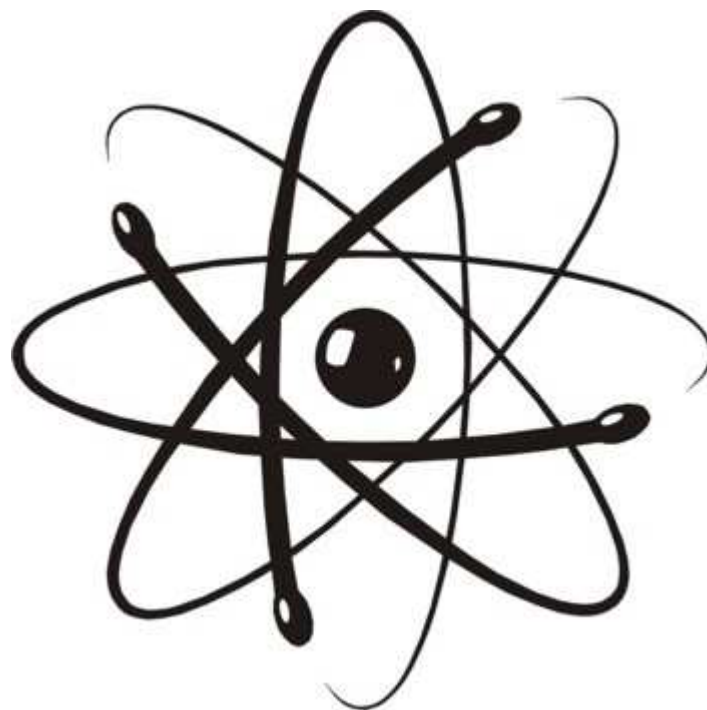


# LA RADIAZIONE X IN PACE E IN GUERRA



## ***INTRODUZIONE***

Le radiazioni X (comunemente definiti Raggi X) sono radiazioni ad alta frequenza che possiedono anche un quantitativo di energia piuttosto elevato. Queste radiazioni sono presenti in natura, ma sono prodotte anche artificialmente mediante dispositivi radiogeni ed acceleratori di particelle.

Essi furono scoperti al termine del XIX secolo durante lo studio dei raggi catodici.

Fin da subito, si rivelarono un eccezionale caso di quella che si definisce “serendipità”, ovvero una scoperta casuale ma di straordinaria importanza, in quanto aventi la capacità di penetrare ed attraversare i tessuti biologici opachi.

Per questa loro incredibile capacità, essi furono usati su larga scala per la prima volta durante la terribile Grande Guerra (1914-1918), permettendo per la prima volta il salvataggio di molte persone grazie ad analisi mirate e piuttosto accurate, come vedremo.

## ***LA SCOPERTA***

Come anticipato, la scoperta della radiazione X risale al novembre del 1895. Il fisico tedesco Wilhelm Conrad Röntgen, che fu il primo fisico ad essere insignito del premio Nobel nel 1901, professore all'Università di Würzburg, stava, a quel tempo, facendo esperimenti con i raggi catodici (flussi di elettroni) in tubi sigillati a scarica avvolti in carta scura (tubi di Hittorf-Crookes).

Il funzionamento del tubo di Crookes può essere (impropriamente) paragonato a quello di una lampadina, in quanto il flusso di elettroni passa da un anodo ad un catodo in una struttura di vetro pompata a vuoto.



Tubo di Crookes

Il flusso di elettroni nel tubo urtando contro il vetro del tubo stesso produsse radiazione di bassa intensità. Röntgen lavorava in una stanza completamente buia per vedere meglio le deboli luci generate dai raggi che colpivano alcuni schermi sistemati di fronte la sorgente dei raggi catodici. Si accorse, però, che uno schermo, rivestito da una sostanza fluorescente (non raggiungibile dai raggi da lui usati) si illuminava tenuemente: doveva quindi esserci un'interazione tra una non identificata radiazione e lo schermo. Röntgen la battezzò spiritosamente "radiazione X". Lo stesso scienziato riuscì

in questo modo ad impressionare una lastra fotografica. Tali raggi hanno, infatti, tale proprietà. Essi hanno inoltre la capacità di attraversare il vetro e i corpi opachi poco pesanti.

Poco tempo dopo, Rontgen mise una mano sopra una lastra sensibile presso una sorgente di raggi X e ne ricavò l'immagine delle ossa del metacarpo e delle falangi, ma non quella della pelle, dei muscoli e dei tendini.

A differenza dei nostri occhi, che vedono solo la luce, la comune lastra fotografica "vede" sia la luce che i raggi X; per tale motivo, anche ai nostri giorni, essa viene utilizzata ad esempio nelle radiografie.

I raggi X sono utilizzati in diagnostica (radiografie), mentre le altre radiazioni vengono utilizzate anche in terapia (radioterapia).

Alcuni anni più tardi fu dimostrato che questi raggi sono radiazioni elettromagnetiche che il nostro occhio non può vedere perché sono fatti di onde mille volte più brevi delle onde luminose, ma proprio questa brevità li fa attraversare gran parte della materia opaca, e soltanto gli atomi più leggeri sono trasparenti ai raggi X, come ad esempio le parti molli del corpo umano, e proprio per questo possono provocare l'insorgenza di tumori e mutazioni genetiche. Tipicamente tali radiazioni corrispondono alla parte di spettro elettromagnetico compreso tra lunghezza d'onda di  $0.1\text{\AA}$  (Angstrom) ed quella di  $100\text{\AA}$  ( $1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$  cioè un decimo di miliardesimo di metro). Corrispondentemente, dal punto di vista energetico la radiazione si estende nell'intervallo compreso tra  $124\text{ keV}$  (elettronvolt) e  $0.12\text{ keV}$ . **Le lunghezze d'onda dei raggi X usate tipicamente per le analisi dei materiali e la diagnostica medica sono comprese tra gli  $0.7\text{\AA}$  ed i  $2.5\text{\AA}$ .**

Occorre però spiegare cosa sia lo spettro elettromagnetico.

Lo spettro elettromagnetico (abbreviato spettro EM), in fisica, indica l'insieme di tutte le possibili frequenze delle radiazioni elettromagnetiche.

Come per le onde elettromagnetiche visibili, emesse quando un atomo eccitato ritorna allo stato fondamentale, anche nel caso dei raggi X l'energia della radiazione corrisponde alla differenza fra due livelli energetici degli elettroni dell'atomo; I livelli energetici coinvolti però sono quelli più vicini al nucleo, dove gli elettroni sono legati fortemente, e non quelli più esterni.

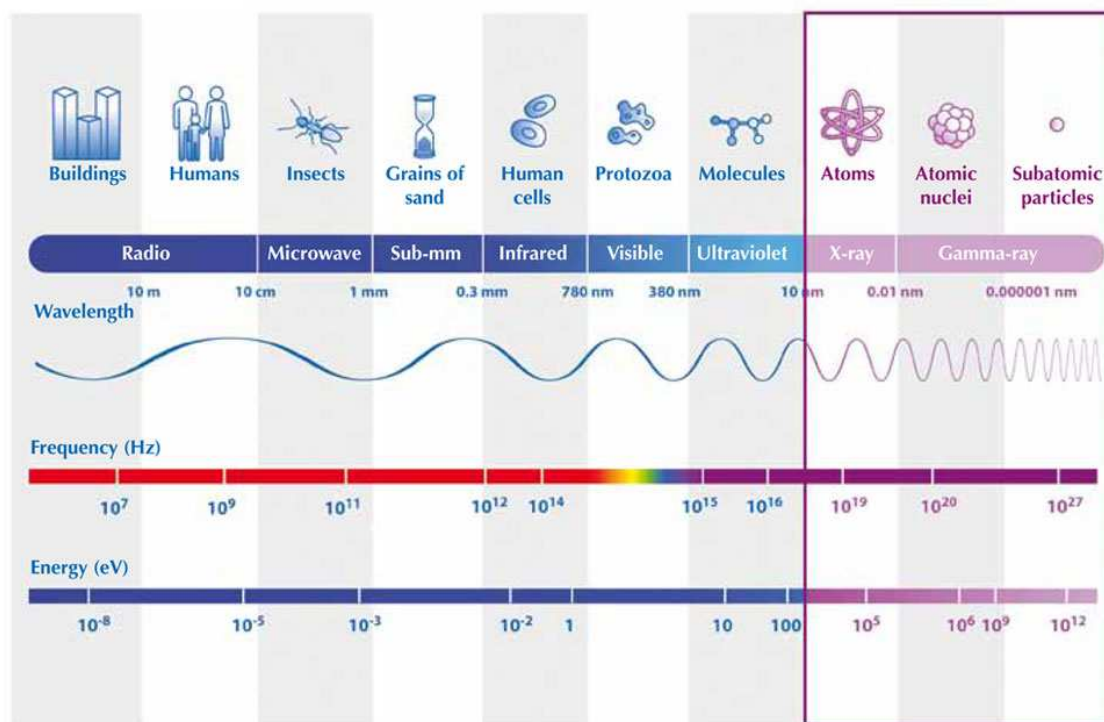


Tabella lunghezza d'onda

I raggi X sono utilizzati in diagnostica (radiografie), mentre le altre radiazioni vengono utilizzate anche in terapia (radioterapia).

## ***PRIMA GUERRA MONDIALE***

### ***L'importante aiuto di Marie Curie***

All'inizio della prima guerra mondiale praticamente tutti gli eserciti in conflitto si erano dotati di impianti radiologici fissi negli ospedali militari e di impianti mobili da schierare in prima linea. Particolarmente degno di nota è l'impegno di Marie Curie non solo nel progettare impianti autotrasportati, chiamati affettuosamente "petite Curie", ma anche nella loro gestione sul campo di battaglia e nella assistenza ai feriti, validamente coadiuvata dalla figlia Irene con la quale addestrava e formava anche gli addetti alla esecuzione degli esami radiologici.

Durante la Prima guerra mondiale, Marie Curie operò in qualità di radiologa per il trattamento dei soldati feriti: dotando un'automobile di un'apparecchiatura radiografica rese possibili le indagini radiologiche effettuate in prossimità del fronte e partecipò alla formazione di tecnici e infermieri. Dopo la guerra divenne attiva nella Commissione Internazionale per la Cooperazione Intellettuale della Lega delle Nazioni per migliorare le condizioni di lavoro degli scienziati. Nel 1909 fondò a Parigi l'Institut du radium, oggi noto come Istituto Curie e, nel 1932, un altro analogo istituto a Varsavia, anch'esso successivamente rinominato Istituto Curie. Nel 1921 effettuò un viaggio negli Stati Uniti per raccogliere i fondi monetari necessari a continuare le ricerche sul radio; ovunque fu accolta in modo trionfale.

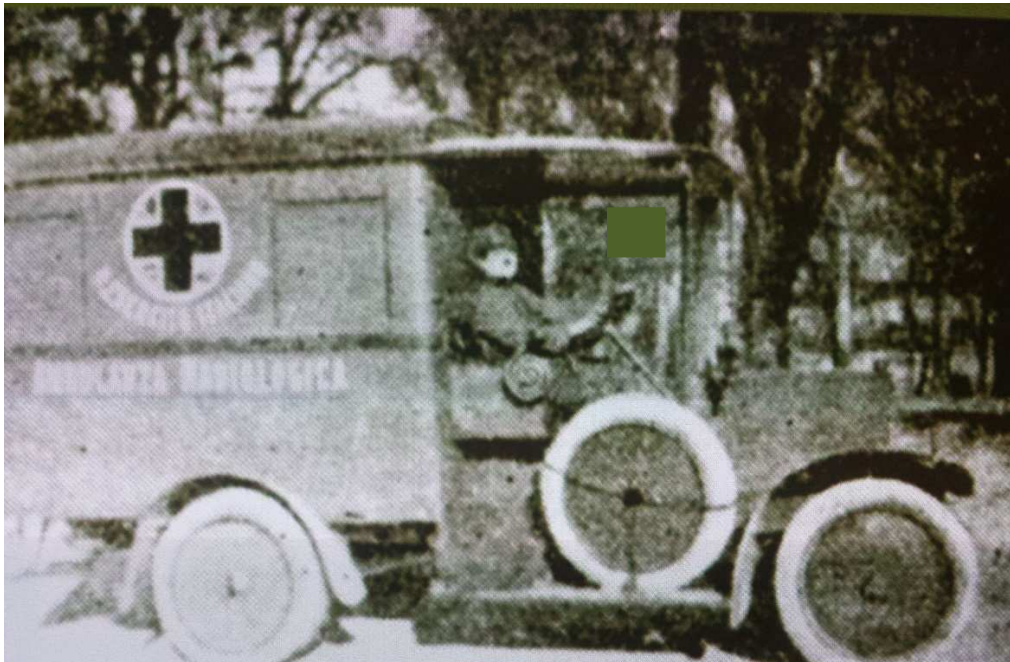
### *Uso e praticità*

Il primo obiettivo che si posero i nuovi radiologi italiani fu quello di creare basi radiologiche mobili, che fossero comode per il soccorso dei soldati feriti. Venne l'idea di trasportarle sul dorso di alcuni animali, come gli asini e i muli e la decisione venne approvata ed adottata.



**Alcuni muli sellati con apparecchi atti alla radiografia**

Dopo poco tempo, anche la Sanità Militare Italiana si era dotata di alcune ambulanze radiologiche, alla guida delle quali spesso si ponevano gli stessi medici radiologi., in particolare su progetto di Felice Perussia, per l'Esercito e per la Croce Rossa; ma l'idea di mantenere in uso apparecchiature radiologiche trasportabili a dorso di mulo, già sperimentata con successo, non fu comunque abbandonata, in quanto consentiva maggiore versatilità di trasporto anche in caso di vie di comunicazione difficili a gravemente danneggiate, o di difficoltà di reperire pezzi di ricambio per le vetture, o di carenza di carburante. In effetti questo tipo di apparecchi sommessi sembra sia stato adottato fin dal 1904 dall'Esercito Italiano, che li aveva impiegati anche sul fronte libico nel 1911 e nella guerra balcanica del 1912. In quest'ultima vicenda un apparecchio di questo tipo fu utilizzato, suscitando vasta eco ed ammirazione, per eseguire centinaia di radiografie non solo su soldati italiani, ma anche su militari inviati dagli ospedali della Croce Rossa austriaca, francese, russa e montenegrina.

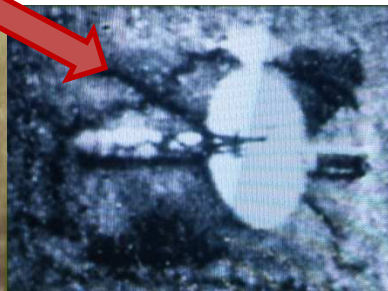


Ambulanza radiologica italiana



## Curiosità

I medici adibiti alle radiografie durante la Grande Guerra erano riconoscibili grazie ad una toppa, applicata sul braccio sinistro, riportante una X sormontata da un tubo di Crookes, da sempre simbolo di questo tipo di radiazioni.



## *GIORNI NOSTRI*

I raggi X sono utilizzati in medicina principalmente per le radiografie e la loro energia è compresa tra circa 20 - 150 keV (elettronvolt) per quanto riguarda la radiodiagnostica (branca della medicina consistente nella produzione e nell'interpretazione a fini diagnostici di immagini radiologiche) e 5-8 MeV per quanto riguarda la radioterapia (pratica che consiste nel danneggiare il patrimonio genetico di cellule tumorali per evitare che proliferino).

I raggi X hanno la capacità di penetrare attraverso i tessuti biologici opachi alle radiazioni luminose, risultandone solo parzialmente assorbiti, l'energia del fascio è in parte depositata nei tessuti e in parte raggiunge il rivelatore (tanto minore è la densità dei tessuti, tanto maggiore è la quota di energia del fascio che raggiunge il rivelatore).

Per radiopacità dell'oggetto attraversato dai raggi si intende la capacità di assorbire fotoni X e per radiotrasparenza si intende la capacità di lasciarli passare.

Il numero di fotoni che possono attraversare lo spessore di un soggetto dipende dall'energia dei fotoni stessi, dal numero atomico e dalla densità dei mezzi che lo compongono (solitamente tungsteno e molibdeno). L'immagine che ne deriva risulta una mappa delle differenze di assorbimento del fascio di fotoni X, dipendente quindi dalla radiopacità del corpo esaminato. Le radiopacità, dunque, sono differenti fra un arto, i tessuti molli ed un segmento osseo. Ci sono anche cause di variazione patologica della normale radiopacità di un tessuto; ad esempio, l'aumento della stessa nel caso di una massa anomala nel polmone, oppure la sua diminuzione nell'osso in caso di una frattura o di una osteoporosi. Queste caratteristiche dei raggi X permettono una diagnosi accurata di una determinata parte del corpo senza bisogno di ricorrere alla chirurgia, ad esempio mediante una TAC (Tomografia Assiale Computerizzata). Purtroppo l'esposizione ai raggi X provoca danni al patrimonio genetico delle cellule e ferma la loro riproduzione, fortunatamente il corpo corre ai ripari con una larga produzione di antiossidanti che attenuano, ma non eliminano, il problema. È evidente che la valutazione del rischio-beneficio in un trattamento medico-radiologico è importante.

Ovviamente, prima di essere sottoposti ad un trattamento a raggi x, le parti del corpo di cui non si necessita la radiografia sono adeguatamente coperti con teli al piombo, che, data la sua elevata densità, previene il passaggio di radiazioni dannose

Recentemente sono stati sviluppati e prodotti (da un'azienda tutta italiana, leader mondiale della radioterapia: SIT, capeggiata dall' ingegner Mario Fantini) dei macchinari in grado di effettuare una radioterapia mirata e con minori effetti collaterali poiché questi congegni operano durante gli interventi chirurgici, permettendo una minor emissione di raggi X sul paziente. Ora questi macchinari si possono trovare in molti ospedali d'Italia, ma anche in molti paesi europei, in Iran, in Messico, negli USA.

Oggi queste radiazioni sono, infatti, di enorme importanza; come e persino più di quanto lo siano stati in passato.

È innegabile che la “misteriosa” radiazione X durante la Prima Guerra Mondiale abbia permesso di salvare moltissime vite grazie a controlli mirati, ma non dobbiamo dimenticare che questo intervento non si sarebbe reso necessario, se l'uomo non avesse causato un conflitto di proporzioni epocali.

È triste che noi uomini non abbiamo ancora capito che la guerra, in ogni sua forma, non è la soluzione dei problemi, ma solo il più terribile modo di peggiorarli.

*Federico Gozzi*

*Enrico Magnini*

*Marco Zaccardi*