

## Formazione ed addestramento del fisico medico per affrontare una emergenza radiologica/nucleare

Chiara Ferrari<sup>1</sup>, Stefano De Crescenzo<sup>2</sup>, Andrea Malizia<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fisica Sanitaria, ASST di Mantova, 46100 Mantova

<sup>2</sup> Istituto Europeo di Oncologia, 20141 Milano

<sup>3</sup> Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione, Università di Roma Tor Vergata, 00133 Roma

[chiara.ferrari@asst-mantova.it](mailto:chiara.ferrari@asst-mantova.it)

### Riassunto

*Quando le emergenze radiologiche nucleari coinvolgono i servizi ospedalieri è fondamentale una risposta adeguata. Tuttavia, la bassa probabilità d'accadimento, il contenimento delle risorse e l'elevata specializzazione richiesta sono ostacoli per la diffusione di modelli appropriati di triage. Eppure, le sorgenti di radiazione sono ormai ubiquitarie, gli incidenti possono capitare ovunque sul territorio e non può essere escluso l'utilizzo malevolo. Tutti i mezzi e le conoscenze disponibili in materia di radioprotezione devono essere impiegati in una prospettiva di equilibrio costi-benefici, aggiungendo risorse in caso di bisogno. Negli ospedali il fisico medico è una delle professionalità che ha la base culturale per costituire una risorsa aggiuntiva. Ciononostante, sono necessari una formazione ed addestramento specifico dato che al momento il curriculum universitario non include esplicitamente questo tema. Il presente lavoro è una proposta per colmare questa lacuna per i professionisti che lavorano in ospedale. Lo scopo è preparare il fisico medico a collaborare utilmente all'interno del proprio ospedale e con i servizi di prima risposta in caso emergenza.*

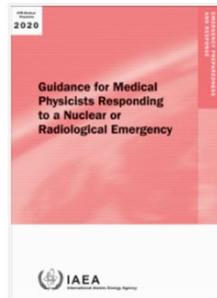
*Radiation emergencies are exceptional events. When hospitals are involved, correct response plays a fundamental role. However, the dissemination of appropriate models of triage is hampered by the low likelihood of occurrence. If a nation has no nuclear plant and/or has a weaker economy, the risk is not perceived as looming and devolving funds for preparedness and training is difficult. All the available resources and knowledge in radiation protection must be deployed under a cost-benefit balance point of view. The Medical Physicist Expert is part of a clinical team and has knowledge about radiation measurement, dose assessment and communication with the other health care professionals. However, despite the cultural basis, providing a dedicated educational programme and training is necessary. In fact, the current medical physicists' curricula do not include a specific module on these topics. This work aims to present a proposal for education and training courses to provide an effective, practicable and quickly recoverable emergency formation, aimed at preparing the professionals to be part of the emergency services response cycle.*

### INTRODUZIONE

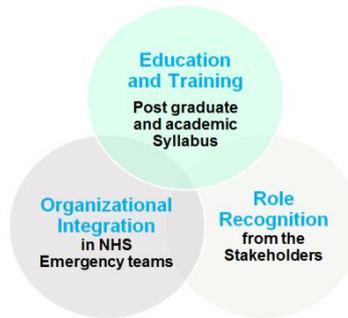
Le emergenze radiologiche e nucleari sono eventi rari ed eccezionali ma si deve essere preparati ad affrontarli ovunque e sempre. Quando vengono coinvolti gli ospedali, lo specialista in fisica medica può svolgere un importante ruolo di supporto (Meghziene and Nusslin, 2011). Eppure, nonostante il background professionale, è necessaria una formazione aggiuntiva, perché l'attuale curriculum universitario non include esplicitamente questo argomento (MIUR, 2022). Il problema di mancanza di preparazione alle emergenze radiologiche nucleari è stato segnalato anche per altri professionisti dell'area radiologica (McCurley M et al. 2009). Nell'ottica dell'uso ottimale delle risorse già presenti, nel 2020 l'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica (IAEA) ha pubblicato la guida "Guidance for Medical Physicists Responding to a Nuclear or Radiological Emergency" nella serie "Emergency Preparedness and Response- EPR", richiamando esplicitamente il coinvolgimento dei fisici medici e nel contempo riconoscendo la necessità di una formazione appropriate. Figura 1

Figura 1: Elementi base per lo sviluppo del ruolo all'interno delle squadre d'emergenza

What we have



What we need do



### LA PROPOSTA IAEA E L'APPROCCIO ALL HAZARD

Le linee guida dell'IAEA raccomandano come uno degli elementi base del portfolio di formazione del fisico medico uno specifico percorso educativo per la gestione delle emergenze. A tale scopo è stato proposto uno specifico percorso di formazione post accademica e sono stati tenuti dei corsi per la formazione di formatori detti "Train of Trainers" (IAEA, 2015). Il corso contiene 13 differenti moduli che affrontano aspetti sia teorici che pratici nella gestione delle emergenze. Sono inclusi argomenti assolutamente innovativi come "la comunicazione del rischio" ed "effetti psicologici", altri familiari come "la misura delle radiazioni" e "la stima di dose" affrontati però nel contesto dell'emergenza e della medicina dei disastri, figura 2.

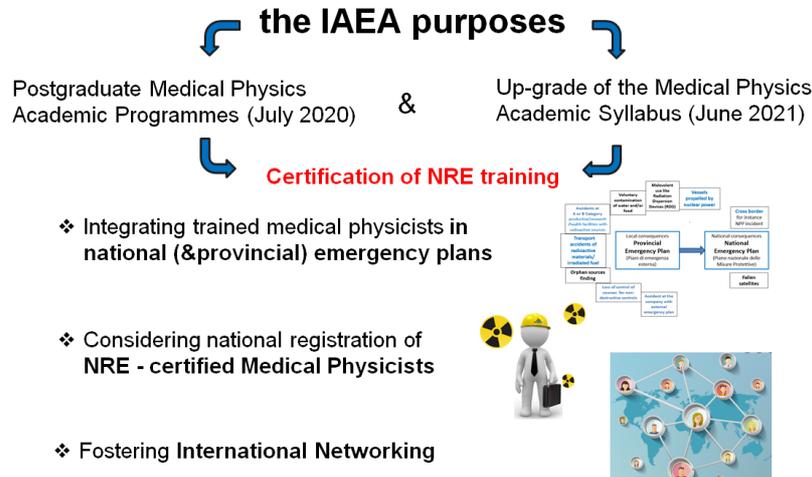
Figura 2: Programma del corso per formatori- IAEA Syllabus

3.1.	Module 1: Introduction.....
3.2.	Module 2: Nuclear and Radiological Emergencies.....
3.3.	Module 3: Radiation Measurements and Instrumentation.....
3.4.	Module 4: Dose Assessment and Dose Reconstruction.....
3.5.	Module 5: Monitoring and Decontamination of People, Waste Management – Scene and Reception Centre.....
3.6.	Module 6: Monitoring and Decontamination of People, Waste Management – Hospital.....
3.7.	Module 7: Biological Effects of Radiation – Cell and Tissue Effects, Stochastic Effects.....
3.8.	Module 8: Protection Strategies for the Public.....
3.9.	Module 9: Protection Strategies for Workers.....
3.10.	Module 10: Medical Management.....
3.11.	Module 11: Psychological Effects and Impacts on Mental Health.....
3.12.	Module 12: Effective Risk Communication.....
3.13.	Module 13: Education and Training in NRE (theory and practice, training of others).....

L'agenzia IAEA promuove il riconoscimento a vari livelli delle competenze acquisite dal fisico medico nella gestione delle emergenze radiologiche. Sia nel 2020 che nel 2021 ha proposto l'aggiornamento delle competenze dei professionisti già specializzati ed del Syllabus universitario, figura 3.

Figure 3 Riconoscimenti promossi dalla IAEA





Dopo la pubblicazione del D. Lgs. 101/20, a livello locale si è rinnovata l'importanza del coinvolgimento dei servizi di Fisica Sanitaria ospedalieri nella formulazione dei piani di emergenza provinciali degli Uffici Territoriali di Governo). L'aspetto più saliente è che si parla del coinvolgimento di una "struttura organizzata" (Servizio di Fisica Sanitaria) non di un singolo professionista, con tutti i vantaggi conseguenti, primo passo per l'integrazione sponsorizzata dallo IAEA.

La possibilità di sviluppare il percorso in un contesto tecnico "All-Hazard" è una ulteriore possibilità di ottimizzazione delle risorse, visto che tante attività sono condivise all'interno dei rischi cosiddetti NBC -nucleare, biologico e chimico, figura 3 (Master CBRNe, dal 2012). Questo è l'approccio tipico delle squadre di primo intervento, ad esempio il corpo dei Vigili del Fuoco e le squadre del 118.

Figura 3: Approccio "All-Hazard"



### ASPETTI TEORICI ED ABILITÀ SUL CAMPO RICHIESTI NELLE PROCEDURE D'EMERGENZA

La formazione per affrontare le emergenze coinvolge due aspetti importanti: il sapere ed il sapere fare, all'interno di uno schema temporale d'intervento dove si deve agire con tempestività e in sicurezza, se pur all'interno di un quadro dei rischi non ancora ben definito e conosciuto.

La proposta formativa formulata vuole mettere insieme metodi ed argomenti di varia natura, all'interno di un percorso dove formazione a distanza ed esercitazioni sul campo s'integrano.

Una particolare attenzione viene rivolta al tema della comunicazione, che riveste un ruolo importantissimo.

La profonda conoscenza teorica della materia è un prerequisito fondamentale. I contenuti concettuali, le capacità cognitive e lo sviluppo di un metodo razionale appartengono alla consapevolezza teorica e sono famigliari al percorso di studi dello Specialista in Fisica Medica. Gli approfondimenti possono essere affrontati con lezioni in remoto e/o off-line, lasciando spazio per lo studio e l'approfondimento individuale.

La capacità di agire in modo opportuno, con prontezza e coordinamento con i colleghi, sono abilità motorie da allenare. Secondo la "Anesthetists society", la consapevolezza della situazione, il processo decisionale, la leadership, la comunicazione e il lavoro di squadra sono le competenze non tecniche da sviluppare in contesti di emergenza sanitaria (Flin R. et al 2003).

Le esercitazioni in presenza sono fondamentali per attività pratiche come indossare e pulire di dispositivi di protezione individuale o adottare un atteggiamento opportuno muovendosi all'interno di un ambiente rischioso. Tra gli strumenti didattici ci sono strumenti specifici che permettono di simulare la presenza della radioattività, attraverso la ricostruzione di un'attività virtuale, migliorando il realismo delle simulazioni senza mettere in pericolo inutilmente i discenti. La "simulazione ad altissima fedeltà", mutuata dal mondo dell'aeronautica, sembra una conquista raggiungibile grazie allo sviluppo tecnologico. "Esperienze reali" o "simulazioni di esperienze reali" che contengono abilità motorie hanno un livello più alto di persistenza. La presenza di queste possibilità in sede d'esercitazione è una risorsa importante.

Le capacità di scegliere e di avere una dialettica di confronto vengono esercitate nei "Table Top Exercises"-TTX (Iannotti, 2020). Questi esercizi appartengono all'insieme delle esperienze collaborative. Sono la simulazione di esperienze reali focalizzate sull'azione delle "scelte" (azioni mentali) piuttosto che sulle azioni fisiche delle esercitazioni manuali. Mettono alla prova come trattare con individui o altri professionisti attraverso il confronto dialettico all'interno del gruppo per migliorare le capacità di comunicazione.

#### **FORMAZIONE BLENDED ED ALLEANZA EDUCATIVA TRA DIVERSI PROFESSIONISTI**

L'obiettivo di questa formazione è quello di introdurre i fisici medici ai fondamentali delle emergenze radiologiche, per poi sviluppare la consapevolezza sui metodi e materiali con cui affrontarle. Affinché il programma educativo sia più efficace, dovrebbe essere completato all'interno poi della struttura di appartenenza con tutto il personale coinvolto: operatori del team clinico, incluso il rappresentante del dipartimento di direzione sanitaria; operatori della prima squadra di soccorso in caso di intervento sul territorio, perché l'acquisizione di competenze in caso di emergenza è efficace se la conoscenza è condivisa.

Le possibilità educative offerte dalla tecnologia e la necessità di esercitazioni pratiche sono meglio realizzate nel contesto di un progetto in cui l'apprendimento on line e le esercitazioni si fondono. Un programma di apprendimento misto ("blended") consiste in una serie di vari elementi tra cui formazione in presenza, aula virtuale, formazione asincrona e condivisione di materiale online. La corretta integrazione delle attività offline e online è fondamentale per migliorare i risultati della formazione. Ciò che conta è individuare il miglior strumento educativo a seconda dello scopo educativo, figura 4.

Figura 4: Struttura temporale del corso



Naturalmente, le lezioni teoriche in presenza sono un'opzione valida. Eppure l'uso di metodologie che permettono la connessione in remoto e la fruizione dei contenuti in modo asincrono sono facilitatore nell'espandere il pubblico, riducendo i costi e consentendo una gestione personale e personalizzata delle risorse temporali. Inoltre, l'uso offline dei contenuti delle lezioni permette l'approfondimento delle lezioni personalizzato, in base alle effettive esigenze di formazione sull'argomento.

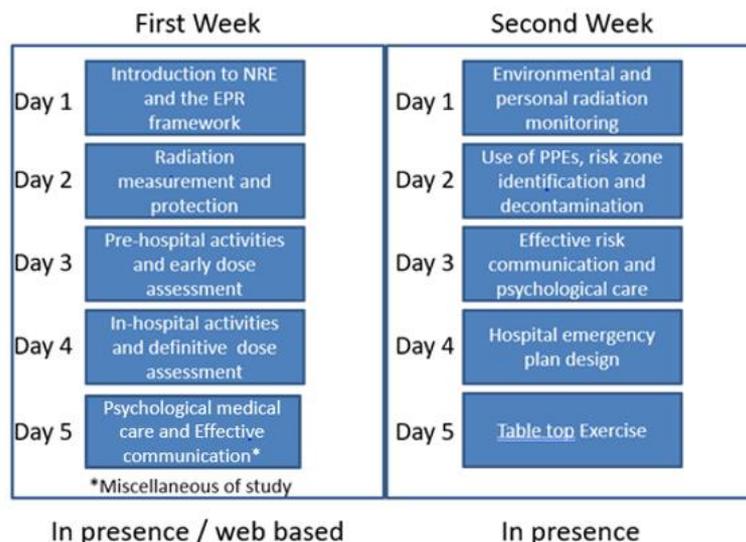
La pausa tra la parte teorica e pratica permette di confrontarsi con esercizi e l'utilizzo di software dedicato, di approfondire gli aspetti teorici e di allenarsi con gli strumenti da utilizzare durante le esercitazioni in presenza (Ibrahim, 2018). Spezzare in due il ciclo formativo inoltre viene incontro agli impegni lavorativi di un fisico medico già inserito all'interno di una struttura ospedaliera. Il grande potenziale educativo dell'apprendimento in presenza rimane durante le attività pratiche, i giochi di ruolo e gli esercizi di lavoro di squadra. Il "debriefing" delle attività in presenza e la correzione delle esercitazioni teoriche dovrebbero essere in presenza o in aula virtuale sincrona. La creazione di una rete di colleghi per condividere e rafforzare le esperienze è l'aspetto sottostante del progetto misto, un obiettivo più facilmente accessibile con le attività in presenza.

### CONTENUTI DEL CORSO

Il progetto educativo è dedicato a fisici medici operanti in ambito ospedaliero, il possesso della qualifica e delle funzioni di Esperto di Radioprotezione sono caldeggiati, ma non costituiscono un prerequisito necessario. Il background della professionalità di Specialista in fisica Medica e la conoscenza della legislazione di radioprotezione permettono di concentrarsi subito sulla fase di emergenza e gli aspetti innovativi. Solo alla fine del modulo teorico, viene presentato un addendum sulla descrizione dei possibili scenari post-accidentale a lungo termine, completando la conoscenza di tutti gli aspetti di una emergenza radiologica

Ogni giorno del modulo teorico copre argomenti ed attività commensurati ad un carico di lavoro attivo di sei/sette ore, per il modulo pratico a completamento delle attività proposte da calendario, figura 5.

Figure 5. Struttura del corso con indicazione degli argomenti principali

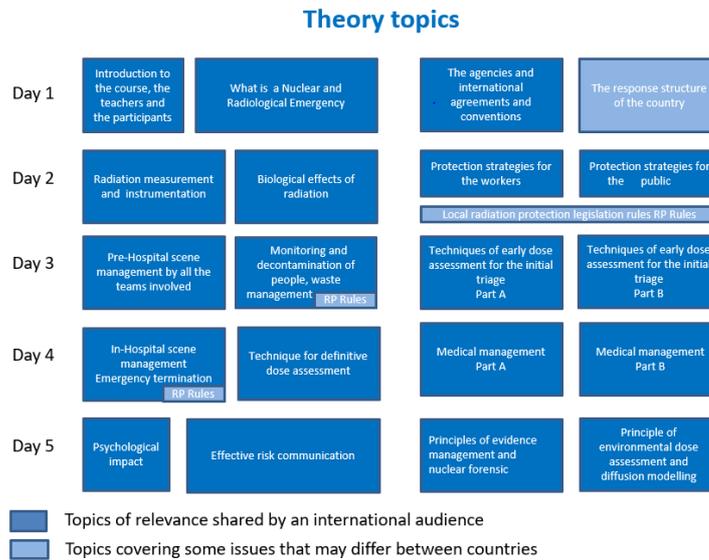


Per quanto riguarda gli argomenti teorici, sono state introdotte innovazioni rilevanti sulla struttura di base del workshop dell'AIEA, prestando attenzione anche allo sviluppo delle capacità di leadership aggiungendo argomenti come "convenzioni e le agenzie coinvolte a



livello internazionali”, la descrizione del “sistema di risposta a livello nazionale” e i principi di “gestione delle prove e forensica nucleare”, figura 6.

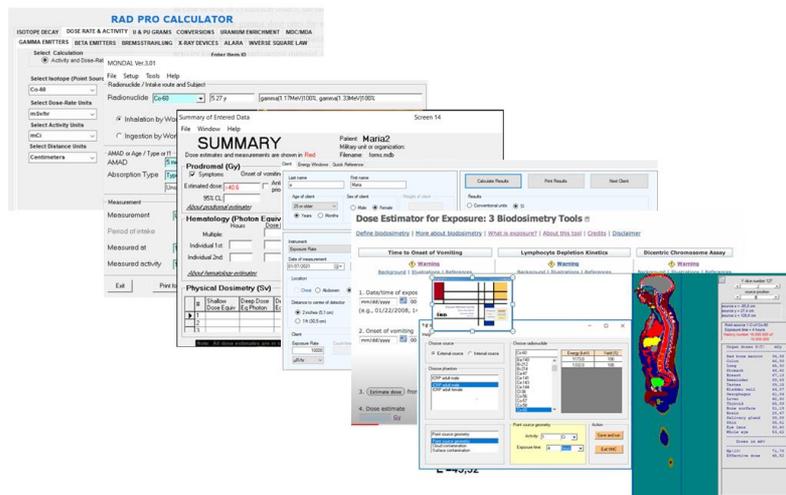
Figure 6. Dettaglio degli argomenti lezioni teoriche, prima settimana



Tra gli argomenti più innovativi rispetto la formazione di base e non già citati, si segnala l'introduzione alla teoria e alla pratica della metodologia del triage, secondo una prospettiva clinica generale non basata solo sul rischio da radiazioni ionizzanti; la stima di dose assorbita dai pazienti, effettuata a due livelli diversi (stima precoce e stima definitiva) nella prospettiva della medicina dei disastri. I richiami di legislazione in tema di radioprotezione sono per assicurare la massima collaborazione e supporto all'Esperto di Radioprotezione. Una particolare attenzione va dedicata agli strumenti e le misure di radionuclidi non utilizzati in ambito ospedaliero.

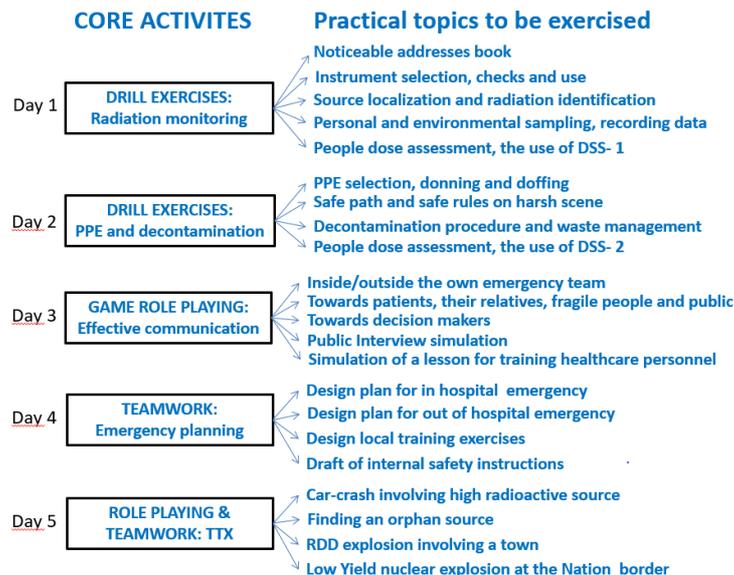
Durante questo modulo saranno distribuiti e fatti esercizi su software liberamente scaricabili on line, su cui potere allenarsi in preparazione delle esercitazioni in presenza, figura 7.

Figure 7. Alcuni dei pacchetti software per la stima di dose ed il triage in situazioni d'emergenza



Durante la seconda settimana, sono in programma le attività in presenza che non sono solo esercitazioni pratiche in senso stretto, Figure 8.

Figure 8 Dettaglio delle attività pratiche ed in presenza, seconda settimana



In tutti i pomeriggi, i discenti saranno impegnati nel de briefing delle attività mattutine e degli esercizi fatti a casa durante l'intervallo tra la prima e seconda parte del corso.

La disponibilità di formatori provenienti da altre professionalità come, ad esempio, i colleghi delle ARPA, gli Esperti di Radioprotezione, i Vigili del Fuoco e i professionisti della comunicazione è fondamentale per avere un quadro completo d'intervento e stimolare il mutuo riconoscimento professionale.

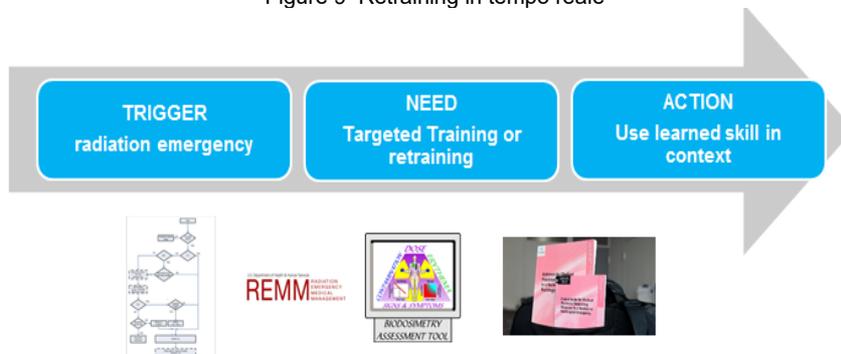
Il fisico medico ha la responsabilità di assistere la dirigenza dell'ospedale nello sviluppo di piani di emergenza radiologici efficaci per le proprie strutture; quindi, un'intera giornata dell'ultima settimana è dedicata a questa attività. Le modalità di comunicazione efficace saranno affrontate entro un'intera giornata dedicata alla materia durante la settimana di frequenza, dopo un'introduzione teorica durante la prima settimana. Le capacità di lavoro di squadra e di leadership sono esercitate durante le attività TTX.

## METODICHE DI “JUST IN TIME TRAINING” ED IL MANTENIMENTO DELLA PREPARAZIONE

La bassa probabilità di emergenze radiologiche, rispetto altre occorrenze, rende necessario avere sottomano degli strumenti di rapido recupero delle conoscenze finalizzate, in aggiunta un periodico aggiornamento non solo per non disperdere le competenze acquisite ma anche per mantenere i contatti tra i professionisti coinvolti e le strutture di risposta emergenziale sul territorio.

Il materiale distribuito durante il corso deve essere strumento per il recupero in tempo reale delle nozioni e procedure al bisogno, anticipando le esigenze che possono nascere. Brevi video, diagrammi di flusso, applicazioni mobili e software user friendly insieme al pocket book edito dalla IAEA, figura 9

Figure 9 Retraining in tempo reale

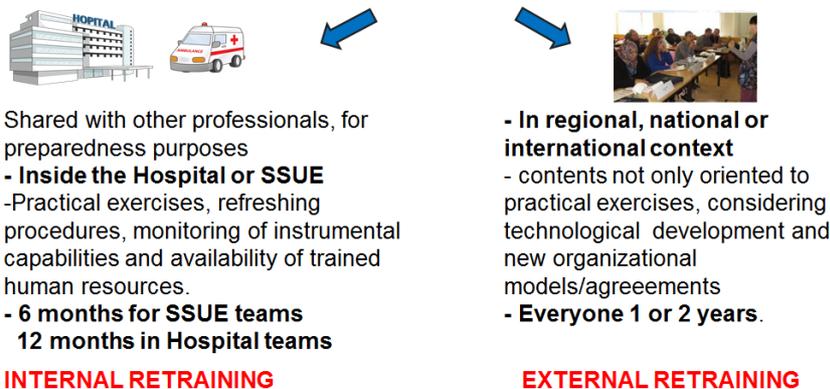


Due diversi tipi di re-training dovrebbero essere messi in atto: il primo rivolto alle esigenze locali dei professionisti del team di primo soccorritori, il secondo in una prospettiva più ampia da regionale a internazionale, secondo periodicità ottimizzate. La formazione interna è anche una occasione per verificare la presenza ed il funzionamento dei materiali occorrenti e delle risorse umane. figura 10.

Figure 10 Struttura e frequenza dell'aggiornamento

Continuing Medical Education (CME)

**mandatory** retraining



**CONCLUSIONI**

Le emergenze radiologiche sono sempre al limite dell'orizzonte temporale dell'esperienza comune, le risorse umane e strumentali già diffuse sul territorio vanno ottimizzate e preparate nell'ottica della sostenibilità degli interventi. Se in ospedale viene coinvolto, lo specialista in fisica Medica preparato gioca un ruolo molto importante per fornire aiuto ed indicazioni al personale che opera nelle strutture di Emergenza ed Urgenza, alla dirigenza sanitaria così come alla popolazione coinvolta.

L'esistenza di orientamenti a livello internazionale, nazionale e delle autorità locali sono imprescindibili, ma è altrettanto importante la disponibilità ad assumersi un ruolo ulteriore all'interno delle strutture sanitarie, e se richiesto sul territorio. La presenza di un percorso formativo adeguato che renda confidenti i professionisti nelle procedure richieste da questi eventi è un tassello fondamentale in questa direzione.



XXXVIII Congresso Nazionale Airp  
Milano, 28 – 30 settembre 2022

## Bibliografia

Meghzi Fene A., Nusslin F., *Do medical physicists have a role in case of a nuclear or radiological emergency?*, 2011 *Physica Medica*, no. 27, p. 121

MIUR, *Ordinamenti didattici scuole di specializzazione in area sanitaria* [Online]. Disponibile on line: <http://www.miur.it/UserFiles/2198.S.%20AREA%20SANITARIA.pdf>. [Ultimo accesso 16 agosto 2022]

McCurley M. Miller C., Tucker F., Guinn A., Donnelly E., Ansary A., Holcombe M., Nemhauser J. and Whitcomb R., *Educating Medical Staff About Responding to a Radiological or Nuclear Emergency*, 2009, *The Radiation Safety Journal*, vol. 96, no. supp 2, pp. 850-854

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Train the Trainers Workshop on Medical Physics Support for Nuclear or Radiological Emergencies*, 2015, IAEA

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Guidance for Medical Physicists Responding to a Nuclear or Radiological Emergency*, 2020, IAEA

Università di Tor Vergata-Roma, dal 2012, *Master di 1° e 2° livello in protezione contro eventi CBRNe*, Disponibile on line [https://web.uniroma2.it/it/percorso/didattica/sezione/protezione\\_da\\_eventi\\_cbrne](https://web.uniroma2.it/it/percorso/didattica/sezione/protezione_da_eventi_cbrne)

Iannotti A., *Table Top Exercise (TTX) as a training tool to prepare experts in case of emergency of R/N situation*, 2020 1st Workshop on the Radiological and Nuclear Training Framework- INCLUDING innovative cluster for radiological and nuclear emergencies.

Flin R., Glavin R., Marran N. and Patey R., *ANTS Handbook Framework for observing and rating anaesthetists non technical skills*, 2003. University of Aberdeen

Ibrahim A. G., *Improvement on CBRNe Learning & Education Management*, 2018 Aracne editrice