sistemi di Archiviazione Immagini (PACS)

Radiology Information System (RIS): Funzionalità: pianificazione appuntamenti, gestione dei pazienti, refertazione, fatturazione. Integrazione con il Sistema Informativo Ospedaliero (HIS). Vantaggi: efficienza operativa, riduzione errori, tracciabilità. Sicurezza dei dati e protezione della privacy (GDPR). Picture Archiving and Communication System (PACS): Acquisizione, archiviazione, distribuzione e visualizzazione delle immagini diagnostiche. Standard DICOM per l'interoperabilità. Componenti del PACS: server di archiviazione, workstation di visualizzazione, gateway. Vantaggi: accesso remoto, consultazione multidisciplinare, archiviazione digitale. Gestione del ciclo di vita delle immagini (lungo termine, breve termine). Integrazione RIS-PACS e i suoi benefici. Teleradiologia: diagnosi remota, collaborazione internazionale. Cybersecurity e protezione dei dati clinici e radiologici. Il ruolo dei sistemi informativi nella radioprotezione (monitoraggio dose paziente, DRL). Innovazioni future: cloud computing, AI nel PACS. Formazione del personale sull'utilizzo dei sistemi informativi. Aspetti normativi e legali legati alla gestione digitale delle immagini e dei dati.

Modulo 7: Adempimenti Operativi di Radioprotezione e Gestione delle Emergenze

1. Ruoli e Responsabilità dei Soggetti Coinvolti nell'Attività Radiologica Medica

Datore di Lavoro: Obblighi generali e specifici, responsabilità penali e amministrative, organizzazione della radioprotezione. Dirigente e Preposto: Compiti di vigilanza e attuazione delle direttive del Datore di Lavoro. Esperto di Radioprotezione (ERP): Ruolo di consulenza tecnico-scientifica, effettuazione della valutazione del rischio, supervisione della sorveglianza fisica, elaborazione delle norme interne di radioprotezione. Specialista in Fisica Medica (SFM): Funzioni di ottimizzazione delle procedure, valutazione dosimetrica paziente, controllo qualità delle apparecchiature, calcolo delle dosi. Medico Autorizzato (MA): Ruolo nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori, emissione del giudizio di idoneità. Medico Prescrittore: Responsabilità della giustificazione dell'esame radiologico. Medico Radiologo/Odontoiatra/Medico Nucleare: Responsabilità dell'ottimizzazione dell'esame, della sua esecuzione, dell'informazione al paziente. Tecnico Sanitario di Radiologia Medica (TSRM): Compiti operativi nell'esecuzione degli esami, nel posizionamento del paziente, nell'applicazione delle procedure di protezione. Infermieri e altri Operatori Sanitari: Collaborazione nelle procedure, assistenza al paziente, applicazione di norme igieniche e di sicurezza. Il Comitato di Radioprotezione e le sue funzioni (se istituito). La catena di comando e le deleghe di funzioni. L'importanza della comunicazione e della collaborazione tra i ruoli.

2. Programmi di Garanzia della Qualità in Radioprotezione (PGRQ)

Definizione e obiettivi di un Programma di Garanzia della Qualità. Requisiti normativi per l'istituzione di un PGRQ. Componenti di un PGRQ: Verifiche di accettazione e di stato delle apparecchiature. Controlli periodici di qualità (CQ) delle apparecchiature radiologiche. Valutazione delle performance cliniche delle apparecchiature. Audit clinici e revisioni delle procedure. Raccolta e analisi dei dati

di dose al paziente (DRL). Formazione e aggiornamento del personale. Gestione dei non conformità e delle azioni correttive. Registrazione e documentazione di tutte le attività. Ruolo dello Specialista in Fisica Medica nella stesura e implementazione del PGRQ. Indicatori di qualità e metodologie di valutazione. La certificazione del PGRQ. L'approccio basato sul rischio nella definizione del PGRQ. Vantaggi di un PGRQ ben strutturato (sicurezza, efficacia, efficienza). Integrazione del PGRQ con altri sistemi di gestione della qualità (es. ISO 9001).

3. La Formazione e l'Aggiornamento Continuo in Radioprotezione

Obbligo normativo di formazione per tutti i lavoratori potenzialmente esposti. Contenuti della formazione per i lavoratori esposti di Categoria A e B. Formazione specifica per le diverse figure professionali (medici, TSRM, infermieri). Formazione per il Medico Prescrittore sulla giustificazione degli esami. Aggiornamento professionale continuo (ECM - Educazione Continua in Medicina). Metodologie didattiche (FAD, residenziale, blended). Verifica dell'apprendimento e attestazione. La responsabilità del Datore di Lavoro nella pianificazione e erogazione della formazione. Il ruolo dell'Esperto di Radioprotezione e dello Specialista in Fisica Medica nella docenza. L'importanza della formazione pratica e sul campo. Formazione in situazioni di emergenza e simulazioni. Il concetto di "cultura della radioprotezione" e come promuoverla. La formazione per i pazienti e il pubblico sulle radiazioni ionizzanti. Valutazione dell'efficacia della formazione.

4. Gestione e Smaltimento dei Rifiuti Radioattivi in Ambito Sanitario

Classificazione dei rifiuti radioattivi: bassa, media, alta attività. Sorgenti di rifiuti radioattivi in medicina: medicina nucleare (diagnostica e terapeutica), radioterapia. Procedure di raccolta, separazione e stoccaggio temporaneo dei rifiuti. Il concetto di "decadimento in sito" per i radionuclidi a vita breve. Misurazione dell'attività dei rifiuti prima dello smaltimento. Limiti di soglia per lo smaltimento come rifiuti non radioattivi. Aziende autorizzate per il trasporto e lo smaltimento finale dei rifiuti radioattivi. Documentazione e registri relativi alla gestione dei rifiuti. Protezione del personale addetto alla gestione dei rifiuti. Gestione di sorgenti orfane o dismesse. Il deposito nazionale dei rifiuti radioattivi. Sanzioni per la non corretta gestione dei rifiuti radioattivi. La formazione specifica per gli operatori addetti alla gestione dei rifiuti. L'impatto ambientale e la radioprotezione.

5. Piani di Emergenza e Gestione degli Incidenti Radiologici

Classificazione degli eventi radiologici: incidenti, quasi incidenti, emergenze. Piani di emergenza interni: contenuti, procedure, responsabilità. Simulazioni e addestramento del personale per la gestione delle emergenze. Identificazione degli scenari di rischio e delle misure di mitigazione. Comunicazione interna ed esterna in caso di incidente. Ruolo delle autorità (Prefettura, Vigili del Fuoco, Protezione Civile, ASL) nei piani di emergenza esterni. Decontaminazione del personale, delle aree e degli ambienti. Gestione medica delle persone irradiate o contaminate. La catena di intervento e i mezzi di protezione. L'importanza della rapida identificazione e valutazione dell'incidente. Relazione sull'incidente e analisi delle cause. Azioni correttive e preventive per evitare il ripetersi. La gestione della crisi e della comunicazione al pubblico. Lezioni apprese dagli incidenti passati.

6. Sorveglianza Sanitaria e Registri Dosimetrici dei Lavoratori

Finalità della sorveglianza sanitaria: protezione della salute dei lavoratori esposti. Obblighi del Datore di Lavoro e del Medico Autorizzato. Visite mediche preventive, periodiche e straordinarie. Accertamenti complementari (ematochimici, strumentali). Giudizio di idoneità alla mansione specifica in relazione al rischio radiologico. Le condizioni che possono comportare un giudizio di inidoneità temporanea o permanente. La gestione delle lavoratrici in gravidanza o in allattamento. Il concetto di limite di dose cumulativo. Il Registro dosimetrico individuale: contenuto, aggiornamento, conservazione. Il Registro sanitario individuale: contenuto, accesso, riservatezza. Flusso di informazioni tra Datore di Lavoro, Medico Autorizzato ed Esperto di Radioprotezione. La comunicazione dei risultati della sorveglianza sanitaria al lavoratore. Ricorsi contro il giudizio di idoneità. Obblighi di sorveglianza sanitaria in caso di cessazione del rapporto di lavoro.

7. Comunicazione del Rischio Radiologico al Paziente e Consenso Informato

L'importanza di una comunicazione chiara, trasparente e comprensibile. Informazione preventiva sulle radiazioni ionizzanti e sui potenziali rischi. Il ruolo del medico prescrittore e dell'esecutore nell'informazione. Contenuti del consenso informato per gli esami radiologici. Modalità di acquisizione del consenso (scritto, verbale). Informazione sui benefici dell'esame e sulle alternative disponibili. Gestione delle ansie e delle paure del paziente. Informazione specifica per le donne in età fertile e in gravidanza. Informazione ai genitori o tutori legali per i pazienti pediatrici. La responsabilità legale e deontologica dell'informazione. Rispetto della dignità e autonomia del paziente. La comunicazione in caso di esposizioni accidentali o superamento della dose stimata. Materiali informativi per i pazienti (brochure, siti web). Il concetto di "alfabetizzazione sanitaria" in radioprotezione. Formazione degli operatori sanitari sulle tecniche di comunicazione efficace del rischio.

Modulo 8: Glossario

Riassunto

Fondamenti Fisici e Sorgenti

Il corso inizia con l'analisi della **natura delle radiazioni X** e del dualismo onda-particella. Viene approfondito il funzionamento del **tubo radiogeno**, spiegando la produzione di radiazione di frenamento (Bremsstrahlung) e caratteristica. Si prosegue con i meccanismi di decadimento radioattivo (α , β , γ) e le leggi che regolano l'attività dei radionuclidi, espressa in Becquerel.

Interazione con la Materia e Radiobiologia

Vengono descritti i processi di interazione dei fotoni con i tessuti, come l'**effetto fotoelettrico** e l'**effetto Compton**, fondamentali per la diagnostica. La sezione di radiobiologia esamina il danno cellulare, distinguendo tra **danni diretti e indiretti al DNA** mediati dai radicali liberi. Il corso classifica gli effetti biologici in:

- **Effetti Deterministici:** con soglia di dose e gravità dipendente dalla dose (es. eritema, cataratta).
- **Effetti Stocastici:** senza soglia nota, dove la dose influenza solo la probabilità di accadimento (es. tumori, effetti genetici).

Grandezze Dosimetriche e Principi di Protezione

Si definiscono le unità di misura fondamentali: il **Gray (Gy)** per la dose assorbita e il **Sievert (Sv)** per la dose equivalente ed efficace. La filosofia della radioprotezione poggia su tre pilastri:

1. **Giustificazione:** il beneficio deve superare il rischio.
2. **Ottimizzazione (ALARA):** le dosi devono essere le più basse ragionevolmente ottenibili.
3. **Limitazione:** rispetto dei limiti di dose per lavoratori e pubblico.

Quadro Normativo (D.Lgs. 101/2020)

Il corso analizza il recepimento della Direttiva EURATOM 2013/59 attraverso il D.Lgs. 101/2020. Vengono definiti i ruoli chiave (Datore di Lavoro, Esperto di Radioprotezione, Medico Autorizzato, Specialista in Fisica Medica) e la classificazione dei lavoratori in **Categoria A e B**, oltre alla zonizzazione delle aree in zone controllate e sorvegliate. Ampio spazio è dedicato alle sanzioni amministrative e penali per le inadempienze.

Apparecchiature e Gestione Operativa

Viene illustrata l'evoluzione tecnologica dalla radiografia convenzionale alla **digitale (CR/DR)**, fino alla diagnostica 3D come **TC e Cone Beam CT**. Il corso conclude con gli adempimenti pratici: i programmi di garanzia della qualità (PGRQ), la gestione dei rifiuti radioattivi, i piani di emergenza e l'importanza del **consenso informato** e della comunicazione del rischio al paziente.

Docente

Cognome Nome	Città	Formazione	Specializzazione	Impiego attuale e eventuale affiliazione
Rosella Francesco	Brescia	Laurea in Medicina e Chirurgia	Radiodiagnostica e Radiologia Interventistica	Medico Dirigente con Incarico di Alta Professionalità presso la UO di Radiologia del Poliambulanza di Brescia (BS).



Curriculum Vitae Europass

Informazioni personali

Nome(i) / Cognome(i) **Francesco Rosella, Dr. (MD)**
Indirizzo(i) via Achille Papa 3, 25128, Brescia (BS) - Italy
Telefono(i) Cellulare: 0039.349.7334753
Fax -
E-mail francesco.rosella.md@gmail.com - francesco.rosella.md@pec.it
Cittadinanza Italiana
Data di nascita 08/07/1986
Sesso M

Occupazione **Medico Dirigente in Radiologia Medica / Radiologia e Neuroradiologia Interventistica**

Esperienza professionale

01/10/2022 - in corso _ Medico Dirigente con Incarico di Alta Professionalità presso la UO di Radiologia del Poliambulanza di Brescia (BS).
Ruolo specifico di attività in ambito di Neuro Interventistica (urgenza e elezione) e Neurodiagnostica, con particolare focus sulla patologia neurovascolare cerebrale e spinale (ictus ischemico, emorragia cerebrale, aneurismi cerebrali e malformazioni vascolari cerebrali e spinali), degenerativa e oncologica spinale, e sull'imaging neuroradiologico dell'urgenza e in ambito neuro-oncologico, e ruolo di attività in ambito di Interventistica Vascolare e Oncologica. Dall'inizio dell'attività ha eseguito più di 2000 procedure nei suddetti ambiti come l'operatore

15/01/2026 - in corso _ Consulente presso Centro Corfù 71 di Brescia e Vitaclinic di Medole, dove svolge attività come Radiologo Diagnostico in ambito ecografico multidisciplinare, vascolare, muscoloscheletrico e pediatrico; svolge inoltre attività come Radiologo e NeuroRadiologo Interventista con particolare focus sulle patologie vascolari e sulla terapia del dolore delle condizioni degenerative del rachide e delle grandi articolazioni.

01/04/2025 - in corso _ Consulente presso gruppo Habilita di Bergamo-Zingonia Sarnico, dove svolge attività come NeuroRadiologo Diagnostico in ambito TC e RM per le patologie encefaliche, spinali, del distretto testa-collo.

01/04/2023 - in corso _ Consulente presso Centro Medico Rocca e Centro Diagnostico InAcqua di Piacenza, dove svolge attività come Radiologo Diagnostico in ambito TC e RM per le patologie toraciche, addominali, oncologiche e vascolari, e dove ha avviato l'attività diagnostica di CardioTC e AngioTC dell'aorta e dei vasi cerebrali; svolge inoltre attività come Radiologo Interventista con particolare focus sulle patologie vascolari e sulla terapia del dolore delle condizioni degenerative del rachide e delle grandi articolazioni.

01/04/2023 - in corso _ Libero Professionista come Radiologo Interventista e Neuroradiologo Interventista, in particolare come consulente privato di condizioni patologiche complesse provenienti dall'Italia dai Paesi dell'Est Europa e presso Teaching Hospitals in Medio Oriente.

01/11/2022 - in corso _ Consulente presso il Mater Olbia Hospital di Olbia, dove svolge attività come Neuroradiologo Interventista nel supporto dell'attività diagnostica e operativa dell'emergenza neurovascolare (Stroke e ESA), e come Radiologo Interventistica Body nel supporto dell'attività interventistica elettiva in ambito vascolare e oncologico.

16/09/2019 - 30/09/2022 _ Medico Dirigente di Radiodiagnostica e Radiologia Interventistica presso la UOC di Radiodiagnostica e Radiologia Interventistica del Mater Olbia Hospital di Olbia (SS).

Incarico di Responsabile di gestione e coordinamento della UOS di Angiografia e Radiologia Interventistica, col fine di avviare e implementare le procedure interventistica in tutti gli ambiti della disciplina (vascolare, neurovascolare, extravascolare, oncologica), in particolar modo l'avvio del trattamento endovascolare dell'ictus ischemico nell'area Nord-Est della Sardegna (ha effettuato le prime 50 trombectomie intracraniche dell'ATS). L'attività costituita prevede focus particolare sull'interventistica vascolare arteriosa (stenting carotideo, endoprotesi aortica, stenting/PTA iliaco femorale, ricanalizzazioni periferiche e trattamento del piede diabetico) e venosa (sindrome post-trombotica iliaco cavale, sindrome di May-Thurner ed embolizzazione del varicocele maschile e femminile), nel trattamento della patologia aneurismatica cerebrale e dei vasi viscerali, e nel trattamento delle patologie scheletriche per via percutanea (vertebroplastica, ablazione di tumori ossei). Ha importato nel territorio i trattamenti di embolizzazione di aneurismi cerebrali, di embolizzazione prostatica e di embolizzazione delle emorroidi, precedentemente mai eseguiti a livello locoregionale, e implementato il trattamento di embolizzazione dei fibromi uterini.

Dall'inizio dell'attività interventistica (maggio 2020), ha eseguito circa 1000 procedure negli ambiti su descritti, tra cui:

- _ primo trattamento endovascolare di aneurisma cerebrale del Nord Sardegna
- _ primo impianto di stent biliare riassorbibile della Regione, in Pz con stenosi iatrogena delle vie biliari
- _ primo trattamento endovascolare per stroke cerebrale ischemico nella Provincia
- _ primo trattamento endovascolare per emorroidi della Regione
- _ primo trattamento endovascolare per emorroidi nella Regione
- _ primo trattamento endovascolare per ipertrofia prostatica benigna nella Regione

Dal punto di vista di ricerca e sviluppo:

- _ membro di board europeo della Boston Scientific per ricerca sulle terapie endovascolari delle malattie venose dei grossi vasi
- _ leader europeo nel trattamento degli aneurismi arteriosi viscerali mediante stent a diversione di flusso di IV generazione

svolge inoltre attività diagnostica specialistica in ambito di NeuroImaging cerebrale e spinale (RM e AngioRM), Radiologia Vascolare con avviamento delle prestazioni AngioTC cerebrale, aortica, viscerale, arti inferiori e soprattutto Coronaro TC e CardioRM, Imaging Toracico e Oncologico (in particolare oncologia epatica primitiva e secondaria).

Occupazioni pregresse

04/06/2018 - 15/09/2019 _ Medico Dirigente di Radiologia Interventistica presso la SOD di Angiografia e Radiologia Interventistica dell'Azienda Sanitaria Universitaria Integrata Università di Udine (ASUIUD) - Ospedale Santa Maria della Misericordia (UD), direttore dr. Massimo Sponza. Svolge attività operativa interventistica totale (> 1400 procedure endovascolari come I operatore), effettuando procedure vascolari ed extravascolari biliari, urologiche e spinali, con particolare focalizzazione sull'attività:- Neurovascolare (trattamento dello Stroke, embolizzazione endovascolare di aneurismi cerebrali in urgenza e in elezione, trattamento delle MAV e delle FAVd cerebrali e spinali, embolizzazione di tumori primitivi e secondari spinali). In particolare ha effettuato il trattamento dello Stroke con tecnica EPIC, il trattamento di aneurismi cerebrali complessi mediante le più avanzate tecniche (remodelling stent assisted coiling, flow-diverter assisted coiling), il trattamento di MAV e FAVd emorragiche e in elezione con liquidi embolizzanti, ed è stato medico di riferimento consulente dell'Unità Operativa di Chirurgia Spinale diretto dalla dottoressa Barbara Cappelletto, trattando decine di casi di metastasi spinali. Ha effettuato inoltre il primo trattamento di stenosi intracranica nella regione.- Trattamento endovascolare della patologia ostruttiva periferica, in particolare BTK, utilizzando le più avanzate tecniche di ricanalizzazione di ostruzioni croniche (puntura retrograda, SAFARI technique...) e l'utilizzo di endograft, stent mimetici e stent e palloni medicati (drug eluting/drug coated).- Attività microvascolare (oncologica epatica nel trattamento dell'HCC e delle metastasi epatiche e trattamento dei fibromi uterini e dell'ipertrofia prostatica benigna). In particolare, dopo approfondimento delle tecniche presso la Radiologia Interventistica dell'Ospedale Niguarda di Milano, diretta dal Prof. Antonio G. Rampoldi, ha avviato il trattamento endovascolare dell'ipertrofia prostatica benigna, mediante la tecnica di Embolizzazione delle Arterie Prostatiche presso la sua struttura (Ospedale Santa Maria della Misericordia di Udine), unico centro ad effettuarla in tutto il Triveneto.- Trattamento endovascolare degli aneurismi dell'aorta toracica e addominale, delle stenosi carotidee, nonché dell'attività interventistica in urgenza (embolizzazione di emorragie viscerali). Ha effettuato oltre 1400 procedure endovascolari maggiori come I operatore, con tasso di complicanze definitive < 0,2% e percentuale di successo tecnico > 99%.

01/10/2017 - 31/05/2018 _ Medico Dirigente di Radiologia Interventistica presso l'UOC di Radiologia Endovascolare ed Interventistica dell'Ente Ecclesiastico Ospedale Miulli di Acquaviva delle Fonti (BA), direttore dr. Sergio Petronelli. Svolge attività clinica di reparto, in quanto l'UOC di Radiologia Interventistica è dotata di 4 posti letto (gestione pazienti ricoverati, impostazione di terapie farmacologiche, gestione delle complicanze cliniche, attività ambulatoriale di prime visite e monitoraggio clinico, consulenza per le altre UO dell'Ospedale), di sala angiografica, effettuando procedure vascolari ed extravascolari (stenting carotideo, endografting aortico, rivascolarizzazioni degli arti inferiori, PTA e stenting dei vasi viscerali, trattamento di aneurismi, FAV e MAV viscerali, gestione delle complicanze di FAV negli emodializzati, embolizzazione di fibromi uterini, trattamento endovascolare del varicocele maschile e femminile, angiografie cerebrali e spinali, interventistica biliare, interventistica spinale, trattamento in urgenza dei sanguinamenti viscerali), e di radiodiagnostica (1-2 turni settimanali aggiuntivi di diagnostica prevalentemente vascolare, oncologica, di neuroradiologia, maxillo-facciale, e di radiologia d'urgenza).-

2017 - Specialista in Radiodiagnostica e Radiologia Interventistica. -

2012 - 2015 _ Specializzando in Radiodiagnostica e Radiologia Interventistica presso il Policlinico A.Gemelli, UCSC di Roma. Campi subspecialistici di studio e ricerca: Radiologia Toracica, Vascolare, Odontoiatrica e Maxillo-Facciale, e Imaging Oncologico, sotto supervisione del Prof. T. Pirroni (fino a maggio 2015). -
2015 - 2017 - Formazione Subspecialistica all'interno della rete formativa in Radiologia Interventistica Vascolare ed Extravascolare, presso il Policlinico A.Gemelli, UCSC di Roma, sotto supervisione del Dr. C. Di Stasi (da maggio 2015) -
settembre 2016 - marzo 2017: Periodo di Formazione Subspecialistica fuori rete formativa in Interventistica Neurovascolare presso il CTO Careggi di Firenze, sotto supervisione del Dr. S. Mangiafico

Istruzione e formazione

01 giugno 2017 - 26 giugno 2018 _ Master di II livello in Neuroradiologia Interventistica Vascolare dell'Università La Sapienza di Roma, direttore Prof. A. Bozzao, sotto la supervisione del dr. Salvatore Mangiafico presso la SOC Interventistica Neurovascolare del CTO - Careggi di Firenze.

18-22 marzo 2013 _ Master I livello in Ecografia Nefrologica presso Ospedale di Brescia (patrocinato SIUMB), direttrice dott.ssa M. Revelli.

2012 - 2013 - 2014 _ Attività di tutoraggio in corsi ecografici rivolti a studenti di medicina e in Master di I e II livello patrocinati dalla SIUMB in ecografia specialistica generale e ginecologica, direttrice Prof.ssa S. Specca

2017 - Specializzazione in Radiodiagnostica e Radiologia Interventistica presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore, discutendo la tesi "FNAB TC-guidata e biopsia dei noduli polmonari: fattori predittivi della diagnosi e dell'incidenza dello pneumotorace", relatore Dr. Carmine di Stasi/Prof. Tommaso Pirroni, correlatore Prof. Cesare Colosimo, con votazione di 50/50.

2011 – 2012 _ Medico Interno Frequentante presso l'Unità Operativa di Chirurgia Vascolare del Policlinico A. Gemelli di Roma.

2011, Seconda Sessione _ abilitazione alla professione di medico chirurgo avendo superato l'Esame di Stato presso Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Roma; iscritto all'albo dei Medici Chirurghi e Odontoiatri di Latina, num. albo 3696
2011 _ Laurea in Medicina e Chirurgia presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma con votazione 110/110 e Lode, discutendo la tesi in Chirurgia Toracica: "Il percorso assistenziale integrato dei pazienti con sospetto tumore del polmone: analisi di tre anni di esperienza", relatore Prof. Pierluigi Granone.

2005 _ Studente iscritto al primo anno di corso della facoltà di Ingegneria Meccanica dell'Università "Politecnico" di Milano.

2005 _ Diploma scientifico presso il liceo "G.B. Grassi" di Latina con votazione 100/100.

Altre attività di rilievo

Giugno 2017 - Giugno 2018 _ Discente del Master di II livello di Neuroradiologia Interventistica Vascolare dell'Università La Sapienza di Roma, direttore Prof. Alessandro Bozzao, con sede assegnata CTO-Careggi di Firenze, sotto supervisione del Dr. Salvatore Mangiafico.

2017 (marzo - giugno) _ ha prestato servizio, nell'ambito della formazione specialistica, presso il Policlinico A.Gemelli, sotto supervisione del Dr. C. Di Stasi.

2016 (settembre - marzo) _ ha prestato servizio, nell'ambito della formazione specialistica fuori della rete formativa, presso il dipartimento di Interventistica Neurovascolare, diretto dal Dr. Salvatore Mangiafico. L'attività assistenziale e di ricerca ha previsto la gestione del reparto di degenza dell'Unità Operativa, consistente nell'inquadramento clinico diagnostico dei pazienti afferenti, l'impostazione di piani diagnostico/terapeutici, la compilazione di cartelle cliniche e la gestione delle attività di reparto. L'attività in sala angiografica ha previsto la discussione e la partecipazione (come II operatore) nonché l'effettuazione (come I operatore) di procedure di Neuroradiologia Interventistica: angiografie diagnostiche cerebrali e spinali, embolizzazione di aneurismi cerebrali, embolizzazioni di fistole artero-venose durali cerebrali e spinali, embolizzazioni di malformazioni artero-venose cerebrali e spinali, trattamento in acuto dell'Ictus cerebrale mediante effettuazione di turni ordinari e di reperibilità. L'attività complementare ha previsto lavoro di consulenza rivolta all'Area Vasta di Firenze nell'ambito della diagnostica per immagini Neuroradiologica, interpretando gli esami inviati all'attenzione mediante "Teleconsulto" (prevalentemente TC/AngioTC cranio e RM/AngioRM cranio e midollo) e dando indicazioni diagnostico/terapeutiche ai pazienti ricoverati presso le altre strutture ospedaliere dell'Area Sanitaria. L'attività non operativa ha previsto lo studio della patologia neurovascolare e la partecipazione a studi di ricerca.

2014 (giugno - luglio) e 2016 (aprile - luglio) _ ha prestato servizio presso l'Ospedale Miulli di Acquaviva delle Fonti (BA), U.O. di Radiologia Interventistica, direttore dr. S.Petronelli, partecipando ed effettuando come primo operatore procedure interventistiche: vascolari su assi carotidei, aorta e vasi di gamba, drenaggi e stenting biliare e chemioembolizzazioni epatiche; e ha collaborato con il dr. V.Petrucelli, U.O. di Anestesia e Rianimazione, allo svolgimento di procedure interventistiche nell'ambito della terapia del dolore refrattario (termoablazione faccettale, ozonoterapia, infiltrazioni rachidee e del nervo trigemino).

2014 (settembre) _ ha prestato servizio presso la Fondazione di Ricerca e Cura Giovanni Paolo II di Campobasso (CB), U.O. di Radiologia, direttore prof.ssa G.Sallustio, incentrato particolarmente sulla diagnostica TC toracica e addominale, e sulla diagnostica RM addomino-pelvica, prevalentemente nell'ambito dell'Imaging Oncologico (circa 300 casi).

2014 (ottobre) - ha prestato servizio presso l'Istituto Nazionale dei Tumori Regina Elena (IFO) di Roma, U.O. di Angiografia, direttore dr.G.Vallati, partecipando ed effettuando come primo operatore procedure interventistiche urologiche (nefrostomie e stenting ureterale, in particolare su pazienti con neovescica ileale), oncologiche (chemioembolizzazioni e in particolare radioembolizzazioni epatiche mediante tecnica SIRT), termoablazioni di noduli polmonari e neoplasie ossee, biopsie eco- e TC- guidate.

2015 (marzo) _ ha prestato servizio presso l'Ospedale Pediatrico Bambino Gesù di Roma, U.O. di Radiologia, sotto supervisione della prof.ssa L.Monti, in particolare rivolto all'approfondimento delle patologie pediatriche e delle metodiche di studio dei trapianti degli organi addominali in età pediatrica; ha partecipato all'attività dell'U.O. di Angiografia, direttore dr.M.Rollo, rivolta all'attività di Radiologia Interventistica Pediatrica, partecipando come II operatore e osservatore al trattamento di patologie complesse vascolare, in particolare MAV cerebrali e viscerali.

2012 - 2013 - 2014 _ Attività di tutoraggio in corsi ecografici rivolti a studenti di medicina e in Master di I e II livello patrocinati dalla SIUMB in ecografia specialistica generale e ginecologica.

18-22 marzo 2013 _ Master I livello in Ecografia Nefrologica presso Ospedale di Brescia (patrocinato SIUMB), dott.ssa M. Revelli.

.

Capacità e competenze personali

Madrelingua(e)

Italiano

Altra(e) lingua(e)

Inglese. Spagnolo. Russo

Capacità e competenze organizzative

Capacità di Organizzazione, Gestione e Addestramento di team professionali medico tecnico-infermieristici.

Capacità e competenze tecniche

Padronanza delle tecniche radiologiche generali: Ecografia, Radiologia Tradizionale, Tomografia Computerizzata e Risonanza Magnetica Nucleare, nonché delle tecniche specialistiche Angio-TC, Angio-RM, EcoColorDoppler.

Principali campi di applicazione: Radiologia Interventistica e Neurovascolare, Odontoiatrica, Toracica, Addominale, Vascolare e Neurovascolare, NeuroImaging generale e Imaging Oncologico.

_ Ha partecipato, nel biennio 2015-2017, alla stesura delle linee guida in ambito di Radiologia Toracica e di principi fisici, legislativi e normativi di Radioprotezione per la Società Italiana di Radiologia Medica (SIRM) sotto supervisione del Prof. Tommaso Pirroni, Prof. Ordinario di Radiodiagnostica presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma e Consigliere della SIRM.

_ Capacità di effettuare interventi di piccola chirurgia autonomamente

_ Medicazione e/o sutura di ferite anche complesse acute e croniche

_ Esperienza diretta di manovre di base di life support in scompensi cardiaci e respiratori

_ Sostituzione Medici di Medicina Generale

_ Stazionamento con ambulanza presso eventi e manifestazioni sportive

Altre capacità e competenze

Membro del M.E.N.S.A. (da novembre 2011).

Patente

Indicare la(e) patente(i) di cui siete titolari precisandone la categoria. (facoltativo, v. istruzioni)

Ulteriori informazioni

Inserire qui ogni altra informazione utile, ad esempio persone di riferimento, referenze, ecc. (facoltativo, v. istruzioni)

Allegati

Allego CV completo con produzione scientifica e partecipazione a congressi

Firma

18/03/2026



Autorizzo il trattamento dei miei dati personali ai sensi del Decreto Legislativo 30 giugno 2003, n. 196 "Codice in materia di protezione dei dati personali (facoltativo)".