

Università degli studi di Padova
Scuola di Specializzazione in Fisica medica
Programmi degli insegnamenti

APPARECCHIATURE DI MEDICINA NUCLEARE

Prerequisiti: Rivelatori di radiazioni, elementi di radioattività, decadimenti radioattivi, interazione radiazione-materia.

Conoscenze e abilità da acquisire: conoscenza del principio di funzionamento, dei componenti e dei metodi di acquisizione delle apparecchiature utilizzate in Medicina Nucleare, con particolare interesse all'apprendimento di queste nozioni in funzione del ruolo del Fisico Sanitario nella creazione dei protocolli, nei controlli di qualità delle apparecchiature e nell'ottimizzazione della dose al paziente.

Modalità di esame: presentazione su un argomento di interesse e di approfondimento rispetto ai temi trattati, rivolta al docente e ai compagni di corso; in sede di esame verranno inoltre poste domande orali relative al programma del corso.

Criteri di valutazione: livello di approfondimento e criticità dell'argomento trattato durante la presentazione, livello di interesse dimostrato durante le lezioni, conoscenza degli argomenti trattati.

Contenuti: principi di funzionamento, isotopi utilizzati, modalità di acquisizione-ricostruzione delle immagini e correzioni applicabili nei sistemi gamma camera e PET; descrizione dei sistemi ibridi SPECT/TC, PET/TC e PET/MR; principali innovazioni tecnologiche in campo medico nucleare (rivelatori CZT, PET digitali); sistemi di non-imaging (calibratori, captatori, sonde).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: 8 ore lezioni frontali (se possibile, una lezione in sede ospedaliera - Padova)

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: slide

Testi di riferimento: Mario Marengo, La fisica in Medicina Nucleare; Bailey D.L., Humm J.L. et al Nuclear Medicine Physics, a Handbook for teachers and students (IAEA)

APPARECCHIATURE RADIOTERAPICHE

Prerequisiti: Fisica delle Radiazioni, Acceleratori di elettroni per terapia

Conoscenze e abilità da acquisire: Competenze sull'utilizzo degli apparati per la radioterapia, sia dal punto di vista della predisposizione e preparazione dello strumento che dal punto di vista dell'efficacia del suo utilizzo e sui sistemi di pianificazione.

Modalità di esame: orale

Criteri di valutazione: Comprensione ed esposizione dell'argomento assegnato

Contenuti: Algoritmi di Ottimizzazione e di calcolo nei sistemi di pianificazione in Radioterapia; Algoritmi di autoplanning; Algoritmi di ottimizzazione robusta e radiobiologica; Adaptive Radiation Therapy. Cenni di misure di commissioning di un acceleratore lineare, e cenni di dosimetria dei campi piccoli. Sessioni pratiche con TPS clinici.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: Lezioni frontali con sessioni demo con TPS clinici

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: TRS 483, AAPM report 157, AAPM report 105, AAPM report 329, AAPM report 218, AAPM report 258, AAPM report 142, AAPM report 119.

CONTROLLI DI QUALITÀ APPARECCHIATURE PER TERAPIA

Conoscenze e abilità da acquisire: capacità di saper progettare un programma di garanzia di qualità in radioterapia

Modalità di esame: orale

Contenuti: prove di accettazione, commissioning, dosimetria in condizioni di riferimento, controlli periodici. Strumentazione impiegata. Approccio prescrittivo o proattivo alla qualità. Cenni di controllo statistico di processo.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: letteratura scientifica fornita durante il corso

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

Prerequisiti: Conoscenza dei principi base di fisica TC

Conoscenze e abilità da acquisire: Anatomia tomografica del torace e dell'addome; principali protocolli di acquisizione TC in ambito oncologico e traumatologico.

Modalità di esame: Valutazione in itinere.

Criteri di valutazione: Partecipazione attiva al corso, progressivo apprendimento dei contenuti trasmessi.

Contenuti: Utilizzo dei mezzi di contrasto in TC; anatomia tomografica dei principali organi del torace e dell'addome; protocolli TC torace e addome con particolare riferimento all'ambito oncologico e traumatologico.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: Didattica frontale e tirocinio pratico in sala di acquisizione TC.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: Materiale presentato dalla Docente.

Testi di riferimento: Come eventuale approfondimento: Protocolli di Studio in CT Spirale Multistrato (Addome – Cuore- Torace). Andrea Laghi. Springer.

DISPOSITIVI MEDICI IMPIANTABILI

Prerequisiti: conoscenze della fisica di base, della fisica in radioterapia e risonanza magnetica

Conoscenze e abilità da acquisire: conoscenza delle tipologie di device, delle linee guida nazionali e internazionali e metodologia nell'affrontare la problematica di device in un campo di radiazioni ionizzanti e in un campo elettromagnetico

Modalità di esame: orale

Criteri di valutazione: conoscenza dei contenuti e esempi di applicazione di un'analisi e riduzione dei rischi di malfunzionamenti e/o interferenze elettromagnetiche per diversi device impiantabili attivi

Contenuti: Cosa sono i dispositivi medici impiantabili. Sensori più utilizzati nelle nei bio-dispositivi. Tipologie di dispositivi medici impiantabili (impianti cocleari, pacemaker e defibrillatori, neurotrasmettitori, impianti di infusione, ecc). Impianto regolatorio. Interferenze elettromagnetiche. Rischi con radiazioni ionizzanti.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: slide, articoli scientifici, raccomandazioni nazionali e internazionali

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: a completamento delle presentazioni vengono forniti anche i materiali di studio

Testi di riferimento: elencati nelle presentazioni i testi di riferimento

ELABORAZIONE DI SEGNALI E IMMAGINI

Prerequisiti: Conoscenze di base delle strumentazioni di diagnostica per immagini (radiografia, tomografia, tomografia computerizzata, imaging a risonanza magnetica). Conoscenza dei meccanismi fisici con cui le immagini si formano. Conoscenza di base delle tecniche di elaborazione delle immagini digitali.

Conoscenze e abilità da acquisire: Elaborazione di sinogrammi. Metodi di quantificazione delle immagini. Creazione di immagini sintetiche CT. Analisi di immagini ecografiche. Estrazione e manipolazione di fonti DICOM- DICOM RT.

Modalità di esame: Relazione scritta

Criteri di valutazione: Chiarezza e correttezza espositiva. Capacità di focalizzare ed inquadrare l'argomento trattato. Adeguato approfondimento dei metodi riportati. Descrizione dei risultati raggiunti con la metodologia proposta e loro documentazione. Adeguata documentazione bibliografica.

Contenuti: Principi di base per la medicina nucleare. Overview dei sistemi di acquisizione tomografica. Definizione di sinogramma. Metodi di ricostruzione analitici ed iterativi. Metodi di

acquisizione e ricostruzione 'histogram-based' vs. 'list-mode'. Biochimica e cinetica di FDG. Principali applicazioni di FDG. Metodo statico e dinamico di quantificazione per immagini FDG-PET. Definizione di SUV e di misure ad esso correlate. Importanza della co-registrazione di immagini. Metodi di co-registrazione di immagini. Overview dei fattori che influenzano il calcolo del SUV. Metodi di correzione immagini FDG-PET. Principi di fisica di base delle tecniche ultrasonografiche. Modalità di acquisizione ecografica. Semantica ecografica. Artefatti ecografici. Principali fasi di elaborazione delle immagini digitali. Definizione di istogramma di un'immagine. Tecniche di modificazione dell'istogramma di un'immagine. Tecniche di segmentazione delle immagini e tecniche specifiche utilizzate per immagini PET. Definizione e caratteristiche dello standard DICOM. Struttura del formato DICOM. Caratteristiche dello standard DICOM-RT. Definizione oggetti DICOM-RT. Gestione files DICOM in Matlab.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali

ELEMENTI DI BIOCHIMICA E BIOLOGIA MOLECOLARE

Prerequisiti: Conoscenze di base di chimica e di biologia, in particolare nozioni di livello scolastico sulle diverse macromolecole biologiche e sulla struttura della cellula.

Conoscenze e abilità da acquisire: Conoscere i dettagli della chimica degli acidi nucleici. Comprendere la relazione struttura-funzione del DNA. Acquisire una visione meccanicistica dell'organizzazione dei sistemi viventi a partire dai processi della duplicazione e trascrizione del DNA e traduzione dell'RNA. Comprendere il concetto di gene e le sue manifestazioni in genetica e in patologia. Conoscere i principali esempi delle tecnologie della radiomutagenesi e della radioterapia. Sapere integrare le conoscenze dei diversi livelli di funzionamento e analisi del DNA con le attività della radiazione ionizzante. Sapere interpretare e criticare lavori di ricerca sperimentali di biologia molecolare e radiobiologia.

Modalità di esame: Discussione di un lavoro di ricerca.

Criteri di valutazione: competenze terminologiche, grado di conoscenza dei processi a livello biochimico e capacità critiche e di orientamento negli argomenti di ambito biologico.

Contenuti: La chimica degli acidi nucleici, i danni al DNA, il codice genetico e il dogma centrale, gli effetti delle radiazioni sul DNA, la mutagenesi, i modelli sperimentali e le applicazioni della mutagenesi, la risposta cellulare al danno genomico, la carcinogenesi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali, studio del materiale di approfondimento, case report e discussione fra pari.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: materiale didattico distribuito con le lezioni e siti web indicati.

Testi di riferimento: Nelson DL & Cox MM. Principi di biochimica di Lehninger. Zanichelli; Watson JD. et al. Biologia molecolare del gene. Zanichelli; Alberts B. et al. Biologia molecolare della cellula. Zanichelli; Weinberg RA. La Biologia del cancro. Zanichelli.

ELEMENTI DI RADIOATTIVITA'

Prerequisiti: nozioni di base di Meccanica quantistica e Fisica nucleare

Modalità di esame: orale

Criteri di valutazione: conoscenze acquisite

Contenuti: Radioattività: legge del decadimento radioattivo. Unità di misura. Probabilità di decadimento e vita media. Diramazioni. Equazioni di Bateman. Equilibrio secolare.

Decadimento alfa: Descrizione del processo di decadimento alfa. Energia delle particelle, dipendenza con il numero atomico Z. Decadimento spontaneo e da stati eccitati. Teoria del decadimento, effetto tunnel. Costante di decadimento, esempi. Utilizzo in fisica medica

Decadimento beta: Descrizione del processo di decadimento beta. Spettro di energia. Teoria del decadimento beta. Regola d'oro di Fermi. Effetti del campo coulombiano. Fermi-Kurie plot. Transizioni permesse e proibite. Esempi. Log ft. Utilizzo in fisica medica.

Decadimento gamma: Descrizione del processo. Energia, multipolarità e parità delle transizioni elettromagnetiche. Momenti di multipolo. Stati collettivi e di particella singola. Diramazioni. Distribuzioni angolari. Stati isomerici. Probabilità di transizione ridotta. Stime di Weisskopf. Misura di vite medie. Utilizzo in fisica medica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: slide delle lezioni, due libri di testo scaricabili dalla pagina Moodle del corso

FONDAMENTI DI DOSIMETRIA

Prerequisiti: Conoscenza dei meccanismi di interazione radiazione-materia, principi e metodi per la rivelazione di particelle e radiazioni elettromagnetiche, decadimenti radioattivi.

Conoscenze e abilità da acquisire: Conoscenza delle basi fisiche e dell'impostazione generale della dosimetria delle radiazioni ionizzanti e dei metodi dosimetrici utilizzati in radioprotezione, in radioterapia e in medicina nucleare.

Modalità di esame: Esame orale. Lo studente preparerà una presentazione su un argomento a scelta, attinente a tematiche dosimetriche. Sono previste domande riguardanti questa presentazione e altri argomenti presentati durante le lezioni.

Criteri di valutazione: Livello di apprendimento; chiarezza della presentazione orale; grado di approfondimento personale.

Contenuti: Grandezze radiometriche o di campo. Coefficienti di interazione dei fotoni: attenuazione, trasferimento ed assorbimento di energia. Grandezze dosimetriche: dose, kerma, esposizione, cema. Energia depositata, trasferita, trasferita netta, specifica, lineale. Cenni di microdosimetria. Relazioni tra grandezze dosimetriche. Equilibrio delle particelle cariche. Equilibrio transiente delle particelle cariche. Teoria della cavità (Bragg-Gray, Spencer-Attix, Burlin) e teorema di Fano.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: Lezioni frontali con il supporto di diapositive.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: Diapositive delle lezioni; libri, articoli e pubblicazioni scientifiche suggerite dal docente durante le lezioni, rese disponibili sulla pagina moodle del corso.

Testi di riferimento: Handbook-of-radiotherapy-physics-theory-and-practice ;Laitano Fondamenti-dosimetria-radiazioni-ionizzanti; Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry by Frank Herbert Attix 1986; ICRU Report 85; Radiation Physics for Medical Physicists. Podgoršak, Ervin B.

FONDAMENTI DI RADIOPROTEZIONE

Prerequisiti: Conoscenza della fisica delle interazioni delle radiazioni ionizzanti con la materia; conoscenza degli effetti biologici della radiazioni ionizzanti sui sistemi biologico.

Conoscenze e abilità da acquisire: i fondamenti della radioprotezione ai pazienti, operatori e popolazione; delle modalità di soluzione dei problemi di radioprotezione in radiodiagnostica, radioterapia, medicina nucleare e sale operatorie; della progettazione delle barriere di radioprotezione; della legislazione nazionale ed internazionale in tema di radioprotezione; della normativa e delle modalità d'uso dei dispositivi di radioprotezione.

Modalità di esame: presentazione tesina e colloquio orale individuale.

Criteri di valutazione: verifica della capacità di individuazione, analisi, schematizzazione, soluzione di un problema radioprotezionistico; comprensione della filosofia della radioprotezione ed applicazione pratica in ambiente sanitario.

Contenuti: Storia della Radioprotezione. Caratterizzazione Sorgenti di Radiazioni. Grandezze radiometriche, dosimetriche, operazionali, protezionistiche. Accenni sugli Effetti Biologici delle Radiazioni Ionizzanti ed obiettivi della RP. Principi di Radioprotezione. Regime normativo internazionale. Normativa di Radioprotezione. Radioprotezione dei Lavoratori. Radioprotezione dei Pazienti. Radioprotezione della Popolazione. Radioprotezione in Radiodiagnostica e Blocco Operatorio. Radioprotezione in Medicina Nucleare. Radioprotezione in Radioterapia e Brachiterapia. Barriere di radioprotezione: progettazione. Dispositivi di Protezione (DP).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: diapositive power point.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: documenti ICRP e ICRU e normativa nazionale.

Testi di riferimento: D.Lgs. 31 luglio 2020 n. 101, M. Pelliccioni Fondamenti fisici della radioprotezione.

INTERAZIONE RADIAZIONE MATERIA

Conoscenze e abilità da acquisire: meccanismi fondamentali di interazione della radiazione ionizzante con la materia dal livello microscopico a quello macroscopico.

Modalità di esame: orale

Criteri di valutazione: comprensione e capacità di esposizione degli argomenti trattati a lezione

Contenuti: Interazione di ioni pesanti con la materia. Derivazione microscopica della Bethe-Block. Discussione delle dipendenze funzionali. Cenno ad applicazioni: range e dose. Interazione di elettroni con la materia. Cinematica. Confronto con ioni pesanti. Radiazione di Bremsstrahlung. Scattering multiplo di Moliere. Interazione di radiazione x e gamma con la materia. Fotoelettrico, Compton, produzione di coppie. Dipendenze funzionali delle sezioni d'urto. Legge di attenuazione. Interazione di neutroni con la materia. Classificazione energetica. Produzione. Termalizzazione. Scattering inelastico e cattura. Rivelazione di neutroni veloci e di neutroni termici. Cenni alla radiazione Cherenkov.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: materiale didattico fornito dal docente

Testi di riferimento: Attix, Introduction to Radiological physics and Radiation dosimetry, 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Podgoršak, Radiation Physics for Medical Physicist, Springer; 2nd ed. 2010 edition (May 21, 2010).

MACCHINE ACCELERATRICI PER APPLICAZIONI MEDICHE

Prerequisiti: conoscenza dei principali schemi di funzionamento degli acceleratori

Conoscenze e abilità da acquisire: principali architetture di linac e ciclotroni per applicazioni mediche – caratteristiche dei sistemi di controllo dell'accuratezza spaziale e dosimetrica – sistemi di controllo del movimento / acquisizione di conoscenze necessarie ad affrontare il tirocinio in strutture che impiegano acceleratori per radioterapia

Modalità di esame: colloquio su un tema di approfondimento

Criteri di valutazione: capacità di esporre i concetti essenziali in modo organizzato ed efficace

Contenuti: Acceleratori lineari per radioterapia (Fasci di fotoni ed elettroni di alta energia, Componenti principali, Tipologie di linac per radioterapia); Architettura convenzionale (L-arm e C-arm); Sistemi di collimazione e MLC - sistemi correlati; Motion management; Energie e ratei di dose - parametri descrittivi della qualità dei fasci; Architetture speciali (Tomoterapia – arcoterapia, sistemi dedicati; Radioterapia e radiochirurgia robotica; Radioterapia intraoperatoria; Apparecchiature ibride - MR-linac; Acceleratori di protoni e ioni per radioterapia (impianti tradizionali; architetture compatte).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali - analisi di documenti tecnici – analisi di letteratura specialistica

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: dispense e selezione bibliografica fornita del docente

Testi di riferimento: selezione bibliografica fornita del docente

METODI DI ELABORAZIONE SEGNALI E IMMAGINI

Conoscenze e abilità da acquisire: acquisire le abilità e le conoscenze necessarie per comprendere ed applicare strategie di manipolazioni di immagini digitali.

Modalità di esame: orale.

Criteri di valutazione: saranno valutate sia le conoscenze acquisite che le capacità di sviluppare una strategia per l'analisi di immagini.

Contenuti: operazioni su immagini digitali, filtraggio spaziale, estrazione di features, segmentazione e registrazioni. Particolare attenzione verrà data alle applicazioni di tali metodiche di analisi ad immagini RM.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni con l'ausilio di slide.

Testi di riferimento: uno dei seguenti testi: "Digital image processing" di William k. Pratt, "Digital image processing" di Rafael Gonzalez e Richard Woods, "The essential guide to image processing" di Al Bovik.

METODI AVANZATI DI ANALISI DATI (BIG DATA)

Conoscenze e abilità da acquisire: principi di machine learning per l'elaborazione e analisi dei dati, utilizzo del linguaggio R e dei principali algoritmi di machine learning.

Modalità di esame: applicazione di algoritmi di machine learning per modellizzazione di un dataset e presentazione dei risultati.

Criteri di valutazione: correttezza procedurale delle analisi, capacità espositive.

Contenuti: introduzione ai big data e machine learning, analisi supervisionata, modelli lineari regolarizzati e generalizzati, algoritmi tree-based, support vector machines, neural networks e introduzione all'analisi non supervisionata.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: applicazione degli algoritmi presentati per analisi e modellizzazione di dati tramite scrittura di script con linguaggio R. Lezioni a distanza ed esercitazioni con software R.

Testi di riferimento: An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani.

METODI DI CALCOLO AVANZATI E SIMULAZIONE - A

Conoscenze e abilità da acquisire: Codice Monte Carlo EGSnrc – approccio all'utilizzo del Codice in Radioterapia

Modalità di esame: scritto

Criteri di valutazione: risposta ai quesiti

Contenuti: Contenuti di base del codice EGSnrc e sue applicazioni

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: creazione di un file di input di base. Lezione frontale con slide.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: dispense

Testi di riferimento: <https://nrc-cnrc.github.io/EGSnrc/>

METODI DI CALCOLO AVANZATI E SIMULAZIONE - B

Prerequisiti: Conoscenza dei fondamenti delle interazioni delle radiazioni con la materia

Conoscenze e abilità da acquisire: Lo scopo delle lezioni è fornire una panoramica delle basi del metodo Monte Carlo e di alcuni strumenti computazionali che possono essere utili nel campo della fisica medica, in particolare per la dosimetria e la radioprotezione del paziente e dell'operatore.

Modalità di esame: La/lo studente potrà scegliere tra un colloquio sugli argomenti trattati nel corso o la presentazione dei contenuti di un articolo scientifico, tra quelli proposti dal docente.

Criteri di valutazione: la prova d'esame mira a valutare la comprensione delle problematiche di base connesse alla simulazione del trasporto di radiazione nelle applicazioni di diagnostica medica.

Contenuti: equazione di Boltzmann per il trasporto della radiazione; simulazione dell'interazione delle radiazioni mediante il metodo Monte Carlo; impiego delle simulazioni numeriche in dosimetria delle radiazioni e radioprotezione nel campo della diagnostica per immagini.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: il materiale delle presentazioni utilizzate durante il corso sarà messo a disposizione della/dello studente.

Testi di riferimento: R. L. Morin: "Monte Carlo Simulation in the Radiological Science", CRC-Press

PRINCIPI E METODI DI EBM E HTA

Prerequisiti: concetti base di statistica medica e studi clinici.

Conoscenze e abilità da acquisire: Valutazione qualità studi clinici, criteri Evidence Based Medicine (EBM) ed Health Technology Assessment (HTA).

Modalità di esame: tesina utilizzando criteri EBM o HTA, propedeutica al lavoro di tesi di specializzazione.

Criteri di valutazione: padronanza di alcuni argomenti base del EBM ed HTA.

Contenuti: introduzione al EBM (come classificare le prove, esempi di systematic review e meta analisi), introduzione al HTA (definizione di tecnologia, cosa valutiamo, analisi economiche, alberi decisionali), registri, come diffondere l'innovazione (focus group, metodo delphi) disseminazione e monitoraggio.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: Pdf delle slide presentate durante il corso.

Testi di riferimento: EBM e metodologia della ricerca per le professioni sanitarie (Pomponio e Calosso 2005), Manuale di Health Technology Assessment (Cicchetti e Marchetti 2010).

RADIOBIOLOGIA

Prerequisiti: conoscenze di base del corso di Laurea in Fisica : fisica nucleare; interazione radiazione-materia; rivelatori di radiazioni ; acceleratori di particelle. Concetti di base di biologia e chimica.

Conoscenze e abilità da acquisire: conoscenze e competenze sugli effetti biologici indotti da radiazioni ionizzanti e loro implicazioni nella radioterapia (esterna ed interna; adroterapia); radiodiagnostica; medicina nucleare; radioprotezione

Modalità di esame: orale

Criteri di valutazione: preparazione da parte dello studente di un elaborato su argomenti del corso, presentazione in forma di seminario e discussione dei vari aspetti trattati; domande di verifica e approfondimento sugli argomenti del programma del corso. La valutazione è espressa con un voto in trentesimi.

Contenuti: interazione della radiazione ionizzante con la materia (richiami): neutroni, particelle cariche (ioni leggeri, ioni pesanti, elettroni). Potere di frenamento (stopping power), trasferimento lineare di energia (LET), percorso residuo (o range) della particella; struttura di traccia. Parametri caratterizzanti la deposizione d'energia: flusso, fluenza, dose e rateo di dose, kerma, esposizione; fattore di qualità; fattori di peso. Microdosimetria e nanodosimetria (cenni). Effetti biologici delle radiazioni: azione diretta e indiretta delle radiazioni. Radiolisi dell'acqua (formazione di radicali liberi). Effetto ossigeno. Danno al DNA e meccanismi di riparazione; tecniche sperimentali di indagine (cenni). Aberrazioni cromosomiche; micronuclei; mutazioni geniche. Curve dose-risposta: sopravvivenza cellulare. Fattori influenzanti la risposta alle radiazioni (LET, frazionamento di dose, rateo di dose, linea cellulare, fase del ciclo cellulare, effetto ossigeno). RBE. Curve RBE-LET. RBE, LET e struttura di traccia. Teorie e Modelli biofisici dell'azione delle radiazioni. Effetti non lineari alle basse dosi (ipersensibilità e radioresistenza indotta; risposta adattativa; instabilità genomica; effetto bystander). Oncogenesi da radiazioni. Valutazioni di rischio alle basse dosi di radiazioni. Radiobiologia e radioterapia. Adroterapia. BNCT. Radioterapia interna (cenni).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: materiale utilizzato nello svolgimento delle lezioni (slide fornite dal docente), appunti personali (degli studenti) e materiale bibliografico suggerito e/o fornito dal docente

Testi di riferimento: E.L. Alpen: Radiation Biophysics. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990; J.E. Coggle: Biological Effects of Radiation. Taylor Francis Ltd, London, 1983 o, in versione italiana: J.E. Coggle: Effetti biologici delle radiazioni. edizione a cura di L. Bussi, Edizioni Minerva Medica, 1991; E.J. Hall and A.J. Giaccia: Radiobiology for the Radiologist. Lippincott Williams and Wilkins, 6th ed., 2006; Radiation Biology - textbook IAEA TCS-42 (disponibile in web).

RADIOTERAPIA CLINICA, ASPETTO MEDICO

Prerequisiti: basi fisiche di radioterapia.

Conoscenze e abilità da acquisire: la biologia dei tumori, indicazioni al trattamento radiante, l'applicazione della radioterapia nelle diverse sedi anatomiche, gli effetti collaterali del trattamento.

Modalità di esame: orale.

Criteri di valutazione: apprendimento delle basi cliniche del trattamento radiante.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: verranno date indicazioni da parte del docente.

SISTEMI INFORMATIVI SANITARI

Prerequisiti: conoscenza dei flussi e dell'organizzazione sanitaria in un ospedale, in particolare della parte informativa legata alla terapia e all'imaging.

Conoscenze e abilità da acquisire: capacità di analisi, gestione, quality control e utilizzo di strumenti informatici legati ai flussi clinici dell'imaging e dei segnali multimediali in sanità.

Modalità di esame: orale o scritto.

Criteri di valutazione: verifica degli apprendimenti.

Contenuti: applicazione di contenuti anche a casi specifici.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni frontali.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: slide e materiale scientifico.

STATISTICA ED ELABORAZIONE DATI

Prerequisiti: conoscenza di base di statistica descrittiva.

Conoscenze e abilità da acquisire: comprensione della metodologia epidemiologica e statistica nella ricerca biomedica.

Modalità di esame: discussione (orale) critica di un elaborato o articolo.

Criteri di valutazione: capacità critica, conoscenza tecniche statistiche.

Contenuti: statistica nelle decisioni cliniche, analisi statistica (case studies) con software R, requisiti regolatori in ambito statistico, analisi di flussi amministrativi, disegno di uno studio.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: lezioni sincrone.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: slide e video distribuiti a lezione.

Testi di riferimento: Rosner, Fundamentals of biostatistics, 2017.

METODI DI PIANIFICAZIONE IN RADIOTERAPIA

Conoscenze e abilità da acquisire: Rudimenti di algoritmi di calcolo e ottimizzazione; Rudimenti di tecniche di pianificazione radioterapica.

Modalità di esame: orale.

Contenuti: accuratezza nel calcolo della dose, algoritmi basati su correzioni, algoritmi basati su modelli, classificazione, cenno ai metodi Monte Carlo, linee guida in materia di commissioning dei TPS, tecniche di pianificazione, metodi di autoplanning.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: verranno forniti articoli sull'argomento.

Testi di riferimento: Khan, Treatment Planning in Radiotherapy, 4th edition 2016.

STRUMENTAZIONE E MISURA DELLE RADIAZIONI

Prerequisiti: interazione della radiazione con la materia; cenni di dosimetria.

Conoscenze e abilità da acquisire: conoscenze di base nel campo della strumentazione per la rivelazione della radiazione ionizzante; conoscenza del principio di funzionamento dei dosimetri più diffusi; capacità di scegliere lo strumento adeguato per la misura della dose in relazione al contesto; capacità di utilizzarlo in modo corretto e di interpretare correttamente i valori misurati.

Modalità di esame: orale.

Criteri di valutazione: correttezza e completezza dell'esposizione orale sugli argomenti proposti.

Contenuti: aspetti generali dei rivelatori per radiazione ionizzante in dosimetria; generazione dei segnali nei rivelatori; rivelatoria gas: camere a ionizzazione, contatori proporzionali e contatori Geiger-Mueller; dosimetri basati su rivelatori a scintillazione; dosimetri personali: rivelatori a pellicola, TLD, film radiocromici e rivelatori a stato solido.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento: 8 ore di lezione divise in 4 lezioni da 2 ore ciascuna. Lezioni frontali/interattive con utilizzo di slide.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio: slide delle lezioni disponibili sul sito moodle del corso.

Testi di riferimento: Laitano, Fondamenti di dosimetria della radiazione ionizzante, 4a edizione, ENEA, ISBN 978-88-8286-319-7.