

INDICE:

Indagini diagnostiche:

- Radiografia: - radioscopia, stratigrafia, spettroscopia
- Ecografia: -ceus
- Tomografia computerizzata: -spirale multistrato – dual source – tc multifasica
- Mezzi di contrasto
- RM: - spettroscopia a RM, Rm a diffusione
- Medicina nucleare: - radionuclidi – strumenti utilizzati – pet - spect
- Imaging ibrido: PET RM; Angio TC/RM; mdc ionici-non ionici-godolino
- Angiografia – angiote – angio RM

RADIOTERAPIA ONCOLOGICA

RADIOTERAPIA INTERVENTISTICA

IMAGING IN ONCOLOGIA:

- linfomi

ENCEFALO:

- traumi
- Patologie: disordini movimento, epilessia, cefalea, malattie sost. bianca)
- infezioni
- tumori
- ischemia cerebrale

RACHIDE:

- varie tecniche
- condizioni patologiche: - neurofibroma

TESTA COLLO

- *rinosinuiti
- *traumi massiccio frontale: - orbita – mascellare
- tumori massiccio frontale
- faringe
- laringe
- orecchio/parotide/ghiandole salivari

TIROIDE

- *tecniche (eco + color doppler, scintigrafia tiroidea, test captazione)
- terapia radiometabolica
- K differenziati
- Ipertiroidismo
- Terapia radiometabolica IN METASTASI OSSEE

PARATIROIDI

APPARATO RESPIRATORIO

- *Tecniche (Rx, Tc, Rm, Scintigrafia)
- Edema polmonare,
- *Nodulo solitario
- *K broncopolmonare
- *Metastasi polmonari
- *Pancoast
- *Ambolia
- *Atelettasia
- Pneumotorace
- *Pomoniti
- *Bronhiectasia
- *Rabdomiosarcoma
- Linfoma e patologia interstiziali
- *Traumi

APPARATO CARDIOVASCOLARE:

- TECNICHE: rx- ecocardiografia – medicina nucleare- angiografia radionuclidica- SPECT- PET- coronaro-TC/RM -RM -cardio TC multistrato
- Ischemia miocardica
- Dolore toracico acuto: - fibrillazione, scompenso, tia ricorrenti
- Vascolare: aneurisma AA, tratti carotide interna

APPARATO GASTROENTERICO

- Fegato: tecniche, steatosi, cirrosi, cisti, emangioma, adenoma, iperpalsia nodulare cistica, apatocarcinoma, metastasi
- Imaging delle vie biliari: litiasi, colecistite, colangite acuta, k ampollare, colangiocarcinoma, ERCP, colangiografia transepatica percutanea, scintigrafia epatobiliare, acido iopanico
- Pancreas: pancreatite acuta, k pancreas, tumori cistici,
- Esofago: esofagiti da reflusso, diverticoli, diverticolo Zenker, patologie funzionali, sclerodermia, acalasia, k esofageo
- Stomaco: idro TAC
- Intestino tenue: , appendicite, tecniche (clisma a doppio contrasto + videocapsula), chron, RCU, neoplasie tenue,
- Colon: tecniche, k colon retto, polipi adenomatosi, colonscopia virtuale, RM
- Addome acuto
- Milza: splenomegalia, lesioni focali, traumi
- Mediastino: timoma
- Trauma addominale chiuso

GHIANDOLO SURRENALI:

- tumori neuroendocrini,
- ((ipofisi)).

RENI E VIE URINARIE:

- tecniche: eco, radio e urografia, TAC, RMN, Medicina nucleare (Scintigrafia statica e dinamica)
- Patologia infiammatoria
- Uropatia ostruttiva
- Masse renali
- *Calcolosi
- *Tumori renali e uroteriali
- *Vescica
- Ivu in pediatria

PROSTATA:

- IPB
- K prostata

UTERO e OVAIO

SENOLOGIA:

- Tecniche: mammografia, eco, citologia (fnac, core biopsy, mammotome, biopsia escissionale) duttolo-galattografia, RM, medicina nucleare (roll, LINFONODO SENTINELLA, scintigrafia) scintimmamografia
- Screening
- Microcalcificazioni

SISTEMA MUSCOLO SCHELETRICO:

- Valutazione osso (radiografia, tc, rm, scintigrafia, pet, MOC)
- Lesioni ossee focali
- Tumori cartilaginei
- Tumori osteogenici
- Lesioni muscolari
- Eco muscolo scheletrica
- Danno muscolare
- Valutazione dei muscoli

PAZIENTE POLITRAUMATIZZATO

PEDIATRIA:

- Eco e varie patologie
- Snc
- Medicina nucleare in pediatria

PERCORSI DIAGNOSTICI E RADIOPROTEZIONE

RADIOGRAFIA

O esame radiologico. È lo studio di un segmento corporeo o distretto attraverso utilizzo di radiazioni elettromagnetiche con **raggi X**. Si tratta di onde elettromagnetiche di ampiezza 0,1 – 0,3 Å, ionizzanti, in grado di eccitare la materia vivente e non vivente: i vari tessuti attenuano diversamente gli elettroni, così da generare un contrasto e un'immagine in scala di grigi. Per ogni tessuto, dunque, esiste un **coefficiente di attenuazione lineare**, che si misura in 1/cm. I raggi sono generati al livello del **tubo radiogeno**, in cui originano a livello del catodo (-) e si portano verso l'anodo (+), rotante o fisso. I raggi così ottenuti vengono proiettati verso l'oggetto che si vuole analizzare, ottenendo un'immagine tanto più grande quanto è la distanza tra il tubo radiogeno e l'oggetto. L'immagine veniva impressa su una lastra fotosensibile; attualmente invece si è passati alla **radiografia digitale**. L'immagine ottenuta è sempre in **scala di grigi**. Strutture a coefficiente di attenuazione lineare maggiore avranno aspetto tendente al bianco, mentre strutture a coefficiente minore tenderanno al nero. La radiopacità dipende dal **numero atomico del tessuto** e dal suo **spessore**. L'**osso** ha radiopacità massima, l'**aria** è invece radiotrasparente (nera) → *contrasto intrinseco dell'aria*.

RADIOGRAFIA DIGITALE

Ha permesso un abbattimento complessivo dei costi, la possibilità di elaborare le immagini, una loro più facile archiviazione e la possibilità di comparare due immagini più agevolmente. Tuttavia, bisogna far fronte ad elevati costi di installazione e manutenzione e ad una diminuzione spaziale delle immagini a causa del loro campionamento.

RADIOSCOPIA

La **radioscopia o fluoroscopia** sfrutta la proprietà dei raggi X di rendere fluorescenti alcune sostanze, quali il platinocianuro di bario. Se un fascio di raggi X incide su un supporto cartaceo su cui è depositato uno strato di sostanza fluorescente, questo diviene luminoso, (perché le sue molecole assorbono la radiazione X, si eccitano e, nel successivo ritorno allo stato di riposo emettono fotoni nello spettro visibile (fluorescenza)). Lo strato fluorescente trasmette quindi la luce in proporzione all'intensità di radiazione X che lo colpisce. Se fra sorgente di raggi X (tubo radiogeno) e lo strato fluorescente (schermo radioscopico) viene interposto un corpo radiopaco (come quello umano), è chiaro che l'effetto luminoso non si verifica ovunque ma viene a mancare laddove le radiazioni vengono assorbite dal corpo radiopaco, non riuscendo a raggiungere lo schermo radioscopico.

Sullo schermo radioscopico, pertanto, compare l'immagine del corpo in positivo, cioè scura. Nel caso del **corpo umano**, questo effetto è complesso perché il corpo è costituito da varie sostanze, fra loro molto diverse. Infatti, l'assorbimento dei raggi X varia in funzione del numero atomico delle sostanze che compongono il corpo ed, a parità di numero atomico, dello spessore del corpo. Alcune parti dell'organismo, trattengono quasi completamente le radiazioni (apparendo dunque scure); altre le trattengono solo parzialmente (risultando quindi grigie con diversi gradi di intensità); altre, infine, le lasciano passare quasi completamente (risultando chiare). Ad esempio, se fra tubo radiogeno e lo schermo radioscopico viene interposto il torace di un uomo, con l'emissione dei raggi X si osservano sullo schermo scuri le ossa (**costole**) ed il mediastino, grigie le parti molli (muscoli, vasi, ecc.), chiari i **polmoni**. L'insieme di tutte queste componenti, che hanno diverse tonalità di luminosità, costituisce l'immagine radioscopica del torace. È un esame impiegato in tutte le indagini in cui è necessaria la visione diretta dell'oggetto esaminato. Ad esempio, nello studio del **cuore** o dei grandi **vasi** centrali, in cui viene chiamata **angiografia**, viene introdotto un **catetere** in una vena od in un'arteria periferica. Tale catetere viene seguito con il controllo radioscopico nella sua progressione fino al punto desiderato.

STRATIGRAFIA.

RX da diversi angoli per dare un'immagine tridimensionale; ormai soppiantata dalla TC. Resta utile solo in ambito mammografico.

SPETTROSCOPIA

Metodica che non consente di ottenere un'immagine ma di rilevare la *quantità di una certa sostanza in un tessuto*. Si usa per scopi di ricerca e per alcune analisi di interesse neurologico.

ECOGRAFIA

È una metodica diagnostica che utilizza gli ultrasuoni (frequenza tra 2-20Mhz) e ne decodifica le riflessioni subite nell'attraversare i tessuti biologici.

L'onda sonora quindi colpisce un tessuto e ritorna indietro con una lunghezza, ampiezza e frequenza diversa in base al tessuto colpito. Il mezzo attraversato dagli ultrasuoni è caratterizzato dall'impedenza acustica e dalla velocità di propagazione, diversi per ogni tessuto/organo. In base all'impedenza acustica avremo un certo tipo di immagine sullo schermo. Maggiore è l'intensità del segnale, tanto più chiara sarà l'immagine che verrà definita iperecogena. Al contrario, minore sarà l'intensità, tanto più scura sarà l'immagine (ipoecogena). La rappresentazione sullo schermo dell'intensità del segnale avviene utilizzando una scala di 256 gradazioni di grigio.

Ulteriore parametro che incide sull'intensità del segnale è l'**attenuazione** infatti per ogni interfaccia incontrata, una parte del fascio viene riflesso verso la sonda e una parte prosegue verso la profondità, ma la quantità di ultrasuoni che prosegue il cammino verso la profondità va costantemente riducendosi man mano che si incontrano successive interfacce.

Quindi gli echi riflessi che tornano alla sonda, vengono convertiti in segnale elettrico che sarà processato poi dal sistema ecografico.

La **frequenza** dipende dallo spessore del cristallo e determina la qualità dell'immagine ecografica: + alta è la frequenza, migliore sarà la risoluzione. Però se utilizzo trasduttori a bassa frequenza posso avere una migliore penetrazione del fascio. Quindi andrò a scegliere il tipo di frequenza a seconda dell'organo che devo andare ad esaminare.

L'ecografia è comunque una metodica economica, non invasiva e ripetibile ma presenta come principale limite quello di essere operatore-dipendente a differenza degli altri esami che invece danno risultato più oggettivi.

TERMINOLOGIA ECOGRAFICA

Ecogenicità: capacità di una struttura di generare echi riflessi. Esiste solo l'ecogenicità relativa al confronto tra due strutture.

Iperecogena: iper-riflettente, cioè riflette maggiormente gli ultrasuoni e quindi appare chiaro sullo schermo. Tipico delle ossa, dei calcoli, dei depositi di calcio...

Anecogena: privo di echi, appare nero sul monitor. Tipico dei liquidi o delle raccolte liquide come l'urina o la bile.

Isoecogena: della stessa ecogenicità nel paragone tra due tessuti.

Ipoecogena: iporiflettente, appare con tonalità di grigio intermedio tra i primi due ed è sempre un termine di confronto tra due strutture.

- **RINFORZO DI PARETE POSTERIORE**: aumento dell'intensità degli echi a valle di una formazione a contenuto liquido.
- **CONO D'OMBRA POSTERIORE**: area di attenuazione degli ultrasuoni posteriormente ad una struttura fortemente riflettente; frequente in caso di calcoli e strutture calcifiche, ossa, aria;
- **CONO D'OMBRA LATERALE**: si forma lateralmente alle raccolte liquide o a livello delle interfacce di tessuti ad impedenza diversa per una maggiore rifrazione degli echi dovuta alla differente velocità di propagazione degli Ultrasuoni nei due mezzi;
- **EFFETTO SPECCHIO**: artefatto da riflessione dell'immagine ecografica in corrispondenza di una interfaccia ricurva fortemente riflettente come per esempio il diaframma. Determina che l'immagine ecografica venga riprodotta sia nella sua posizione reale sia al di là della interfaccia che ha agito come specchio.

MODALITA' DI VISUALIZZAZIONE DEGLI ECHI (la scelta dipende dalle caratteristiche del tessuto da studiare)

- **A- mode (amplitude mode)**: il + semplice, monodimensionale, eco rappresentato da picchi con ampiezza proporzionale all'intensità dell'eco. Profondità proporzionale alla distanza delle interfacce che hanno generato l'eco.
- **B – mode (brightness mode)**: bidimensionale; eco rappresentato da un punto luminoso di intensità proporzionale all'intensità dell'eco: echi ad alta intensità sono bianchi; echi a bassa intensità sono grigi; aree prive di echi sono nere;
- **M – mode o TM – mode (Motion o Time -Motion mode)**: perfezionamento dell'eco A-mode, misura su un grafico i movimenti

di strutture ecogene; si usa per eco dinamiche come per esempio lo studio delle valvole e pareti cardiache;

- **Doppler:** fenomeno fisico in cui la frequenza del suono di una sorgente aumenta se si avvicina ad un ascoltatore o diminuisce se si allontana dall'ascoltatore. Il cambiamento apparente di frequenza viene detto Doppler shift; è utile nello studio dei flussi sia venosi che arteriosi per studiare la vascolarizzazione. Può essere un **doppler pulsato** o un **doppler continuo**. il **color doppler** rappresenta sottoforma di punti colorati le informazioni di flusso rilevate mediante l'effetto doppler, e c'è un codice cromatico: **blu** se il flusso è + lento, **rosso** se è + veloce.

CEUS (ECOGRAFIA CON CONTRASTO)

Ecografia con contrasto enfatizza i segnali di flusso attraverso l'iniezione di micro-bolle gassose stabilizzate da membrane di varia natura.

Il contenuto delle bolle può essere aria oppure un gas inerte.

Le micro-bolle iniettate in circolo riflettono il segnale ecografico incidente come se fossero dei globuli rossi, si può così studiare la vascolarizzazione di un organo.

reazioni avverse: eritema, bradicardia, ipotensione o shock anafilattico.

TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA

La TC è una metodica che usa raggi X, non invasiva che fornisce una serie di immagini assiali del corpo. È in grado di distinguere i vari organi e tessuti in base alle loro densità.

La principale differenza che la contraddistingue da una semplice radiografia, è la sua tridimensionalità.

L'apparecchio è costituito da un gantry, attraverso cui entra l'oggetto in studio.

Questo è formato da:

- Tubo radiogeno;
- Collimatori: tubi che emettono radiazioni;
- Detettori: strumenti che trasformano le radiazioni X in energia elettrica, che può essere facilmente quantizzata; attualmente hanno un numero che varia tra 300-800, sono disposti ad arco di cerchio, apposti al tubo con il quale sono solidali con una rotazione di 180° o 360° a seconda della struttura da esaminare.
- Sistemi di raffreddamento;
- Tavolo del paziente;
- Consolle dove impostare i parametri d'esame
- Computer che analizza i dati e ricostruisce le immagini;
- Sistema di visualizzazione.

Il tubo radiogeno e i detettori sono contrapposti e ruotano attorno un asse centrale.

Le radiazioni trasmesse vengono misurate dai detettori ad ogni grado di rotazione, e i dati ottenuti vengono inviati ad un calcolatore elettronico che è in grado di ricostruire il corpo in esame attraverso una serie di algoritmi complessi.

Il corpo umano sarà così suddiviso in fettine di diverso spessore a seconda dell'esame che stiamo effettuando.

Le immagini sono formate da punti chiamati **pixel** e il loro numero formante l'immagine prende il nome di matrice e presenta varie dimensioni (320x320; 512x512; 1024x1024). In base all'aumento o alla diminuzione della matrice, aumenterà o diminuirà il numero di acquisizioni ottenute.

Inoltre, ricordando che ogni fettina presenta uno spessore, ogni pixel di ogni fettina corrisponde in realtà a un volume di tessuto (**voxel**), che contiene informazioni tridimensionali dei coefficienti di attenuazione dell'organo in studio.

Ogni pixel è caratterizzato dal **numero TC o unità di Hounsfield** che rappresenta l'attenuazione media del corrispondente volume di tessuto esaminato.

La **scala di Hounsfield** è una scala numerica di densità di grigio. Abbiamo dei valori predefiniti come acqua e aria, rispettivamente valore 0 e -1000, mentre strutture con densità intermedie hanno valori negativi, mentre strutture con densità maggiore dell'acqua hanno valori positivi.

I dati acquisiti sono formati da grigi che vanno da -1000 a +2000. Le strutture di maggior interesse presentano valori variabili tra -50 e +100. Inoltre, dobbiamo utilizzare determinate scale di grigi a seconda di cosa voglio andare a studiare.

TC SPIRALE MULTISTRATO

È un particolare tipo di TC caratterizzato dall'aggiunta di più file di detettori, per cui ad ogni rotazione invece che un singolo strato ne viene acquisito un numero multiplo.

Le TC più usate sono quelle a 16,32,64 e 128 strati. Il vantaggio è che si hanno tempi di scansioni minori grazie all'aumento del numero degli strati e così diminuisce anche il tempo di esposizione del paziente. Altro vantaggio è il miglioramento della risoluzione spaziale, in quanto otteniamo immagini che sono più accurate e in più c'è la possibilità di ricostruzione retrospettiva con fette più sottili

DUAL SOURCE CT

È una TC a doppia sorgente radiogena, infatti invio due fasci di fotoni a differente kvp (energia), consentendo di differenziare materiali a densità simile in una TC standard e di ottenere immagini di sottrazione. È una procedura usata prevalentemente per esami contrastografici, quindi ho la possibilità di sottrarre determinate strutture dall'immagine. Anche qui riduco ulteriormente i tempi di esposizione del paziente e degli operatori. Particolarmente utile per gli studi angiografici in quanto riduco gli artefatti da movimento cardiaco negli studi di cardio-TC.

TC MULTIFASICA

È una particolare tipologia di TC che consente di accelerare i tempi di scansione con protocolli multifasici. Utilizzata soprattutto per lo studio del parenchima epatico. Il protocollo prevede scansioni dopo somministrazione del mdc in:

- **fase arteriosa**, con la quale vediamo lesioni ipervascolari (epatocarcinoma, metastasi ipervascolarizzate, lesioni vascolari); si divide in una fase arteriosa precoce (15-20 s dopo l'iniezione del mdc) e una tardiva (30-35 s);
- **fase portale** (55-60 s) con la quale vediamo lesioni ipovascolari (metastasi, lesioni traumatiche);
- **fase di equilibrio** (140 s) in cui la concentrazione del contrasto nel compartimento vascolare e negli spazi interstiziali raggiunge un equilibrio. Si tratta di una situazione dinamica, per cui nel momento in cui la componente intravascolare del contrasto viene eliminata dai reni, la concentrazione nel lume vascolare si riduce e il contrasto che è diffuso nell'interstizio retrodiffonde nel letto vascolare per essere a sua volta escreto (distribuzione intravascolare-extracellulare). Questa fase non contribuisce in maniera significativa all'identificazione delle lesioni, mentre è fondamentale per la caratterizzazione.

La "doppia fase arteriosa" produce migliori risultati nella diagnosi di HCC ipervascolare perché riduce il tasso di falsi positivi. La fase portale-venosa permette di valutare il comportamento della lesione durante la fase di dismissione del mezzo di contrasto.

La fase arteriosa tipica è solitamente caratterizzata da una rapida captazione di mezzo di contrasto con successivo wash-out dello stesso durante le fasi venosa e tardiva.

È una tecnica particolarmente utilizzata anche per la diagnosi differenziale di cirrosi, displasia e HCC e per lo studio di quest'ultimo.

Il pattern vascolare tipico per HCC dopo somministrazione di mezzo di contrasto può essere caratterizzato da diversi aspetti, conseguenti alla differente attenuazione del tessuto neoplastico rispetto al parenchima epatico circostante.

sensibilità della TC variabili tra 37% e 78%. Come confermato anche per le altre tecniche di immagine, la sensibilità diagnostica per HCC di diametro compreso tra 1 e 2 cm difficilmente supera il 60%.

In caso di pz allergici al mdc, faccio prima una terapia profilattica con antistaminici e corticosteroidi e poi gli faccio la tc multifasica.

MEZZI DI CONTRASTO

sono sostanze in grado di modificare la densità elettronica di determinate strutture corporee e quindi la loro capacità di assorbire i raggi X. Abbiamo mezzi di contrasto positivi e negativi.

I positivi inducono un maggiore assorbimento fotonico e possono essere iodati per ev (non ionici), iodati per os (ionici) e baritati per os. I mdc negativi invece inducono un minor assorbimento fotonico e i principali sono l'idrossimetilcellulosa per lo studio del tenue, l'acqua pura (idro-TC) e il PEG.

I mdc quindi sono utili perché rendono visibili strutture che li contengono o grazie al riempimento diretto (visceri gastrointestinali, vene e arterie) in quanto grazie al transito e la permanenza nella struttura, si ha l'opacizzazione di quest'ultima (**effetto parenchimografico**) o per eliminazione selettiva (reni e vie urinarie, vie biliari). Prendendo in esempio il rene, da una parte concentra il mdc e poi lo elimina, così seguendo il percorso del mdc nell'apparato urinario, ottengo informazioni sequenziali.

Reazioni avverse:

- reazioni chemiotossiche dipendenti da dose e concentrazione e quindi dalle caratteristiche del mdc (reazioni prevedibili). Tra le più importanti abbiamo nefro e cardiopatie;
- Reazioni anafilattoidi, non dose dipendenti, imprevedibili. Inducono il rilascio di sostanze attive nei fenomeni allergici come istamina, serotonina, prostaglandine ecc...

Sono considerati pz a rischio di reazioni anafilattiche se dall'anamnesi si evince che il pz + asmatico, allergico al latte, c'è allergia nota al Mdc, a diverse sostanze e da esami che valutano oggettivamente la presenza di allergie e insufficienza renale.

Reazioni anafilattiche:

- **Grado 1:** solo segni cutanei
- **Grado 2:** cutanei più nausea, tosse, dispnea, tachicardia, ipertensione
- **Grado 3:** grado 2 + vomito, diarrea, broncospasmo, cianosi, shock
- **Grado 4:** arresto cardiaco.

RISONANZA MAGNETICA (RM)

Metodica diagnostica che utilizza onde radio con lunghezza d'onda comprese tra 10 cm e 10 m.

è una metodica non invasiva, ci dà sezioni multiplanari e multiparametriche del corpo in esame utilizzando campi magnetici e onde radio.

È quindi analoga alla TC ma utilizza campi magnetici e non radiazioni. Il campo magnetico è misurato in tesla e le apparecchiature usate sono da 1.5 e 3 Tesla. Quelle a 7 Tesla sono per la ricerca. Il nucleo di alcuni elementi con numero dispari di protoni e/o neutroni ruotano attorno ad un asse, generando un campo magnetico. I sistemi RM producono immagini utilizzando le proprietà magnetiche del nucleo dell'idrogeno.

Infatti in presenza di un forte campo magnetico esterno, i protoni tendono ad orientarsi parallelamente alla direzione del campo magnetico esterno e procedono attorno ad esso.

La stimolazione con radiofrequenze provoca il passaggio di alcuni protoni dal livello energetico basso a quello alto.

Cessato l'impulso, ci sono due fenomeni inversi:

- **T1 o rilassamento longitudinale:** passaggio di molti protoni ad un livello energetico basso, con recupero della magnetizzazione longitudinale; aumenta nei solidi;
- **T2 o rilassamento trasversale:** desincronizzazione dei protoni con conseguente decadimento della magnetizzazione trasversale; aumenta nei liquidi.

L'immagine che otteniamo si forma utilizzando il segnale di risonanza emesso dai nuclei di idrogeno, dopo essere stati eccitati dalle radiofrequenze.

L'ampiezza dei segnali dipende poi dal tessuto in esame.

Il contrasto dipende per lo più da T1 e T2.

Avviene poi la ricezione del segnale e l'immagine viene ricostruita al computer.

Mezzi di contrasto: sono quelle sostanze che modificano i tempi di rilassamento dei tessuti (e non + la densità come per la radiologia ed ecografia).

la diffusione prevede un passaggio dal compartimento vascolare al parenchimale. (Gd dta per gadolino)

- **Gd-DTPA:** mdc intravascolare-interstiziale, consente uno studio dinamico di una lesione; posso così studiare in caso di tumore la velocità di ingresso e di uscita all'interno del tumore ma anche di un organo. (DTPA: diethylenetriamine penta-acetic acid)
- **Gd-BOPTA (epato-specifico)** viene accumulato negli epatociti funzionanti e secreto nella bile, permettendo una migliore caratterizzazione di lesioni epatiche focali ed uno studio delle vie biliari. (BOPTA: Gadobenate dimeglumine) se la cellula è morta non capterà il Mdc.

Rispetto ai mdc iodati, questi sono meglio tollerati perché vengono iniettati in quantità nettamente minori tale da rendere trascurabili e meno frequenti sia le reazioni tossiche che immuno-allergiche.

L'unica avvertenza riguarda gli individui con preesistente reazione al MDC paramagnetico.

Controindicazioni RM:

- pacemaker, è una controindicazione all'esecuzione della RM perché il funzionamento quando viene inserito nel campo magnetico può cambiare. Ma non è una controindicazione assoluta perché in alcuni casi è possibile disattivarlo per il tempo della risonanza.
- frammenti sensibili, metallici sensibili all'azione del campo magnetico in qualsiasi parte del corpo
- clip usate negli interventi chirurgici se sono antiche (oggi vengono utilizzate clips in titanio che non creano problemi alla RM)
- claustrofobia del pz

SPETTROSCOPIA A RM

con questa tecnica si fa uno studio funzionale, producendo spettri RM localizzati spazialmente di elementi quali H1, C13, Na23, P31. Molto usata soprattutto per visualizzare il cervello e permette di studiare processi biochimici interni al corpo, basandosi sul principio chimico fisico chimica shift, cioè linee a diversa frequenza di risonanza identificano i differenti composti chimici di questi elementi e l'ampiezza delle linee è misura della concentrazione delle corrispondenti sostanze.

RM di diffusione

Studia la diffusività delle molecole di acqua attraverso il loro movimento random (Browniano) indotto dall'energia termica. Questa tecnica osserva in maniera non invasiva il processo di diffusione in vivo, applicato ad esempio per capire la tipologia di ictus.

Infatti in caso di ictus acuto la prima cosa da fare è la TC cerebrale, senza mdc perché la densità del sangue è diversa dalla densità del parenchima. Se l'ictus è ischemico la TC è negativa, mentre se è emorragico la TC lo evidenzia.

dopo 7-10 gg faccio una imaging di diffusione per studiare come arriva il sangue alle diverse zone del cervello, indipendentemente dal tipo di ictus. È una tecnica utilizzata anche in oncologia perché la multicellularità fa diffondere meno acqua.

MEDICINA NUCLEARE

Tecniche che utilizzano sorgenti radioattive non sigillate per la diagnosi e per la terapia di patologie umane al livello di organi e tessuti.

Abbiamo quindi bisogno della sorgente radioattiva, di un vettore per veicolare la radioattività nel punto desiderato, un sistema di rilevazione della radioattività (tomografo o gamma camera).

Le metodiche di medicina nucleare possono quindi essere:

- **Diagnostiche-prognostiche:** rappresentano le principali applicazioni, il segnale somministrato in genere per via endovenosa viene rilevato dall'esterno attraverso apparecchiature specialistiche. Con queste metodiche è possibile rendere evidente la biodistribuzione, l'accumulo e l'escrezione di traccianti radioattivi, nonché di estrarre dati quantitativi e porli in curve attività-tempo, quindi seguire dinamicamente un processo
- **Terapeutiche:** il radionuclide e il veicolo sono somministrati a dosi più alte allo scopo di irradiare un processo patologico. Per poter irradiare e uccidere le cellule del tumore vanno usati radionuclidi che emettono

particelle α o β , perché danno un alto trasferimento di energia e riescono più facilmente ad uccidere il bersaglio. Usati solo a scopo terapeutico perché percorrono una brevissima distanza nella materia, la ionizzano e provocano danni al DNA.

Normalmente i radionuclidi si indicano con una simbologia precisa: simbolo dell'elemento + numero di massa in alto a sx (A), numero atomico in basso a sinistra (Z) e di lato a destra c'è il numero di neutroni (N).

il numero di neutroni = (numero di massa – numero atomico). Il radionuclide è un atomo di un elemento il cui nucleo è instabile, si trasforma in un nucleo stabile attraverso un processo di trasformazione che richiede emissione di energia (decadimento radioattivo), in quanto l'instabilità deriva da un sovraccarico di energia all'interno del nucleo. L'energia è persa sotto forma di fotoni γ o di radiazione corpuscolata e il nuclide figlio, rispetto al padre, può avere numero atomico ridotto, aumentato o invariato. Il decadimento radioattivo non è influenzato né dalla temperatura, né dalla pressione e né dalle combinazioni chimiche, quindi è qualcosa di imperturbabile; ciò significa che quando i radionuclidi vengono combinati al vettore, non si va ad alterare il loro tempo di decadimento:

- Decadimento α = avviene per nuclei molto pesanti ed instabili che, per raggiungere la stabilità, emettono particelle α di massa 4 e carica +2 (praticamente un nucleo di elio), sono molto pesanti e molto cariche: viaggiano per brevi distanze nella materia, ma ionizzano molto la materia che attraversano, in genere usate a scopo terapeutico
- Decadimento β^- = il nucleo è instabile per un eccesso di neutroni; il neutrone nel processo di decadimento si trasforma in protone e rimane una particella a carica negativa -1 nel nucleo, che viene emessa sotto forma di particella β^- ed ha la massa dell'elettrone. Anche tali particelle viaggiano nella materia ionizzando ma per una distanza leggermente maggiore rispetto alle α
- Decadimento β^+ = in questo caso è un protone a trasformarsi in neutrone, per cui rimane una carica positiva +1 nel nucleo, la quale viene espulsa sotto forma di positrone, cioè una particella che ha la massa dell'elettrone ma carica opposta: viaggia poco nella materia ma, scontrandosi con un elettrone, le masse delle due particelle scompaiono e compare energia. Si usa nella PET
- Decadimento γ o Transizione isomerica: Il nucleo si trasforma emettendo energia ma non cambia né il numero atomico né il numero di massa; l'energia è rilasciata sotto forma di fotoni γ , spesso il nuclide figlio è in uno stato di stabilità non del tutto definita, per questo è detto Metastabile

Le particelle α non viaggiano molto nella materia e per schermarle è perfino sufficiente un foglio di carta. Le particelle β possono viaggiare un po' in più e vengono schermate con la plastica. I fotoni γ che vengono dal nucleo sono altamente penetranti e vengono schermati dal piombo. I raggi γ e i raggi X hanno le stesse proprietà fisiche (sono entrambi schermati dal piombo) ma la differenza è che i raggi γ vengono dal nucleo mentre i raggi X vengono dal riarrangiamento dell'elettrone degli orbitali nell'atomo.

Avendo una sostanza radioattiva, non si può dire quale atomo precisamente decadrà in quel preciso istante ma si può definire la frazione di atomi che decade nell'unità di tempo, il decadimento radioattivo segue quindi una legge di tipo esponenziale negativo. Quindi per ogni unità di tempo decade una frazione costante di atomi

Se introduciamo una sostanza radioattiva nell'organismo scomparirà sia per effetto del decadimento radioattivo (emivita fisica), sia per effetto dell'eliminazione biologica della

sostanza (emivita biologica).

Una misura della velocità di decadimento è l'emivita fisica, cioè il tempo necessario perché la dose di radioattività si dimezzi. Più breve è l'emivita più rapidamente questo nuclide decadrà e questo vuol dire che la dose di radiazione al paziente sarà minore.

Il radionuclide unito ad una molecola biologica, organica o sintetica, non presenta più la sola emivita fisica ma presenta anche l'emivita biologica del vettore, che ha un suo percorso biochimico, ed è il tempo necessario affinché la concentrazione di tale sostanza si riduca del 50%, il tempo che il corpo impiega ad eliminare una determinata sostanza radioattiva. Se per esempio si utilizza un tracciante eliminato per via renale dovrò far bere il paziente per accelerare l'emivita biologica e quindi l'emivita effettiva è sempre molto più bassa dell'emivita fisica e la somma di emivita fisica + emivita biologica dà l'emivita effettiva.

L'altro parametro importante è l'energia di emissione., che può essere più o meno favorevole in relazione all'apparecchiatura che utilizzo.

Radionuclidi

prodotti artificialmente; Il radionuclide γ -emittente più usato nelle metodiche diagnostiche è il **Tecnezio99m**

La sua emivita è 6 ore e l'energia che emette è rappresentata da fotoni γ di 140 KeV. Il Tecnezio viene prodotto da un generatore a partire dal **Molibdeno99**, per decadimento β^- , si trasforma in Tecnezio99m dove m sta per Metastabile, perché pur essendo un nucleo figlio rimane comunque parzialmente instabile e continua ad emettere fotoni γ per raggiungere la stabilità. Radionuclidi per applicazioni terapeutiche sono quelli poco penetranti ma molto efficaci (decadimento α e β), cioè hanno un elevato LET (Linear Energy Transfer). Il più usato tra questi è lo Iodio¹³¹ che oltre ad emettere particelle β^- sfruttate in terapia emette anche fotoni γ sfruttati nella diagnostica.

I **radionuclidi positrone-emittenti** hanno emivita molto breve, nell'ordine del minuto, e il più usato tra questi è il Fluoro¹⁸, usato per generare il Fluoro-Desossi-Glucosio, un tracciante usato in diagnostica oncologica. Il fatto che l'emivita di queste sostanze sia così breve, eccetto il fluoro, costringe a produrli in loco e usarli immediatamente, altrimenti i radionuclidi decadono troppo presto. Quindi si usano piccoli acceleratori di particelle che producono positroni in loco, usati per bombardare dei nuclei stabili, così da farli diventare instabili.

I **radionuclidi semplici** sono utilizzati in quanto tali come lo iodio, per la scintigrafia tiroidea o la terapia metabolica della tiroide. In questo caso utilizzo un radionuclide che è omologo alla sostanza naturale, infatti il sale viene concentrato al livello della tiroide, la cinetica biologica è uguale a quella del composto naturale e l'unica differenza è che, essendo radioattivo, lo posso rilevare dall'esterno.

I **radiocomposti o radiofarmaci** sono sostanze fredde marcate con un radionuclide che consente di seguirne la cinetica nell'organismo. A seconda del composto che utilizzo posso studiare funzioni diverse al livello dello stesso organo ad esempio al livello del cuore se uso l'acqua va nelle coronarie e permette di fare studi di flusso, se somministro zucchero marcato con fluoro¹⁸ al livello del cuore le cellule captano lo zucchero. Le informazioni che otteniamo, sono tradotte in immagini che non sono altro che una distribuzione spaziale e temporale acquisendo degli studi dinamici con immagini seriate nel tempo di una specifica funzione biologica dell'organo in studio. Sostanzialmente quando utilizziamo queste metodiche vogliamo da un lato esplorare una specifica funzione e dall'altro posso fare delle misure quantitative talvolta sufficienti ai fini diagnostici come nel caso di una scintigrafia ossea.

Uno degli obiettivi a scopo diagnostico è quello di evidenziare le alterazioni funzionali in una fase molto precoce poiché le