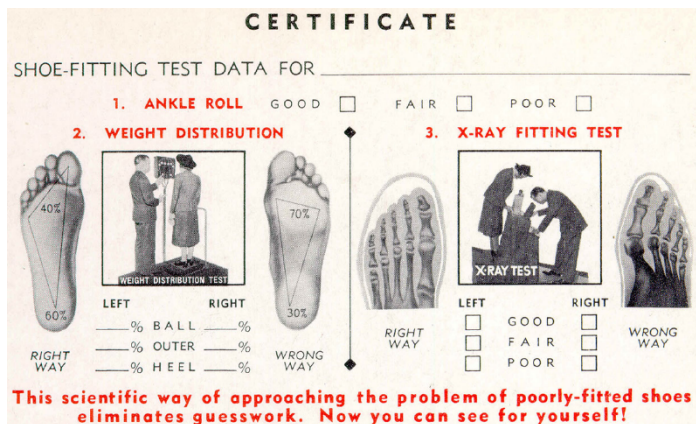


SPIDERMAN E I RAGGI X

1. E' grazie a loro che un piccolo aracnide dopo aver assorbito una notevole quantità di radiazioni provenienti da uno strumento sperimentale, morde e dona i superpoteri di ragno al giovane studente di Fisica e Chimica, Peter Parker!
2. Raggi X nello spettro elettromagnetico
3. L'8 novembre 1895, il Fisico tedesco Wilhelm Conrad Roentgen scopre quasi per caso dei raggi misteriosi che fuoriescono dai tubi catodici costruiti qualche decennio prima dall'inglese William Crookes per studi sperimentali sulle scariche elettriche e sulla fluorescenza. Roentgen osserva che applicando ai tubi di Crookes una appropriata tensione elettrica elevata, questi sono incredibilmente in grado di produrre delle ombre, ovvero di impressionare pellicole sensibili (come ad esempio quelle fotografiche) poste nelle vicinanze del tubo all'interno del suo laboratorio. Stupefatto del risultato inaspettato, decide di indicare questi raggi o radiazioni artificiali con la lettera 'X' in analogia con la lettera utilizzata in analisi matematica per indicare una quantità incognita. Roentgen primo premio nobel per la fisica nel 1901
4. I raggi X hanno il "potere" di vedere attraverso il corpo umano (la mano della moglie di Roentgen)
5. Il tubo catodico/tubo radiogeno, elementi principali e funzionamento della Radiografia X. Con la scoperta dei raggi X nasce la radiodiagnostica: utilizzo delle radiazioni ionizzanti per "vedere" all'interno del corpo umano, al fine di evidenziare patologie presenti che necessitano di cura.
6. Da subito si capì l'utilità dei raggi X. Durante la prima Guerra Mondiale, uso diffuso si apparecchi RX mobile.

Bonus 😊 non si sa da subito che I raggi X hanno anche possibili effetti negative sulle cellule. ... usati per mostrare che le scarpe calzano bene.



7. Moderni apparecchi per radiografie
8. Evoluzione tecnologica: Differenza tra RX con lastra fotografica analogica e RX digitale
9. Evoluzione: il limite della radiografia come proiezioni, per superare questo limite... L'idea di base della TAC:

una immagine da raggi X convenzionale è fondamentalmente un'ombra. Si "illumina" una parte del corpo e su una lastra dalla parte opposta si registra la forma delle ossa.

Le ombre però danno una informazione incompleta sulla forma dell'oggetto.

Se si immagina una persona che sta in piedi con un'ananas nella mano destra, tenuta vicino al petto e una banana nella mano sinistra tenuta lateralmente (si veda per esempio la figura a fianco) e si pensa di illuminarla da sinistra e dal davanti, si scopre che nessuna delle due ombre, prese singolarmente, è in grado di dare informazioni sia sulla presenza dell'ananas che sulla presenza della banana. E' la somma delle due ombre che dà informazioni più precise e complete.

10. E' proprio questa l'idea principale della TAC, in cui il fascio di raggi X si muove attorno al paziente, ottenendo proiezioni del suo interno da centinaia di angoli (cioè da centinaia di punti di vista). Un computer raccoglie tutte queste informazioni, le elabora e permette di ottenere ricostruzioni tridimensionali dell'interno del corpo.
11. Hounsfield dall'ingegnere inglese Sir Godfrey Hounsfield che realizzò la prima apparecchiatura TAC insieme al fisico sudafricano Allan Cormack presso il Central Research Laboratories della EMI a Hayes nel Regno Unito. → nobel medicina 1979
12. La TAC è una tecnica molto comune nel campo medico;
in realtà esistono applicazioni anche in campo scientifico per la ricerca, in campo industriale (automobilistico, aeronautico) per il controllo di qualità, in campo artistico per l'analisi di Beni Culturali.
Rientra nell'insieme delle tecniche definite "non distruttive", perché consentono di ottenere informazioni sulla struttura interna dei campioni indagati, senza danneggiare il campione stesso.
In particolare, nel campo dei Beni Culturali, la possibilità di analizzare lo stato di conservazione delle opere d'arte, senza intervenire invasivamente su di esse (ad esempio mediante il prelievo di piccole parti dell'oggetto) è una prerogativa molto importante quando si compiono indagini diagnostiche durante le campagne di restauro.
13. Ruolo del fisico medico: I controlli di qualità, per avere immagini ottimali limitando la dose di radiazione al paziente
14. Il ruolo del fisico medico, la misura e la registrazione delle dosi di tutti gli esami diagnostici che i pazienti fanno nella loro storia
15. Il ruolo del fisico medico: ricerca di nuovi protocolli, nuovi metodi, miglioramento delle tecnologie per avere immagini di qualità sempre migliore con dosi sempre più basse.

La figura: TAC a bassa dose per screening del tumore al polmone

X-MEN E LA RADIOBIOLOGIA

1. E' attraverso le mutazioni genetiche indotte da agenti esterni come le radiazioni che il gruppo di super eroi mutanti noti come X-Men hanno acquisito fin dalla nascita i loro sorprendenti poteri!
2. Nel DNA sta il "segreto della vita". Nella super-molecola del DNA tutto il codice di istruzione per il corretto funzionamento degli esseri viventi.
La struttura a doppia elica, 4 basi, che possono legarsi solo 2 a 2 in modo preciso → meccanismo di difesa del codice più importante per la vita
3. Rosalind Franklin, Watson, Crick, scoperta della struttura a doppia elica del dna negli anni 50 del '900.
Watson e Crick nobel per la medicina nel 1962
4. Perché associamo la biologia alle radiazioni? La radiazione ionizzante può danneggiare il DNA
Spettro elettromagnetico, again
5. Cosa è ionizzazione
6. Differenza tra danni singoli e danni doppi alla elica del DNA, danni riparabili e non riparabili
7. Cosa succede se un danno al DNA non viene riparato
8. Un danno al DNA non riparato o riparato in modo non corretto è tra i principali meccanismi che causano la trasformazione di cellule sane in cellule tumorali
9. Probabilità di induzione di Tumori viene da esposizioni per attività umane (che devono sempre essere giustificate e minimizzate)
10. E anche per esposizione a radiazioni ambientali
L'uomo è adattato a queste esposizioni
11. Lo stesso meccanismo che induce I Tumori può anche eradicare un tumore, a dosi di radiazioni molto molto maggiori, con la radioterapia
12. La radioterapia cerca di bersagliare in modo preciso le cellule tumorali, evitando il più possibile i tessuti sani
13. Il fisico medico studia i processi che stanno alla base della interazione tra la radiazione e la materia biologica e produce modelli predittivi delle situazioni pianificate o di situazioni accidentali non volute di emergenza
14. Esempio di applicazione dei modelli radiobiologici in Situazioni pianificate → RT
15. Esempio di applicazione dei modelli radiobiologici in Situazioni non volute → gli incidenti

IRONMAN E L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

1. È proprio attraverso l'intelligenza artificiale che il multimiliardario Tony Stark è in grado di indossare e sfruttare al massimo dell'efficienza le ipertecnologiche armature da lui ideate, che lo trasformano nell'invincibile Iron Man.
2. Le risorse della AI possono essere applicate al mondo della diagnosi e della terapia.
3. Possiamo definire l'intelligenza artificiale come la Possibilità di trasferire alle machine alcune abilità tipiche dell'intelligenza umana come la capacità di ragionamento e apprendimento.
Le due capacità important di AI sono dunque Autonomia e Adattività
4. Possiamo parlare di AI quando siamo in presenza di un Ecosistema di tecnologie che propone un Modo per risolvere i problem senza richiederci di codificare esplicitamente la soluzione e ha in sè un Modo per costruire un sistema si migliora nel tempo
5. Le prime idee teoriche sulla possibilità di trasferire aspetti dell'intelligenza umana, come il calcolo e l'apprendimento, su supporti informatici artificiali, si svilupparono già a metà degli anni 30 del secolo scorso, attraverso i lavori del matematico britannico Alan Turing (1912-1954), considerato il padre fondatore dell'informatica. La macchina di Turing per contrastare Enigma-nazista
6. Nel 1958, nel campo delle scienze cognitive, lo psicologo americano Frank Rosenblatt (1928-1971) propose il primo dispositivo elettronico derivato da principi biologici con capacità di apprendimento: il perceptrone Mark I, una forma molto semplice di rete neurale che allora non disponeva ancora dei moderni supporti tecnologici necessari a renderla pienamente funzionale, ma che oggi è alla base dell'apprendimento profondo (Deep Learning) nelle innovative applicazioni mediche dell'intelligenza artificiale.
7. Le reti neurali moderne sono molto più complesse nella loro architettura,
Ma sono la somma ed interazione di un gran numero di perceptroni.
Questo sistema è adattivo. Può cambiare la propria struttura in base a informazioni esterne o interne che scorrono attraverso la rete stessa durante la fase di apprendimento.
8. Nell'ultimo decennio si è avuto un grande sviluppo della AI grazie alla grande evoluzione tecnologica
E' possibile acquisire, immagazzinare e analizzare enormi quantità di dati in tempi brevi, e apprendere le relazioni complesse che in questi dati sono contenute
9. L'AI in medicina cerca di identificare informazioni utili per diagnosi e terapie che permettano di personalizzare le decisioni mediche sul singolo paziente.
Con l'AI si tenta di identificare nei dati delle relazioni utili che non restano visibili alla vista umana o allo studio con le tecniche di statistica classiche
10. Quando parliamo di grandi quantità di dati in medicina, intendiamo I dati che possono arrivare dalle cartelle cliniche, dalle immagini di ogni tipo, dalle terapie
11. Ma anche grandi quantità di dati complessi dalla genomica, dalla proteomica, dalla microbiomica
12. E dati ambientali, che descrivono la qualità dell'ambiente in cui vive il paziente, le sue abitudini alimentari o di attività fisica, per esempio. Anche dati dai dispositivi indossabili, come per esempio i braccialetti fit

13. Il fisico medico si occupa di garantire la qualità dei dati che vengono utilizzati nei modelli di AI. Soprattutto dei dati che provengono dalle immagini e dalla distribuzione di dose di radioterapia
14. E anche di supportare il medico nella valutazione e validazione dei modelli e dei software che l'AI produce
15. Medico e fisico lavorano insieme allo scopo di rendere l'uso dei modelli di AI nella pratica clinica sicuro, consapevole ed efficace

HULK e i RAGGI GAMMA

1. E' a causa di un loro massiccio assorbimento, sprigionatosi dall'esplosione della bomba gamma, che il fisico nucleare Bruce Banner è costretto a trasformarsi nei momenti di rabbia nell'incredibile gigante di giada chiamato Hulk
2. Spettro elettromagnetico: zona dei gamma
3. La storia dei raggi gamma nasce con la storia della radioattività naturale
Marie e Pierre Curie, Bequerel, tutti nobel per la fisica nel 1903
4. A differenza dei raggi X meno energetici, i raggi gamma provengono direttamente dalle profondità del nucleo degli atomi instabili, ossia radioattivi, e non da assestamenti degli elettroni esterni orbitanti.
La radiazione gamma, così denotata, secondo l'alfabeto greco, per essere stata la terza tipologia scoperta di decadimento radioattivo, in ordine temporale dopo quella alfa e beta, è una radiazione elettromagnetica ionizzante e risulta per sua natura la più penetrante a parità di energia.
5. Diverso potere penetrante delle radiazioni α , β e γ \rightarrow diversi problemi di radioprotezione, diverso utilizzo in medicina
6. La scoperta delle radiazioni e dei materiali radioattivi suscitò clamore scientifico e molti studiosi si dedicarono a studiare le applicazioni di questa nuova branca della chimica nel campo della medicina, lavorando con sorgenti radioattive basate sul Radio,
Raggi gamma che rilasciano energia in una cellula, possono ucciderla o renderla incapace di riprodursi
Occorsero però 50 anni di tumultuosi progressi scientifici nel campo delle radiazioni e delle loro applicazioni mediche per arrivare alla moderna radioterapia che oggi si serve delle alte energie dei fasci di radiazioni ionizzanti, meno lesive sull'organismo e più efficaci sulle cellule tumorali.
A partire dagli anni '40 le sorgenti radioattive usate divennero prevalentemente Cesio e Cobalto, e nacquero numerosi esempi di macchinari medici che facevano ricorso a questa tecnica.
7. In Canada, all'inizio degli anni '50, venne reso disponibile un apparecchio che sfruttava la radioattività emessa dal Cobalto 60, isotopo radioattivo con tempo di dimezzamento di circa 5 anni, e che emette raggi gamma. La prima installazione europea di una macchina a Cobalto 60 avvenne a Trento.
8. Oggi la radioterapia esterna viene effettuata usando un'apparecchiatura detta acceleratore lineare o LINAC.
L'acceleratore lineare usa l'elettricità per formare un fascio di elettroni accelerati, questi colpiscono un bersaglio ad alto numero atomico e producono raggi γ di alta energia, una radiazione molto potente che può essere usata per curare il tumore.
9. Uno dei tipi di radioterapia più usati è la radioterapia a modulazione d'intensità, detta IMRT (dall'inglese Intensity Modulated Radiation Therapy) che usa software sofisticati e apparecchiature all'avanguardia per somministrare le radiazioni in zone delimitate con la massima precisione.
10. Nella IMRT si usano migliaia di minuscoli dispositivi, detti collimatori, per dare forma al singolo fascio di radiazione. I collimatori possono rimanere fermi oppure muoversi durante la seduta, modificando in tal modo l'intensità del fascio di radiazione.

11. La modulazione della radiazione permette di diversificare la dose di radiazione diretta verso il tumore e quella diretta verso i tessuti circostanti. Lo scopo dell'IMRT è quindi quello di aumentare la dose di radiazioni nelle zone da trattare e di ridurre l'esposizione nelle zone sensibili dei tessuti circostanti.

Un esempio è dato in figura. La radiazione viene rilasciata non attraverso un unico fascio, ma utilizzando diverse porte di ingresso nel paziente, tutte direzionate verso il tumore da trattare. In questo modo, mentre il tumore si trova sulla convergenza di tutti i fasci utilizzati, i tessuti sani sono coinvolti soltanto da uno dei fasci di radiazione. Nell'esempio in figura sono utilizzati cinque fasci di radiazione, quindi mentre i tessuti sani ricevono circa un quinto della dose totale, il tumore riceve la dose totale prescritta dal medico. E' questo a grandi linee il meccanismo che viene utilizzato per erogare un'alta dose al tumore (in figura tumore della prostata, irradiato ad un livello rosso della dose) mantenendo molto bassa la dose ai tessuti sani (livelli blu e giallo della dose).

12. Il fisico medico si occupa di pianificare la dose di radioterapia sulla anatomia personale di ogni paziente, utilizzando la TAC
13. Il fisico medico si occupa dei controlli di qualità sugli acceleratori di radioterapia
14. Il fisico medico si occupa di ottimizzare i flussi di lavoro e controllo che portano dalla dose pianificata alla dose effettivamente erogata e ricevuta dal paziente
15. Il fisico medico affronta anche temi di ricerca legati alla analisi dei dati di pazienti per determinare le relazioni tra la dose di radioterapia ricevuta e gli effetti buoni di controllo dei Tumori e gli effetti collaterali agli organi sani che invece si vorrebbero limitare

MAGNETO E I CAMPI MAGNETICI

1. E' grazie al fenomeno del magnetismo, riconducibile al campo di attrazione/repulsione generato dal moto delle cariche elettriche di cui è composta la materia (in particolare nei materiali contenenti 'magnetite') che l'ambiguo Magneto esercita il proprio potere mutante!
2. Magnetismo è fenomeno naturale, conosciuto dall'antichità
3. Magnetismo ed elettromagnetismo sono fenomeni molto studiati. Tra i fisici di spicco, Faraday, induzione elettromagnetica. Un filo percorso da corrente elettrica genera attorno a sé un campo magnetico e un campo magnetico variabile produce a sua volta un campo elettrico.
4. Hertz e Maxwell lavorarono alla Teoria delle onde elettromagnetiche: unione delle due teorie, elettrica e magnetica, in un unico quadro formale e matematico
5. La Terra stessa è un enorme magnete. Viviamo all'interno di un campo elettromagnetico
6. In campo medico il fenomeno del magnetismo è utilizzato nelle tecniche di imaging di risonanza magnetica. Gli scanner MRI sono sostanzialmente grosse calamite. Le apparecchiature a Risonanza Magnetica, uno dei metodi diagnostici più avanzati per produrre immagini dettagliate di organi e strutture interne al corpo umano.
7. La risonanza magnetica utilizza l'effetto dei campi magnetici sugli atomi di idrogeno che sono presenti in alta quantità nel corpo umano, nell'acqua.
Idrogeno libero senza campo magnetico...
8. Idrogeno allineato da campo magnetico ...
Idrogeno risonante se eccitato da impulsi di corretta frequenza ...
9. nel 2003 premio Nobel per la medicina a Paul Lauterbur e Peter Mansfield per la ricerca sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici, che hanno reso possibile lo sviluppo della rmi.
10. La MRI visualizza molto bene tessuti ricchi di acqua = tessuti molli
Differenza dalla TAC ...
11. Per misurare l'intensità del campo magnetico statico si usa il Tesla (T), unità di misura che prende il nome dallo scienziato Nikola Tesla che diede molti importanti contributi nel campo dell'elettromagnetismo.
Attenzione! Campo magnetico di MRI almeno 30000 volte Maggiore di quello Terrestre!
12. Anche piccoli oggetti di ferro diventano proiettili pericolosissimi in un bunker di risonanza
13. Necessità di personale responsabile della sicurezza (spesso un fisico medico)
Le regole da rispettare...
14. Ruolo del fisico medico nei controlli di qualità
15. MRI linac, l'imaging avanzato incontra la radioterapia.
La possibilità di imaging online, e di tecniche adattative del planning, monitoraggio in vivo dei movimenti del tumore

