



Denominazione	Corso integrato: Diagnostica per immagini e radioterapia Integrated Course: Diagnostic imaging and radiotherapy
Moduli componenti	Diagnostica per immagini Radioterapia Telediagnostica ed analisi di immagine in radiologia
Settore scientifico-disciplinare	Diagnostica per immagini MEDS-22/A (ex MED/36) Radioterapia MEDS-22/A (ex MED/36) Telediagnostica ed analisi di immagine in radiologia IBIO-01/A (ex ING-INF/06)
Anno di corso e semestre di erogazione	V° ANNO – II° SEMESTRE
Lingua di insegnamento	ITALIANO
Carico didattico in crediti formativi universitari	4 CFU totali, distribuiti come segue: 2 CFU Radiologia 1 CFU Radioterapia 1 CFU Telediagnostica ed analisi di immagine in radiologia
Numero di ore di attività didattica frontale	20 ore Didattica Erogativa (DE) e 5 ore Didattica Interattiva (DI) (Radiologia) 10 ore Didattica Erogativa (DE) e 2.5 ore Didattica Interattiva (DI) (Radioterapia) 10 ore Didattica Erogativa (DE) e 2.5 ore Didattica Interattiva (DI) (Telediagnostica ed analisi di immagine in radiologia)
Docenti	Prof. Riccardo Inchingolo (Radiologia) Prof.ssa Alba Fiorentino [Coordinatore del CI] , (Radioterapia) Prof. Stefano Palazzo (Telediagnostica ed analisi di immagine in Radiologia)
Obiettivi formativi specifici	Il corso si propone di far approfondire allo studente il potere informativo proprio di ciascuna metodica di indagine, quali radiologia convenzionale, ecografia, tomografia computerizzata, risonanza magnetica, medicina nucleare nell'esplorazione dei vari organi ed apparati, nelle diverse età della vita e del costo economico insito nelle diverse procedure diagnostiche. Per raggiungere tale obiettivo lo studente utilizzerà le conoscenze acquisite relative alle modalità di interazione fra le forme di energia utilizzate e le strutture biologiche, integrandole con la conoscenza del grado di invasività, ivi compreso il rischio radiante. Il corso fornirà anche conoscenze sulle attuali tecnologie informatiche di acquisizione, trasmissione ed analisi di immagine che ampliano gli orizzonti della disciplina alla telemedicina ed alla medicina di precisione e potenziano il suo impatto sulla medicina del territorio; verrà anche posta particolare attenzione alle potenzialità della telemedicina in campo ortopedico-traumatologico-riabilitativo. Nel corso lo studente acquisirà inoltre conoscenze sulle moderne tecnologie radioterapiche con l'utilizzo di macchine ibride con apparecchiature diagnostiche.
Risultati di apprendimento specifici	L'obiettivo del corso è offrire la conoscenza: 1) dei principi di estrazione delle immagini alla base delle procedure diagnostiche di Radiodiagnostica e di Medicina Nucleare nel contesto dei protocolli diagnostici generali delle patologie più comuni; 2) delle modalità di funzionamento ed operative delle procedure di Radioterapia Oncologica; 3) delle metodologie di telediagnostica e delle tecniche di analisi di immagini radiologiche, con riferimento agli standard internazionali, ai software di supporto e alle tecniche di elaborazione e ricostruzione delle immagini mediche... Conoscenza e capacità di comprensione - Knowledge and understanding (Dublino 1): alla fine del corso lo studente conoscerà: - i principi di estrazione delle immagini alla base delle procedure diagnostiche di Radiodiagnostica nonché i principi alla base dell'impiego diagnostico e terapeutico dei radiofarmaci. - gli elementi anatomici e funzionali necessari all'interpretazione delle immagini e dei referti di Radiodiagnostica e di Medicina Nucleare nelle patologie più comuni - le modalità di ragionamento diagnostico/clinico che conducono all'interpretazione delle



immagini e dei referti di Radiodiagnostica e di Medicina Nucleare nelle patologie più comuni

- le indicazioni che giustificano la richiesta di procedure di Radiodiagnostica e di Medicina Nucleare nel contesto dei protocolli diagnostici delle patologie più comuni;
- i principi di base per l'utilizzo della Radioterapia e della Medicina Nucleare nel trattamento di patologie vascolari, degenerative, neoplastiche e le principali modalità operative.
- le possibilità offerte dalla Radiologia Interventistica per passare dalla diagnosi con le immagini alla cura di patologie vascolari, degenerative, neoplastiche.
- la «professione» del radiologo, del radioterapista oncologo e del medico nucleare;
- i principi di Radioprotezione relativi all'esposizione alle radiazioni ionizzanti in uso in Radiodiagnostica, in Medicina Nucleare ed in Radioterapia
- Principi di radiobiologia in ambito radioterapico
- gli standard e i principi informatici per l'acquisizione, gestione e trasmissione di immagini mediche (DICOM, co-registrazione, fusion imaging);
- le basi teoriche delle principali tecniche di image processing (preprocessing, filtraggio, segmentazione, ricostruzione 2D/3D) e delle applicazioni di AI in radiologia.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate – Applying knowledge and understanding (Dublino 2): alla fine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per:

- indicare le procedure di Radiodiagnostica e Medicina Nucleare secondo i principi della giustificazione e dell'appropriatezza nel contesto dei protocolli diagnostici generali delle patologie più comuni;
- effettuare la prescrizione di una indagine di Radiodiagnostica e Medicina Nucleare o un trattamento di radioterapia;
- spiegare al Paziente come si svolge un esame di Radiodiagnostica e Medicina Nucleare o un trattamento di radioterapia;
- illustrare al paziente le indicazioni ad una indagine di Radiodiagnostica e Medicina Nucleare o a un trattamento di radioterapia;
- spiegare al Paziente vantaggi e rischi di un'indagine di Radiodiagnostica e Medicina Nucleare o di un trattamento di radioterapia;
- consigliare il paziente sulla preparazione agli esami di Radiodiagnostica e Medicina Nucleare o ad un trattamento di radioterapia;
- interpretare un referto di indagine Radiodiagnostica e Medicina Nucleare;
- comunicare al paziente i risultati di una indagine Radiodiagnostica e Medicina Nucleare;
- applicare le procedure di Radioterapia nel trattamento dei tumori utilizzando la Diagnostica per immagini quale guida all'ottimizzazione delle cure, per la preservazione degli organi/tessuti sani adiacenti alla malattia;
- applicare la Radiologia interventistica per la cura di patologie vascolari, degenerative e neoplastiche.
- spiegare al Paziente i rischi della esposizione alle radiazioni ionizzanti a scopo diagnostico
- spiegare al paziente le procedure di radioterapia
- utilizzare software e strumenti dedicati alla visualizzazione ed elaborazione di immagini DICOM, applicando tecniche di preprocessing, filtraggio e segmentazione;
- integrare metodiche multimodali (fusion imaging, ricostruzioni volumetriche) e interpretare i risultati di algoritmi di machine learning in contesto radiologico.

Autonomia di giudizio - Making judgements (Dublino 3): alla fine del corso lo studente sarà in grado di:

- integrare le conoscenze acquisite e gestire la complessità, nonché di interpretare un referto di indagine di diagnostica per immagini, sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione delle sue conoscenze e giudizi;
- valutare criticamente l'affidabilità, le potenzialità e i limiti delle tecniche di elaborazione e intelligenza artificiale applicate all'imaging medico;
- integrare metodi computazionali con il contesto clinico per supportare decisioni diagnostiche e terapeutiche.



	Abilità comunicative – Communication skills (Dublino 4): alla fine del corso lo studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità le sue conclusioni, nonché le conoscenze e la ratio a esse sottese, a interlocutori specialisti e non specialisti. In particolare, sarà in grado di indirizzare correttamente e consapevolmente il paziente agli esami di Radiodiagnostica e di Medicina nucleare o a trattamenti di Radioterapia Oncologica e di comunicare al paziente i risultati di indagini diagnostiche e trattamenti. L'insegnamento consentirà allo studente di presentare e discutere elaborazioni e analisi di immagini mediche con terminologia tecnica adeguata a contesti specialistici e multidisciplinari Capacità di apprendere – Learning skills (Dublino 5): alla fine del corso lo studente avrà sviluppato quelle capacità di apprendimento che gli consentiranno di: i) continuare a studiare ed aggiornarsi per lo più in modo autodiretto o autonomo; ii) trasferire le competenze acquisite a nuovi scenari tecnologici e clinici..
Programma	Dignostica per immagini: Introduzione e Presentazione del Corso; Principi di Radiodiagnostica (PEI): radiologia tradizionale, ecografia, TC ed RM; Radiodiagnostica dell'apparato respiratorio; Radiodiagnostica dell'apparato muscolo-scheletrico; Radiodiagnostica del sistema epatobiliopancreatico; Radiodiagnostica dell'apparato digerente; Radiodiagnostica del Sistema Urinario; Radiodiagnostica della Mammella; Radiodiagnostica nell'apparato cardio-vascolare Applicazioni e principi di Radiologia Interventistica Vascolare ed Oncologica. Per tutti i distretti, verranno forniti i principi di anatomia radiologia e le potenzialità delle diverse metodiche di imaging impiegate sia a scopo diagnostico sia terapeutico in modo da consentirne una corretta applicabilità nella pratica clinica. Medicina Nucleare: principi di diagnostica e terapia con radiofarmaci; Medicina Nucleare: diagnostica delle patologie del torace e della mammella; Medicina Nucleare: diagnostica e terapia delle patologie dell'addome e della pelvi; Medicina Nucleare: diagnostica e terapia delle patologie oncoematologiche e dei tumori neuroendocrini; Medicina Nucleare: diagnostica cardiologica; Radioterapia: Introduzione e Presentazione del Corso; Principi di Radioterapia; Radiobiologia; Radioterapia Innovativa Guidata dall'Immagine, dalle Omiche e dall'Intelligenza Artificiale; Pianificazione del trattamento radiante Innovazioni nel trattamento radioterapico RT ablativa Telediagnostica ed analisi di immagine in radiologia: Telediagnostica in Radiologia: Principi, tecniche e strumentazione delle principali metodiche di Diagnostica per Immagini. Imaging Medico Digitale: dal Dato al Software (Il software come dispositivo medico: norme e influenza sulla sicurezza e sulle prestazioni; Pixel e Voxel; Le unità di Hounsfield; Lo standard DICOM: come visualizzare e manipolare le immagini). Controllo di qualità delle immagini mediche. I principali software (open source e closed source) di elaborazione di immagini. Teleradiologia (compressione immagini; DICOM, On-premise, cloud ed Edge computing; Crittografia; Reti di comunicazioni; 5G; GDPR). Analisi di Immagine in Radiologia: Scala di Hounsfield e Algoritmi di ricostruzione immagini. Principi fisici e matematici della formazione dell'immagine in tomografia computerizzata. Window Width e Window Level. Artefatti (da presenza di elementi metallici, da movimento, respiratori, da troncamento, dall'uso del mezzo di contrasto). Fusion Imaging: sovrapposizione di immagini mediche. Co-registrazione di immagini DICOM. I metodi di fusion imaging ed applicazioni cliniche di sistemi ibridi (PET-CT; PET-MRI; SPECT-RM; SPECT-CT; CT-eco; RM-eco). PET - CT separate e PET - CT integrate. Filtraggio: Matrice di Convoluzione; Edge-Detection (Sobel, Prewitt, Canny, Laplacian Of



	Gaussian), Sharpen, Blur (filtro mediano, gaussiano, della media). Applicazioni metodologiche: visualizzazione dei Metadati; Preprocessing Volumetrico (Filtri: Gaussiano, Mediano, Bilateral, TV denoising, Non-Local Means, Unsharp mask, CLAHE). L'Intelligenza Artificiale e il Machine Learning nell'imaging medico (Apprendimento Supervisionato, non Supervisionato e per rinforzo). Classificazione ed IA. Image processing attraverso classificazione. Applicazioni metodologiche: Image Analysis su Slice singola - Operatori di Feature Extraction (Canny, Sobel, Laplacian of Gaussian, High-pass, Gabor, Structure tensor). Image processing attraverso Segmentazione: Clustering di pixel; Thresholding e Region Based (Region growing, Split & Merge, Mean Shift clustering). Applicazioni metodologiche: Image Analysis su Slice singola - Postprocessing - Segmentazione (Threshold manuale, Threshold Otsu, Threshold locale, Region Growing, K-means, K-means + morfologia). Correzione delle attenuazioni. Visualizzazione 2D vs ricostruzione 3D delle strutture anatomiche. Identificare Region of Interest e Volume of Interest.
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	Le tipologie di attività didattiche previste sono: lezioni frontali, esercitazioni laboratoriali, seminari, simulazioni, predisposizione di elaborati su argomenti trattati durante le lezioni frontali, lezione invertita (flipped classroom) La frequenza al corso è obbligatoria.
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	Le conoscenze e le competenze acquisite dagli studenti, a seguito della frequenza del corso e dallo studio individuale, verranno valutate mediante esami in forma orale. Le domande orali saranno formulate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche, la capacità di ragionare utilizzando tali nozioni, il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Il voto finale è attribuito in trentesimi e sarà il risultato della valutazione complessiva di entrambi gli insegnamenti. Lo studente deve ottenere una valutazione sufficiente in entrambe le discipline e dimostrare di aver raggiunto una adeguata maturità culturale e scientifica. La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: NON IDONEO: - importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. IDONEO: - 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. - 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. - 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. - 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. - 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
Propedeuticità	Per essere ammesso a sostenere l'esame lo studente dovrà aver sostenuto tutti gli esami dei corsi integrati del III anno di corso.
Materiale didattico utilizzato materiale didattico consigliato	TESTI DI RIFERIMENTO: Radioterapia: Perez & Brad: Principles and Practice of Radiation Oncology - Dal Sintomo all'imaging... dall'imaging alla radioterapia di Alessandro Carriero, Massimo Midiri - Editore: Idelson-Gnocchi - Anno edizione: 2018 Tele Diagnostica ed analisi di immagine in Radiologia: Materiale didattico, comprensivo di slides delle lezioni e articoli scientifici selezionati, sarà fornito dal docente durante il corso.