

Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma
Facoltà di Medicina e Chirurgia "A. Gemelli"

Scuola Provinciale Superiore di Sanità Bolzano
Landesfachhochschule für Gesundheitsberufe Bozen
"Claudiana"

**CORSO DI LAUREA IN TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA PER
IMMAGINI E RADIOTERAPIA
LAUREATSSTUDIENGANG FÜR MEDIZINISCHE RÖNTGENTECHNIK**

**TESI DI LAUREA
DIPLOMARBEIT**

TITOLO/TITEL

Il paziente pediatrico in radiologia: approccio e percorsi

Der pädiatrische Patient in der Radiologie: Ansatz und Wege

Relatrice/Erstbetreuerin:
Dr. Patrizia Pernter

Correlatrice/Zweitbetreuerin:
Dr. Norma Decaminada

Laureanda / Verfasserin der Diplomarbeit
Elisa Vettorazzi

Anno Accademico / Akademisches Jahr 2019/2020

Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma
Facoltà di Medicina e Chirurgia "A. Gemelli"

Scuola Provinciale Superiore di Sanità Bolzano
Landesfachhochschule für Gesundheitsberufe Bozen
"Claudiana"

**CORSO DI LAUREA IN TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA PER
IMMAGINI E RADIOTERAPIA
LAUREATSSTUDIENGANG FÜR MEDIZINISCHE RÖNTGENTECHNIK**

**TESI DI LAUREA
DIPLOMARBEIT**

TITOLO/TITEL

Il paziente pediatrico in radiologia: approccio e percorsi

Der pädiatrische Patient in der Radiologie: Ansatz und Wege

Relatrice/Erstbetreuerin:
Dr. Patrizia Pernter

Correlatrice/Zweitbetreuerin:
Dr. Norma Decaminada

Laureanda / Verfasserin der Diplomarbeit
Elisa Vettorazzi

Anno Accademico / Akademisches Jahr 2019/2020

Indice

I. INTRODUZIONE

II. I BAMBINI NON SONO PICCOLI ADULTI

1. Le fasce d'età, lo stato di salute e le sfide particolari.....5
2. L'interazione tra paziente pediatrico, accompagnatori e personale sanitario....11
3. L'ambiente.....16

III. LE RADIAZIONI, IL CAMPO MAGNETICO, GLI ULTRASUONI ED IL MEZZO DI CONTRASTO

1. Le radiazioni ed i loro rischi.....20
2. Il campo magnetico.....32
3. Gli ultrasuoni.....36
4. I mezzi di contrasto.....36

IV. LE SALE DIAGNOSTICHE IN RADIOLOGIA

1. La sala ecografica.....41
2. La Risonanza Magnetica (RM).....43
3. La diagnostica radiologica convenzionale.....46
4. L'esame in scopia.....49
5. La sala di Tomografia Computerizzata (TC).....52

V. CONFRONTO TRA CLINICA PEDIATRICA E STRUTTURA OSPEDALIERA NON DEDICATA

1. La realtà di una clinica non dedicata al paziente pediatrico ed una clinica dedicata a confronto.....57
2. Alcuni numeri.....63
3. La realtà dell'ospedale di Bolzano e alcuni piccoli suggerimenti per il futuro. .66

VI. CONCLUSIONE

- Allegati**.....69
- Acronimi**.....71
- Bibliografia-sitografia-indice delle figure e dei grafici**.....73

ABSTRACT

Background. L'affluenza dei pazienti pediatrici in una struttura non dedicata è bassa. Di conseguenza, il TSRM può trovarsi in difficoltà nell'approccio con il bambino. In particolare quando quest'ultimo è agitato o poco collaborante.

Oltre alla gestione del piccolo paziente, il TSRM deve informare l'accompagnatore sulla procedura e organizzare l'esame, impiegare le misure di radioprotezione e prevenire i danni dovuti al campo magnetico nonché contattare, qualora dovesse essere necessario, l'infermiere, l'anestesista e il medico radiologo.

Materiali e metodi. Sono state individuate le fasce d'età del paziente in età evolutiva e le caratteristiche del comportamento e dell'approccio del bambino con l'ambiente, l'accompagnatore e il personale medico-sanitario in generale.

In seguito si sono analizzate la sala d'attesa e la sala diagnostica, evidenziando tutti i fattori che possono influenzare lo stato d'animo del paziente.

Tali informazioni sono servite per determinare quali sia il metodo d'approccio migliore da adottare verso il bambino e l'accompagnatore, prendendo in considerazione i rischi non eliminabili come l'impiego delle radiazioni ionizzanti, la presenza del campo magnetico ecc. ed i fattori che possono agitare il paziente ma che possono essere gestiti, tra cui la paura del buio o dell'abbandono, il rumore, mantenere una posizione costante nell'arco del tempo...

Infine sono state messe a confronto la realtà dell'ospedale di Bolzano "San Maurizio" con quella dell'ospedale pediatrico di Firenze "Meyer".

Risultati. È emerso che una struttura non dedicata al paziente pediatrico può mettere a disposizione dei dispositivi di intrattenimento per i bambini, ad esempio dei giochi da osservare o tenere in braccio, ove possibile, durante l'esecuzione della prestazione.

Inoltre si possono introdurre degli spazi nelle sale d'attesa e fornirli di un tavolo con delle sedie su misura, carta e matite colorate, opuscoli informativi per bambini, libri...

Lo spazio dedicato al bambino può essere diviso da quello dell'adulto tramite un pannello in plexiglass per garantire una certa riservatezza.

Le sale d'esame rappresentano un ostacolo in quanto sono spesso buie ed estranee al bambino. È compito del TSRM dare al paziente le indicazioni da seguire per la riuscita dell'esame e mantenere sempre viva la comunicazione, basandosi sulle necessità e la fascia d'età del paziente.

Conclusioni. I risultati hanno permesso di elaborare delle strategie per organizzare la sala d'attesa e d'esame per eseguire al meglio le prestazioni ai pazienti pediatrici, basandosi sulla comunicazione verbale e non verbale, evitando di dovere ripetere l'esame.

Parole chiave: paziente pediatrico, TSRM, approccio, accompagnatore, sala d'esame

I. INTRODUZIONE

Scopo del lavoro è quello di analizzare le caratteristiche di una struttura radiologica in un ospedale comune per quanto riguarda l'approccio dei pazienti pediatrici e di implementare strategie di adeguamento ai piccoli pazienti nel loro percorso diagnostico in ambito radiologico. Si cerca quindi di definire, una volta scelta la metodica adatta da parte del medico radiologo, come eseguire al meglio l'esame, tenendo presente l'aspetto comportamentale del piccolo malato, senza naturalmente dimenticare gli aspetti tecnici di ottimizzazione dell'esame e naturalmente le problematiche di radioprotezione.

Il paziente pediatrico non è da considerarsi un "piccolo adulto" ma è una creatura in continua crescita e sviluppo psico-fisico, che necessita di attenzioni e cure diverse da quelle dell'adulto, diversificate per ogni singola fascia di età e per patologia. Ciò vale anche per le strategie diagnostiche che, avvalendosi delle stesse metodiche come per gli adulti, richiedono differenti accorgimenti con particolare attenzione alla preparazione dell'esame, all'esecuzione stessa e al congedo del piccolo paziente.

I bambini hanno spesso paura del buio o di stare da soli, senza il supporto dei loro genitori, hanno paura di ciò che non conoscono, dei muri spogli delle nostre "diagnostiche", dei nostri camici freddi e tutti uguali.

Il personale tecnico e medico dedicato alla radiologia pediatrica dovrebbe quindi conoscere, prevenire o almeno ridurre paure e timori del piccolo paziente.

In ospedale e in radiologia in particolare, a queste paure si aggiungono la paura del dolore, lo shock di un trauma appena subito, l'influenza sul loro comportamento delle preoccupazioni dei genitori.

Di conseguenza il bambino può agitarsi e rendere difficile a tecnico e radiologo l'esecuzione dell'esame, rischiando a volte di dovere ripetere più volte il radiogramma, esponendo il piccolo a più radiazioni.

Quindi, per quanto riguarda l'aspetto di radio-esposizione e di radioprotezione, sia il medico che il tecnico di radiologia, dovrebbero conoscere il principio di "Alara", eliminare l'uso di esami multifasici, limitare l'esame all'area di interesse, aggiustare la tecnica alla mole del paziente. Indispensabile è la conoscenza e lo sfruttamento di tutti i dispositivi di riduzione di dose al paziente, che le apparecchiature allo stato d'arte offrono, soprattutto riguardo la metodica TC. (Inoltre nell'esecuzione di una TC, la corrente del tubo in mA dovrebbe essere ridotta da un sistema di modulazione automatica con o senza adattamento al peso del paziente.)

Infine, per confrontare la realtà di un ospedale generale come quello di Bolzano, a quella di un ospedale pediatrico ho frequentato il reparto di Radiodiagnostica della Clinica Universitaria "Meyer" di Firenze, con il desiderio di imparare a gestire i piccoli pazienti e a metterli a proprio agio.

II. I BAMBINI NON SONO PICCOLI ADULTI

In questo capitolo si classifica il paziente in età evolutiva in base al suo stato di salute e alla fascia d'età. Si trattano inoltre i fattori che causano le problematiche e le criticità nell'esecuzione dell'esame e le loro possibili soluzioni.

“Il bambino non è un piccolo adulto” e l'approccio del TSRM dovrà essere pertinente alla fascia d'età ed allo stato di salute del singolo individuo.

L'esame del paziente pediatrico richiede la collaborazione del tecnico sanitario di radiologia medica con altre figure sanitarie tra cui il radiologo, l'infermiere, l'anestesista e i colleghi TSRM. Inoltre, a seconda della fascia d'età, può essere necessaria la collaborazione con l'accompagnatore del paziente, che dovrà sempre essere informato sulla procedura dell'esame.

Una differenza fondamentale tra adulto e bambino è la maggiore radiosensibilità del bambino, con conseguente rischio radiogeno maggiore. Data la maggiore aspettativa di vita, anche la probabilità di manifestare effetti tardivi del danno radiogeno sarà maggiore. Un fondamentale fattore che richiede tutta l'attenzione del tecnico sanitario di radiologia medica (TSRM) è perciò la radioprotezione.

L'anatomia del bambino è diversa e differisce da quella dell'adulto a seconda dell'età evolutiva, maggiormente, in età precoce e a statura più piccola. Per esempio, va tenuto conto sempre riguardo alla radioprotezione, della distribuzione differente del midollo ematopoietico rispetto all'adulto, che sarà più esposto alle radiazioni ionizzanti anche nelle radiografie del tronco e nell'esame in scopia.

In radiologia pediatrica si viene confrontati anche con patologie peculiari che non esistono in età adulta e che richiedono tecniche di imaging dedicate. Inoltre, si manifestano patologie dell'adulto in un organismo biologicamente diverso, che necessita di accurati sistemi di radioprotezione.

Ma la differenza non sta soltanto nell'anatomia e fisiologia. Il paziente pediatrico differisce dall'adulto nella sua emotività, percezione e reattività, caratteristiche che incidono significativamente sul successo di un esame diagnostico/terapeutico. Di

conseguenza, il modo con il quale il TSRM si avvicina al piccolo paziente dovrà essere pertinente alla fascia d'età ed allo stato di salute del singolo individuo.

1. Le fasce d'età, lo stato di salute e le sfide particolari

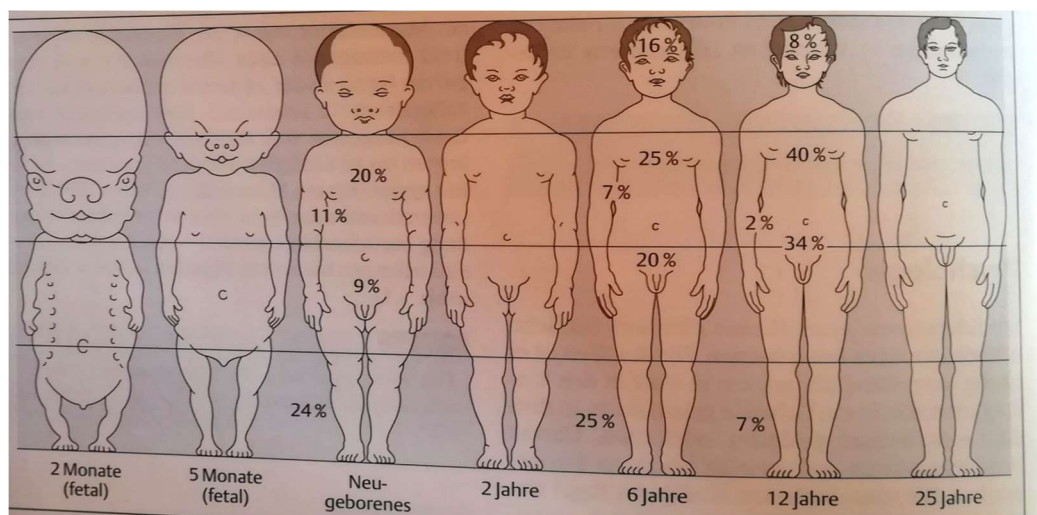


Figura I: percorso evolutivo del bambino dai 2 mesi (fase fetale) all'età adulta. Le percentuali indicate in figura si riferiscono alla distribuzione e sedi del midollo osseo responsabile per la formazione delle cellule sanguigne

Ogni bambino ha il diritto di essere fisicamente e mentalmente sano e di vivere e crescere in un ambiente ottimale per garantire la salute dell'individuo, definita come “uno stato di completo benessere fisico, sociale e mentale, e non soltanto l'assenza di malattia o d'infermità.” (OMS)

Sarebbe buona norma che tutte le persone che lavorano con bambini e con le loro famiglie fossero muniti di un bagaglio di conoscenze base, come la comprensione della normale e sana crescita del bambino, delle sue esigenze psico-fisiche, e di seguito la capacità di riconoscere i segni di “salute” compromessa. Il bambino che giunge all'esame diagnostico è un bambino con problematiche di salute psicofisica di grado variabile e richiede un congruo comportamento da parte degli operatori sanitari, onde evitare azioni che potrebbero compromettere ulteriormente il suo stato di salute non soltanto fisica ma anche mentale. Pertanto è indispensabile avere conoscenze base delle peculiarità intrinseche di ogni fascia d'età.

1.1. Le fasce d'età

Le fasce d'età, secondo Bruce W.Long et al., Merill's Atlas of radiologic positioning & procedures, thirteenth edition, si suddividono in:

Il neonato (0-28 giorni di vita) e il lattante (4 settimane-12 mesi di vita)

Nel primo anno di vita è fondamentale la garanzia delle necessità fisiche del piccolo paziente, l'ambiente con temperatura adeguata, tranquillo e con illuminazione adeguata. Ma la separazione dai genitori o dalle figure di riferimento, cioè il passaggio del bambino dalle braccia al tavolo o lettino può indurre agitazione nel piccolo, con conseguente difficoltà ad eseguire l'indagine radiologica. Senza la collaborazione delle persone di riferimento il rischio di un esame non diagnostico è frequente. La loro presenza fisica, la voce familiare, il tocco della mano conosciuta sono spesso indispensabili requisiti per il successo del lavoro del TSRM.

È utile, instaurare un rapporto di fiducia tra TSRM e genitori/accompagnatore, dimostrando rispetto e professionalità, avvalendosi di una corretta informazione, spiegando con dovuto anticipo le manovre da impiegare per la esecuzione dell'indagine radiologica.

Il piccolo paziente non va mai lasciato inosservato o solo. Il TSRM e/o il medico radiologo nel momento in cui il paziente si trova nel reparto, è anche responsabile della sua sicurezza.

La prima infanzia (tra primo e secondo anno di vita)

I bambini nella prima infanzia sono fisicamente più forti dei neonati e lattanti e quindi immobilizzarli sarà più difficile ed è spesso necessario chiedere l'aiuto per l'esecuzione dell'esame a un collega di lavoro, ad esempio un infermiere o un altro TSRM, oppure ad un accompagnatore del paziente che non sia minorenne o non sia una mamma in stato di gravidanza. Il bambino, in generale, non vuole stare immobile, rendendo più complessa la prestazione radiologica. Le posizioni d'esame possono essere dolorose e i volti estranei degli operatori sanitari coinvolti nell'esecuzione dell'esame possono ulteriormente agitare il bambino.

Quando il TSRM si rivolge al bambino, dovrebbe adottare un linguaggio semplice, utilizzare delle frasi brevi ed utilizzare delle parole concrete, in quanto il piccolo non possiede ancora un linguaggio abbastanza sviluppato da potere comprendere pienamente le istruzioni che gli vengono fornite.

La capacità di attenzione, inoltre, è piuttosto bassa (perché il piccolo non mantiene una posizione fissa e costante nel tempo). La facile distraibilità dei neonati e lattanti è un vantaggio perché basta un gioco di luci o di suoni per fargli dimenticare l'ambiente per lui non del tutto familiare che lo circonda.

La seconda infanzia (età compresa fra i 2 e i 6 anni)

In questa fase del percorso di crescita, il bambino perfeziona il suo codice emotivo e quindi sarà più collaborante. Dipenderà dalla personalità del piccolo paziente, dal suo temperamento, nonché dallo stato di compromissione del suo benessere psicofisico se sarà possibile instaurare un rapporto positivo, preliminare all'esecuzione dell'esame radiologico.

Il TSRM illustra la metodica e la procedura soffermandosi sulle curiosità espresse dal paziente utilizzando un linguaggio consono alla fascia d'età e alle conoscenze di quest'ultimo.

Informa, inoltre, l'importanza della collaborazione e quindi l'osservanza delle istruzioni impartite dal TSRM per la riuscita dell'esame.

Il TSRM può scegliere terminologia familiare al paziente, per esempio parlare di "macchina fotografica" oppure "telecamera" per spiegare la funzione del tubo radiogeno. Inoltre è importante mantenere viva la comunicazione con il paziente durante la procedura, avvisandolo continuamente sui singoli passaggi durante l'esecuzione dell'esame.

Le istruzioni andrebbero formulate sotto forma di domande aperte ad esempio "Vuoi salire sul lettino, metterti il grembiolino, piegare il ginocchio, eccetera". In questo modo si lascia al paziente la sensazione di potere scegliere quando in realtà non ha una scelta vera e propria. Inoltre il bambino cerca spesso l'approvazione degli adulti ed è importante lodarlo ed incoraggiarlo per potenziare la sua fiducia per gli appuntamenti medici futuri.

Il bambino appartenente alla seconda infanzia inizia a fare parte della società al di fuori del nucleo familiare. Con la frequenza di nido e asilo inizia a conoscere i suoi coetanei e ad affidarsi agli insegnanti della scuola materna. Inizia a copiare e imitare comportamenti di persone all'interno ed esterno del nucleo familiare, atteggiamento da sfruttare anche per fargli assumere delle posture per eseguire determinate proiezioni per l'esame radiologico.

Dare tempo al bambino in età prescolare per stabilire un rapporto con le figure sanitarie coinvolte al suo esame permetterà di lavorare meglio e in serenità.

La terza infanzia (periodo dai 6 anni all'inizio della pubertà)

Il periodo della terza infanzia porta con sé dei grandi cambiamenti a livello sociale e comportamentale. Il bambino entra in scuola, dove trascorre un lungo tempo con coetanei e persone adulte, esterne al suo nucleo familiare; interagisce quotidianamente con la società e le sue regole. Inizia a maturare un senso di indipendenza dalla famiglia stretta ma è ancora molto legato al nucleo familiare.

Il paziente in età scolastica è in grado di seguire le indicazioni del TSRM. La sua curiosità richiede una precisa spiegazione del “come” e “perché”. Un linguaggio colloquiale può assicurare una certa complicità e affermazioni confortanti possono gratificare il paziente nello svolgimento della prestazione.

Inoltre il paziente di questa fascia d'età non ha necessariamente bisogno di essere immobilizzato tanto quanto i pazienti più piccoli e si possono utilizzare i dispositivi di immobilizzazione e contenimento degli adulti.

L'adolescente (età compresa dai 12 anni ai 18 anni)

L'adolescenza, periodo di transizione dall'infanzia all'età adulta, racchiude in sé le caratteristiche del bambino e del giovane adulto in fase di sviluppo. Di conseguenza anche le esigenze durante l'esecuzione delle prestazioni radiologiche saranno quelle del paziente pediatrico tra cui la necessità di aiuto e conforto, ma anche la riservatezza, la professionalità e la sicurezza, in quanto si avvicina sempre più all'età adulta.

Il TSRM deve rispettare la necessità di “privacy” del paziente adolescente, per esempio dargli la possibilità di cambiarsi in un'area riservata e bussare alla porta prima di farlo accedere alla sala d'esame o chiedere se preferisce la permanenza del genitore o accompagnatore in sala o in prossimità della sala diagnostica. Limitare il numero di persone coinvolte all'esame ridurrà notevolmente il suo stato di stress. Se nel reparto sono presenti dei TSRM e dei medici di entrambi i sessi, si può chiedere al paziente se preferisce che l'esame venga eseguito da un uomo piuttosto che da una donna.

Qualora il paziente in esame sia di sesso femminile bisogna escludere, nel caso di esami con impiego di radiazioni ionizzanti o RM una possibile gravidanza, spiegando anche il motivo della domanda.

1.2. Lo stato di salute

Lo stato di salute del piccolo paziente che giunge in radiologia, incide notevolmente sull'interazione tra paziente stesso e personale sanitario.

Empatia e fantasia sono requisiti utili per un adeguato approccio al paziente, sia sano, sofferente fisicamente oppure psicologicamente, traumatizzato o diversamente abile. Ogni situazione richiede strategie differenti. La collaborazione con l'accompagnatore, l'empatia e professionalità garantiranno la buona riuscita dell'indagine radiologica.

Un bambino sano, che giunge in radiologia per l'esecuzione di una ortopantomografia (OPT) oppure per una radiografia per stabilire l'età ossea, potrebbe sentirsi impaurito dall'ambiente estraneo e quindi essere poco collaborante, o al contrario essere incuriosito e di facile gestione. Paura e tristezza possono manifestarsi sotto forma di rabbia. Spetterà al TSRM comprendere la causa del disagio per potere effettuare la prestazione radiologica in sicurezza e al meglio. Il successo della indagine radiologica dipenderà dal benessere psicologico del bambino in sala diagnostica.

La malattia si accompagna spesso al dolore fisico, sia nel paziente pediatrico che nell'adulto e questo potrebbe impaurire la famiglia e il malato. Il legame emotivo tra paziente e genitore risulta generalmente più forte e rendere il genitore partecipe all'esame può essere di aiuto ad entrambi. Tuttavia, bisogna ricordarsi di non mettere a rischio la salute dell'accompagnatore.

Il paziente pediatrico con trauma può necessitare di sedazione per garantire e mantenere la posizione appropriata, richiesta per lo svolgimento corretto della prestazione radiologica e per lenire il dolore. Il bambino cosciente può provare dolore in diverse fasi dell'esame, in particolare durante gli spostamenti (da supino a seduto, traslazione dalla barella al letto porta-paziente) e durante i movimenti da effettuare per il posizionamento corretto prima dell'acquisizione delle immagini.

Particolare attenzione alle posture del piccolo paziente è richiesta nel caso questo si trovi in stato di incoscienza. In questo caso la gestione del paziente è redatta dall'anestesista, dal pediatra o da un'altra figura medica.

1.3. Sfide particolari

Il bambino con disabilità fisiche o mentali ha bisogno di una particolare attenzione che richiede empatia e sensibilità da parte dell'operatore sanitario, in particolare del TSRM. Di solito si avvale della collaborazione dei genitori di fiducia.

I genitori inoltre hanno la necessaria dimestichezza nello spostare il bambino, qualora sdraiato su barella o seduto in sedia a rotelle. Conviene pertanto richiedere la loro assistenza nella fase di spostamento. Il bambino sa spesso come sia meglio aiutarlo e può indicare al TSRM quali parti del corpo preferisca che vengano supportate e quali invece riesce a muovere autonomamente.

Il bambino che presenta delle contrazioni spastiche può sentirsi frustrato per non essere in grado di controllare i propri movimenti muscolari, che potrebbero complicare la corretta esecuzione dell'esame radiologico. Per rilassare i muscoli del paziente si può utilizzare una coperta calda oppure procedere con dei massaggi leggeri. Comunicare con un bambino che presenta una disabilità mentale non è semplice. Alcuni pazienti reagiscono agli stimoli verbali ma possono spaventarsi in presenza di rumori forti ed improvvisi.

I bambini immigrati necessitano spesso di ulteriori accorgimenti. Quando il TSRM, il paziente e i genitori/accompagnatori non parlano la stessa lingua è necessaria la presenza di un interprete. È importante assicurarsi che questa figura comprenda bene le spiegazioni del TSRM o del personale sanitario coinvolto nell'esame. In alternativa ci si può avvalere di accorgimenti comuni a tutti i bambini del mondo, tra cui il giocattolo offerto, il pupazzo clown, i suoni (campanellino), i colori, il sorriso della persona presente, la gentilezza e disponibilità di spiegare e ripetere le informazioni, qualora queste non vengano comprese immediatamente dagli interlocutori.

2. L'interazione tra paziente pediatrico, accompagnatori e personale sanitario

La buona riuscita del lavoro in diagnostica radiologica è frutto dell'interazione tra paziente pediatrico e personale sanitario. L'interazione è condizionata dall'età del piccolo e dal suo stato di salute, come accennato precedentemente. Al di là della prima infanzia, quando è garantito un certo grado di comunicazione, l'interazione è basata sulla fiducia reciproca tra due figure (TSRM e bambino), e in presenza del genitore, tra tre figure.

Professionalità ed empatia sono requisiti fondamentali a soddisfare le aspettative dei genitori e del piccolo paziente.

2.1. Il bambino e l'accompagnatore

Nel primo anno di vita, la funzione dell'accompagnatore è principalmente quella di tranquillizzare il piccolo paziente avvalendosi della propria esperienza da genitore, riguardo alle esigenze e caratteristiche del bambino. Spesso i pazienti più piccoli giungono in radiologia accompagnati dal personale infermieristico del nido o della pediatria. La loro esperienza professionale nella pratica clinica quotidiana con i piccoli, per esempio la vestizione e svestizione, aiuta a limitare il tempo di permanenza nell'area radiologica. spesso il personale dedicato ricorre a diversi metodi per calmare il neonato agitato, ad esempio il ciuccio, la "pasta dolce" o una piccola siringa riempita di acqua addolcita con zucchero (saccarosio) da somministrare per via orale. Un piccolo sazio sarà più tranquillo del bambino affamato, perciò è da preferire l'esecuzione dell'indagine richiesta dopo l'allattamento, o a paziente addormentato.

Fondamentale nel **neonato/lattante** è la preservazione della sua temperatura corporea. Spesso è necessario svestire il piccolo, per esempio per la esecuzione dell'ecografia. Per preservare il calore si utilizza una coperta calda da avvolgere il piccolo corpicino fino al momento della esecuzione dell'esame radiologico. Particolare attenzione è da prestare al capo, che nel neonato e lattante contribuisce notevolmente alla dissipazione del calore corporeo per la sua grande superficie in rapporto al corpo intero.

La presenza delle persone di riferimento come i genitori, sono più importanti nella **prima e seconda infanzia**, dove il loro ruolo è rassicurare il bambino pauroso o

spaventato. Il complesso ospedaliero può rivelarsi una struttura nemica, fonte di insicurezza e di paura nei momenti dell'esecuzione delle prestazioni che richiedono l'allontanamento delle figure di riferimento. Spesso i bambini giungono in radiologia, già disturbati o traumatizzati da procedure invasive precedenti, quali procedure con l'impiego di aghi come il prelievo del sangue o l'inserimento dell'ago-cannula per l'iniezione del mezzo di contrasto o del farmaco sedativo, l'introduzione di sonde come ad esempio sonde nasali per la pH-metria oppure cateteri rettali e uretrali per gli esami contrastografici gastro intestinali e urogenitali in scopia o ecografia.

Pertanto, ci si trova di fronte a diverse manifestazioni della paura:

- L'attacco: Il paziente si agita, scalcia, urla e piange, allungando il tempo di preparazione all'esame. L'accompagnatore con la sua presenza aiuta a tranquillizzare il paziente ed è fondamentale per l'immobilizzazione del piccolo, nel momento dell'esecuzione della prestazione radiologica, sia che si tratti di un'esposizione radiografica che di un esame ecografico. Per l'esecuzione degli esami TC e di risonanza magnetica il tempo di esecuzione è di lunga maggiore e spesso bisogna ricorrere alla sedazione del paziente. In RM il genitore può accedere alla sala di esecuzione a fianco del bambino, mentre in TC la presenza nel locale esame è da evitare per la sua inappropriata esposizione alle radiazioni.
- La fuga: Il bambino si rifiuta di eseguire l'esame. Non vuole sdraiarsi sul lettino, non vuole liberare la zona da esaminare. Questo comportamento agita anche l'accompagnatore e il nervosismo percepito dal piccolo paziente non fa altro che peggiorare la situazione. Il TSRM può intervenire in modo gentile e tranquillo cercando di distrarre il piccolo con vari accorgimenti come la presentazione di un giocattolo, il coinvolgimento del piccolo in un gioco o con la musica. Può rendersi necessario di posporre l'esame chiedendo all'accompagnatore di tornare in sala d'attesa ed aspettare che il bambino si calmi. Esami non prorogabili vanno eseguiti con sedazione.
- La "paralisi": il bambino si irrigidisce, è spaventato, ha paura di muoversi e non vuole essere toccato per il posizionamento. In generale questa reazione alla paura non implica necessariamente la non-collaborazione del piccolo. Parole

rassicuranti del TSRM e dell'accompagnatore possono aiutare a rendere l'indagine meno traumatica possibile.

Nella **terza infanzia** l'accompagnatore, di fronte ad un bambino tranquillo, semplicemente con la sua presenza, può essere un essenziale sostegno psicologico per il paziente.

Di solito l'esecuzione della prestazione radiologica può avvenire senza l'aiuto dell'accompagnatore e, se in grado di comprendere ed eseguire le istruzioni del TSRM, il piccolo paziente accederà alla sala diagnostica autonomamente.

L'adolescente può essere considerato “un piccolo adulto”, per quanto riguarda il suo sviluppo psicofisico. Alcuni adolescenti si presenteranno autonomamente in diagnostica, alcuni avranno ancora bisogno del sostegno psicologico del parente; comunque la comunicazione tra personale sanitario, accompagnatore ed adolescente sarà più semplice.

2.2. Il personale tecnico, infermieristico, il medico radiologo e altro personale sanitario

Ogni figura professionale in radiologia ha un suo ruolo preciso nella interazione con il paziente e il suo accompagnatore.

L'interazione tra TSRM e medico radiologo inizia con la verifica della appropriatezza dell'esame radiologico prescritto da un medico. Una volta constatata la metodica adatta al quesito clinico, il TSRM provvederà alla esecuzione corretta della prestazione richiesta. Per limitare il tempo di permanenza in diagnostica è indispensabile la preparazione della sala e dell'apparecchiatura radiologica prima dell'accesso del paziente e dell'accompagnatore, mansione che spetta al TSRM, eventualmente supportato dall'infermiere. Un atteggiamento gentile ed un approccio rassicurante e adeguato alla situazione del piccolo paziente e del genitore preoccupato, sono requisiti apprezzati da tutte le persone coinvolte. L'esecuzione rapida e meno traumatica possibile contribuiranno a ridurre lo stress psicologico del bambino per futuri esami di radiologia, qualora fossero necessari.

In generale, alcune accortezze che il TSRM deve considerare sono:

- Presentarsi al paziente e posizionarsi in modo tale da parlare alla stessa altezza del paziente, anche inginocchiandosi.

- Spiegare sia al paziente sia ai genitori la procedura dell'esame simulando, dove possibile, l'atto, per esempio il posizionamento dell'arto, accendendo la luce della "macchina fotografica", praticando la conta dei secondi di durata dell'esame. A qualsiasi bambino piace essere interpellati ed essere resi partecipi della procedura. Il TSRM dovrà mantenere viva la comunicazione con il paziente e con chi lo assiste durante l'esecuzione dell'esame. Per esempio in diagnostica tradizionale, dove saltuariamente è necessario l'aiuto del genitore per l'immobilizzazione dell'arto in esame, il TSRM dovrà avvisare l'accompagnatore quando sarà in corso l'erogazione della radiazione, momento critico, e quando invece potrà allentare la presa sull'arto in esame. La buona comunicazione fra il TSRM, il paziente e l'accompagnatore ai fini di una buona collaborazione, garantisce il successo della prestazione. A tal modo si evita di ripetere la radiografia e ovviamente di esporre inadeguatamente il bambino ad ulteriori radiazioni. Evitare una duplice esposizione è criterio fondamentale della radioprotezione nella radiologia pediatrica.

Il bambino che si trova in un ambiente a lui sconosciuto si fida solo dei genitori e può essere poco collaborante con le figure sanitarie e mediche. Un modo per comunicare con il paziente è anche fare spiegare la procedura attraverso il genitore.

- Non farsi trovare impreparati, sapere ascoltare e portare pazienza. In particolare, sapere rispondere alle domande dei genitori, soprattutto riguardo al rischio delle radiazioni, capire la loro preoccupazione per un bambino "ammalato". Coinvolgere il medico radiologo qualora richiesto dal genitore e dare la massima disponibilità per trovare rimedi a situazioni spiacenti.

Il TSRM, oltre ad interagire con il paziente e l'accompagnatore, deve confrontarsi anche con lo staff infermieristico di altri reparti, l'anestesista ed altre figure mediche coinvolte nella cura del bambino. Il successo del suo lavoro viene garantito anche dalla collaborazione con il personale sanitario del proprio reparto (medici, infermieri e colleghi TSRM).

Il medico radiologo, oltre a eseguire alcuni esami di propria persona, come l'ecografia oppure le indagini in scopia, deve accertarsi, soprattutto per motivi di

radioprotezione in pediatria, della appropriatezza di ogni prestazione radiologica. Negli esami più complessi avvisa il TSRM sul protocollo da applicare, per esempio se un esame RM o TC va eseguito senza o con mezzo di contrasto.

La programmazione dell'indagine radiologica avviene di solito a livello amministrativo secondo le direttive organizzative della struttura. Una volta individuato l'esame appropriato al quesito clinico, questo va organizzato all'interno del reparto di radiologia e le tempistiche di accesso alla diagnostica vanno concordate con i reparti e le figure professionali coinvolte per il trasporto, accompagnamento e l'accoglienza. È importante avvisare gli interessati in anticipo per dare loro la possibilità di organizzarsi e di preparare il necessario, per esempio le attrezzature di monitoraggio e i farmaci, se è richiesta la sedazione del bambino.

L'infermiere in radiologia veste un ruolo importante. La sua presenza è fondamentale in radiologia interventistica, nella sala TC e RM, per esempio per applicare l'ago cannula in previsione di esami contrastografici, per assistere e monitorare il paziente tramite misurazione della pressione arteriosa o della saturazione d'ossigeno. Ma nella radiologia pediatrica anche il radiologo si avvale dell'aiuto del personale infermieristico pediatrico dedicato, avvalendosi della sua dimestichezza e delicatezza necessaria per i pazienti pediatrici.

L'anestesista serve in tutti quei casi che richiedano la sedazione del paziente in vista di esami particolari, quali la RM oppure se i pazienti con problematiche di salute maggiori risultano intubati. Il suo compito è quello di preparare il paziente all'esame radiologico e di monitorarlo durante tutta la durata dell'esame. Le fasce d'età che richiedono maggiormente l'intervento dell'anestesista in vista di una sedazione, sono i neonati e i lattanti, e quindi i pazienti appartenenti alla prima e seconda infanzia nonché i pazienti non collaboranti.

3. L'ambiente

3.1. La sala d'attesa



Figura II: esempi di sale d'attesa per pazienti pediatrici

La sala d'attesa ha il compito di rilassare i pazienti ed i loro accompagnatori mentre attendono il loro turno. Dovrebbe essere uno spazio non necessariamente luminoso ma certamente silenzioso, accogliente e ordinato, con metodi di intrattenimento specifici per ogni fascia di età, dai giocattoli dedicati, ai libri, ad uno schermo per eventuali film, ai games per gli adolescenti. Dovrebbe esserci a disposizione dell'acqua corrente ed una toilette.

Se la sala d'attesa è comune ad adulti e ai bambini, si potrebbe dedicare un angolo o una piccola area ai piccoli pazienti, utilizzando tavoli e sedie della loro misura, mettere a disposizione matite colorate e fogli di carta, appendere dei quadri o applicare degli adesivi sulle mura.

Si possono fornire le sale d'aspetto di un televisore/monitor oppure di un acquario. La sala d'attesa può disporre di una scatola contenente dei giochi. Se la sala d'attesa è abbastanza spaziosa, si potrebbe mettere a disposizione una casetta per intrattenere i pazienti ed i loro accompagnatori mentre attendono il loro turno.



Figura III: esempio di casetta e giochi per intrattenere i bambini (destra), figura di Pinocchio, presso l'ospedale pediatrico "Meyer" di Firenze (sinistra)

Il personale che accede alla sala d'attesa dovrebbe avere un atteggiamento rilassato e professionale, per non agitare i bambini e i loro genitori. Si possono mettere a disposizione delle riviste e dei giornalini da sfogliare per bambini e ragazzi, oppure dei dépliant informativi sulle principali procedure, per preparare il paziente e l'accompagnatore alla prestazione radiologica.

3.2. La sala d'esame



Figura IV: esempio di diagnostica in radiologia tradizionale, porta con avviso dell'impiego di radiazioni ionizzanti, sedia, camerino con specchio, vetro piombato per proteggere il TSRM dal fascio radiogeno, stativo per eseguire esami in ortostatismo e da seduti. I lattanti possono venire appoggiati sul detettore in assenza di lettino porta-paziente.

Le diagnostiche in radiologia, possono apparire buie, fredde ed estranee, perché spesso prive di finestre e di luce naturale. Queste caratteristiche favoriscono il disagio nel bambino. Vi sono comunque diverse strategie atte a tranquillizzare, distrarre e far superare eventuali paure al piccolo paziente, rendendolo più partecipe e collaborativo.

Per illuminare i locali bui si possono installare delle luci soffuse con luminosità e sfumature cromatiche regolabili, che già riescono a rendere tutto più simpatico e accettabile agli occhi del piccolo

Essenziale è quindi sapere accogliere in modo adeguato e fare ambientare il piccolo nella sala diagnostica, mostrandogli ad esempio le apparecchiature utilizzate, facendoglieli conoscere meglio, giocando con la luce del tubo radiogeno o simulando l'esame (senza emettere radiazioni) con un pupazzo o con l'accompagnatore. Durante la simulazione, sarà più facile per il TSRM spiegare l'esame al bambino e questo potrà porgli delle domande ed essere più tranquillo al momento dell'esame. Qualora la tipologia d'esame lo permetta, si possono utilizzare dei giochi, ad esempio dei peluche, per distrarlo. In certi casi si può posizionare il bambino in modo tale da consentirgli di giocare o tenere in mano un gioco di sua proprietà o messo a disposizione dall'ospedale, durante l'erogazione della radiazione. Se possibile si può posizionare il paziente in modo tale che non perda il contatto visivo con il TSRM che si trova dietro al vetro piombato nella sala comandi. A volte è di aiuto accompagnare il genitore del piccolo in sala comandi così che il bambino non perda di vista la sua figura di riferimento, che è protetta dalle radiazioni ionizzanti tramite il vetro piombato.

Gli esami nelle sale TC e di risonanza magnetica durano più a lungo e ci sono più probabilità che il paziente si agiti o che si muova, qualora non fosse già intubato o sedato. Non si può sempre garantire l'accesso alla sala ai genitori o agli accompagnatori, specialmente in risonanza magnetica (ad esempio se l'accompagnatore è un portatore di un impianto metallico di qualsiasi tipo non potrà accedere alla sala). Per tranquillizzare e rendere l'esame più piacevole durante gli esami RM e altre prestazioni di lunga durata, è possibile fare ascoltare delle canzoni al paziente, tramite degli auricolari (esami RM) o altoparlanti installati nell'apparecchiatura TC.

Siccome il piccolo paziente, specialmente se appartiene alle fasce d'età più giovani, viene esaminato in posizione supina, potrebbe essere utile o d'aiuto applicare sul

soffitto delle diagnostiche degli adesivi o degli oggetti con lo scopo di distrarlo durante la prestazione.

Esistono in commercio delle apparecchiature di risonanza magnetica fornite di dispositivi LED sulla “gantry” che permettono di illuminare la sala con differenti tonalità di luce, caratteristica personalizzabile per il rispettivo gusto del paziente.

Il tubo radiogeno e l'ortopantomografo, così come la “gantry” della TC e della risonanza magnetica, possono essere decorati con degli adesivi (che non compromettano o rendano difficoltoso l'utilizzo delle apparecchiature da parte del TSRM).

Tutti questi piccoli accorgimenti renderanno la permanenza in radiologia meno traumatica e sia i genitori che il personale sanitario avranno a disposizione più mezzi per gestire meglio l'emotività dei bambini.

III. LE RADIAZIONI, IL CAMPO MAGNETICO, L' ULTRASUONO ED IL MEZZO DI CONTRASTO

Le metodiche utilizzate nell'imaging diagnostico nel reparto di radiologia impiegano le radiazioni ionizzanti, l'ultrasuono ed il campo magnetico. Alcuni esami richiedono l'impiego del mezzo di contrasto. In questo capitolo vengono descritte le caratteristiche delle singole metodiche, le problematiche ad esse connesse ed eventuali soluzioni. Il paziente sta al centro dell'attenzione, in secondo luogo gli operatori tecnici ed i loro collaboratori durante l'esecuzione dell'esame.

1. Le radiazioni ed i loro rischi

Una differenza fondamentale tra adulto e bambino è la maggiore radiosensibilità del bambino con conseguente rischio radiogeno maggiore. Data la maggiore aspettativa di vita anche la probabilità di manifestare effetti tardivi del danno radiogeno sarà maggiore. Un fondamentale fattore che richiede tutta l'attenzione del tecnico sanitario di radiologia medica (TSRM) è perciò la radioprotezione. (Biagini-1999)

1.1 La classificazione delle radiazioni

Le radiazioni vengono classificate in ionizzanti e non ionizzanti. Le radiazioni ionizzanti, interagendo con gli atomi della materia, riescono ad estrarre degli elettroni dagli orbitali degli atomi con la conseguente produzione di ioni.

Le radiazioni ionizzanti sono i raggi UV-C, i raggi X e i raggi γ . I raggi X si utilizzano in medicina nell'imaging diagnostico (diagnostica tradizionale e TC). I raggi γ vengono impiegati in medicina nucleare (rilevazione tramite gammacamera).

Le radiazioni non ionizzanti comprendono le radiofrequenze, le microonde, i raggi infrarossi, lo spettro di luce visibile, i raggi UVA e UVB.

Questa tipologia di radiazioni non sono abbastanza forti da estrarre gli elettroni dagli orbitali degli atomi.

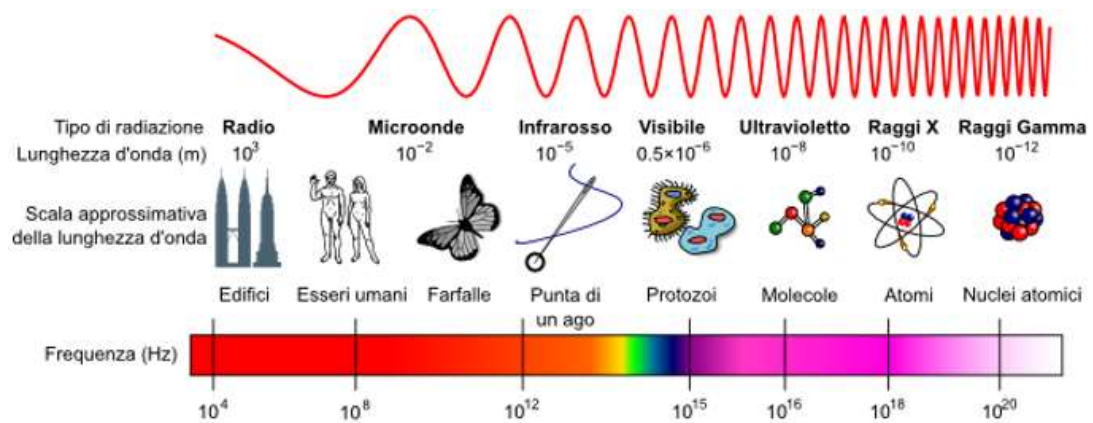


Figura V: Radiazioni: classificazioni e spettri

La figura V rappresenta la classificazione degli spettri delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti in base alla capacità di penetrazione dell'atmosfera terrestre, la tipologia di radiazione con relativa lunghezza d'onda paragonata a degli elementi quotidiani e le rispettive frequenze espresse in Hz.

1.2. La generazione dei raggi X nell'imaging medico

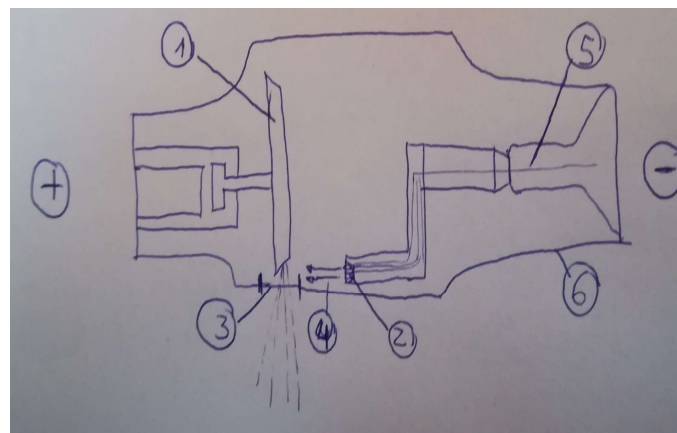


Figura VI: tubo radiogeno

La figura VI rappresenta il tubo radiogeno, la componente che genera ed eroga la radiazione.

È costituito da un involucro contenente un anodo (+) ed un catodo (-). Il catodo (2) fornisce gli elettroni (4) tramite l'effetto termoionico seguendo il percorso segnato in figura (5). Gli elettroni vengono indirizzati verso l'anodo (1), composto da uno strato interno di molibdeno ed uno esterno in tungsteno, tramite una coppa focalizzatrice. Il percorso viene facilitato da un vuoto elevato dentro alla cuffia (6).

Gli elettroni colpiscono e penetrano nell'anodo generando principalmente calore e in piccola parte i raggi X, tramite la "Bremsstrahlung" e "l'emissione dal guscio k". I raggi X così generati escono dal tubo radiogeno tramite una finestra (3) e penetrano nel paziente per poi colpire il detettore.

1.3. Gli effetti delle radiazioni sul DNA

Gli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti sono prevalentemente a carico del DNA (è la struttura nucleica che porta le informazioni genetiche).

Il danno delle radiazioni al DNA è maggiore nelle cellule ad elevato "turn over", per esempio le cellule del sistema ematopoietico e le cellule del rivestimento mucoso del tratto gastroenterico.

La ionizzazione causata dalla radiazione rompe i legami molecolari del DNA della cellula colpita. Questa rottura può causare dei danni reversibili o irreversibili al DNA fino alla morte della cellula. Il nostro organismo è comunque dotato di sistemi che consentono di riparare i danni al DNA; questa facoltà si riduce comunque con l'invecchiamento del corpo. Se la cellula non riesce a correggerlo, l'evento può causare delle mutazioni al tessuto e/o all'organo coinvolto e indurre malattie o tumori. A seconda della dose radiogena erogata, le cellule subiscono danni temporanei o permanenti.

I meccanismi che danneggiano il DNA si possono suddividere in:

- Effetti diretti: Le radiazioni interagiscono direttamente con la doppia elica del DNA.
- Effetti indiretti: Le radiazioni interagiscono con il DNA attraverso la formazione di radicali liberi, danno più frequente (65% circa del danno, in caso di irradiazione con fotoni).

Gli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti assorbite dalla materia si suddividono in:

- Effetti somatici deterministici: immediati
- Effetti somatici stocastici: a lungo termine
- Effetti genetici stocastici: a lungo termine

Gli effetti somatici sono i danni che si manifestano nell'individuo esposto alla radiazione. I danni genetici si manifestano nelle generazioni future dell'individuo in quanto la radiazione danneggia il corredo cromosomico delle cellule nelle gonadi.

Gli effetti deterministici sono danni dose-dipendenti, prevedibili. Superata la dose soglia insorgeranno danni all'organismo, la cui gravità dipende dall'entità (eritemi, esfoliazione, alopecia, diarrea ecc.)

Gli effetti stocastici sono danni imprevedibili che avvengono casualmente e non sono dose dipendenti; con l'aumento della dose aumenta la probabilità che un danno avvenga. Si possono manifestare a distanza di mesi o anni dall'esposizione alla fonte radiogena e comprendono mutazioni del DNA che potrebbero portare la cellula colpita a moltiplicarsi mantenendo la mutazione, sviluppandosi in un tessuto neoplastico (leucemie e tumori solidi) oppure creare un danno genetico per mutazione delle cellule riproduttive con sviluppo di malattie ereditarie nella loro progenie.

Le dosi erogate durante le procedure mediche diagnostiche sono molto inferiori alla dose soglia per gli effetti deterministici. Il rischio delle radiazioni dipende da diversi fattori come sesso, età, tipo di radiazione, dose assorbita da ogni organo e dalla radiosensibilità dell'organo esposto.

Nella figura VII sono stati raggruppati gli organi radiosensibili suddivisi in quattro categorie in base al fattore di ponderazione (Fattore per il quale si moltiplica la dose assorbita in un organo tessuto per tener conto della qualità della radiazione ionizzante).

Gli organi evidenziati in rosso sono quelli più radiosensibili, quelli arancioni (le gonadi) appartengono al livello di radiosensibilità medio-alta, gli organi evidenziati in giallo sono mediamente radiosensibili mentre quelli verdi rappresentano una bassa radiosensibilità. Il TSRM deve prestare attenzione alla protezione degli organi altamente radiosensibili senza però trascurare gli altri organi.

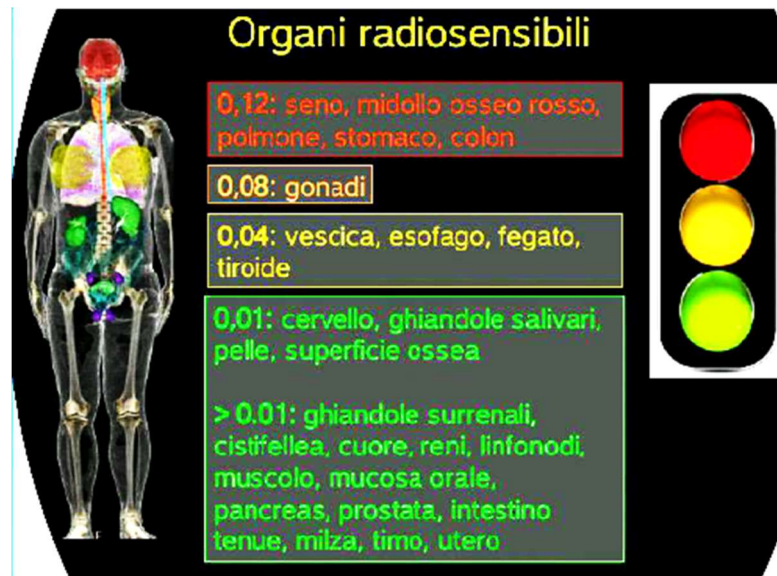


Figura VII: Organi radiosensibili in base al fattore di ponderazione

I bambini sono particolarmente sensibili alle radiazioni; i loro tessuti sono in continua crescita, le cellule sono attive e si moltiplicano costantemente. Inoltre i bambini hanno una lunga aspettativa di vita. Perciò è più probabile che un danno radiogeno si manifesti dopo tanti anni, nella loro età adulta.

Perciò è importante che il TSRM rispetti tutte le regole della radioprotezione, erogando la dose coscientemente evitando dove possibile, di esporre gli organi più sensibili avvalendosi di tutti i dispositivi di radioprotezione a sua disposizione.

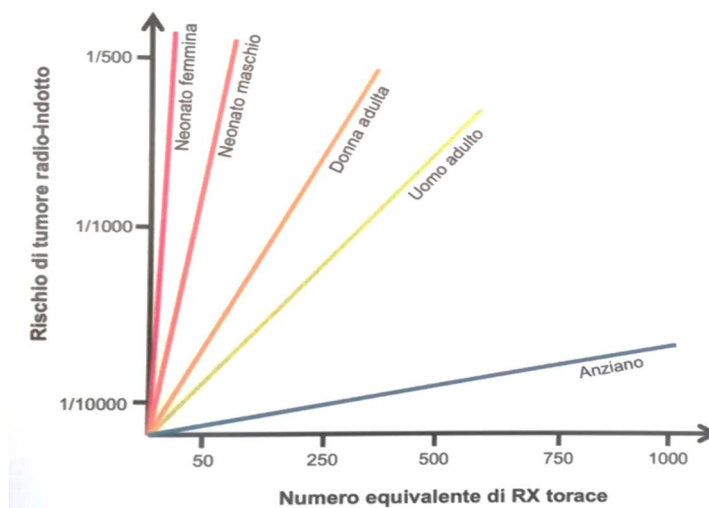


Grafico 1: rappresentazione della relazione del rischio di tumore radio-indotto ed il numero equivalente di radiografie del torace (D. Caramella et al.-2012)

Il grafico 1 mette in relazione il rischio di tumori radio-indotti con la dose, espressa in termini equivalenti di radiografie del torace, stratificando il rischio per classi di età e

genere. Si può notare che i neonati femmine sono molto più radiosensibili dei loro coetanei maschi così come nell'età adulta le donne risultino essere più radiosensibili perché il tessuto radiosensibile è più esposto rispetto agli uomini; ad esempio le mammelle sono più sviluppate. Nella categoria "anziani" la radiosensibilità è identica sia per gli uomini che per le donne e il rischio di danni radio-indotti è nettamente più basso rispetto alle altre fasce d'età. La differenza di genere per gli effetti della radio-esposizione è responsabile della preferenza per il sesso maschile nella scelta dell'accompagnatore del bambino, potenzialmente esposto durante l'esecuzione dell'esame.

1.4. Il principio di giustificazione e di ottimizzazione

In età pediatrica è richiesta una particolare attenzione alla protezione dalle radiazioni. (D. Lgs. 101/20 per l'attuazione della direttiva EURATOM,2013/59; art.7 lg 101,2020)

1.5. Norme generali

La giustificazione: L'impiego di radiazioni ionizzanti deve essere giustificato, ovvero i danni arrecati al paziente devono essere minori rispetto ai benefici ottenibili dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

La giustificazione di una pratica radiologica in medicina si suddivide in tre livelli:

Il primo livello -giustificazione generale: è il più generale e prevede l'impiego delle radiazioni ionizzanti quando forniscono alla società più beneficio che danno.

Il secondo livello -giustificazione della procedura: definisce e giustifica una procedura specifica con un obiettivo precisato. Lo scopo del secondo livello è di giudicare se la procedura radiologica migliorerà la diagnosi o il trattamento, o fornirà le informazioni necessarie sugli individui esposti.

Il terzo livello -giustificazione individuale: dovrebbe essere giustificata l'applicazione della procedura ad un singolo paziente, ovvero il danno ad un singolo paziente deve essere minore del beneficio. Le esposizioni sanitarie dovrebbero essere giustificate in anticipo, considerando gli obiettivi specifici dell'esposizione e le caratteristiche dell'individuo coinvolto, tra cui l'età del paziente e se si tratta di una donna in età fertile, è necessario assicurarsi che non ci sia una gravidanza in corso.

L'ottimizzazione, ovvero la capacità di utilizzare la dose in modo da ottenere un'immagine/esame diagnostico e allo stesso tempo utilizzare la minima dose necessaria per ottenere tale risultato.

I tre capisaldi della radioprotezionistica in radiologia, indipendentemente dalla tipologia di paziente in esame, si possono riassumere in:

1. As Low As Reasonably Achievable (ALARA): Bisogna mantenere la dose il più bassa possibile e quindi ottenere un'immagine diagnostica erogando la minima dose possibile per minimizzare i danni dalle radiazioni. (rientra nel principio di ottimizzazione)
2. As Safe As Reasonably Achievable (ASARA): è opportuno mantenere le procedure mediche il più sicure possibili.
3. As High As Reasonably Achievable (AHARA): I benefici devono essere sempre maggiori dei danni dovuti alle radiazioni ionizzanti. (rientra nel principio di giustificazione)

Quando il TSRM effettua un esame ai pazienti, in particolare ai bambini, è indispensabile che operi basandosi sui principi di giustificazione ed ottimizzazione. (Jankharia Imaging-2012)

Il principio di giustificazione deve essere garantito dal medico radiologo o medico nucleare attraverso la supervisione della correttezza di tutto il processo diagnostico-terapeutico, in osservanza della normativa. Il TSRM, operatore sanitario, responsabile degli atti di sua competenza, ha la responsabilità di condurre l'esame in modo adeguato secondo i protocolli operativi diagnostici preventivamente definiti dal responsabile della struttura e svolge pertanto un ruolo fondamentale assieme al fisico nell'osservanza del principio di ottimizzazione che è la sua "*CORE COMPETENCE*". L'attenzione nell'attività lavorativa quotidiana deve sempre essere focalizzata a raggiungere il maggior beneficio (in termini di qualità dell'immagine e valenza diagnostica) con la dose più bassa utilizzabile, considerando il contesto strutturale e relazionale.

1.6. Grandezze e misure dosimetriche

Durante una procedura radiologica i Raggi X cedono parte della loro energia ai tessuti all'interno del paziente. Per quantificare questo effetto di cessione di energia e per valutare gli effetti sull'organismo sono state definite delle grandezze specifiche tra cui:

Dose assorbita (D): energia assorbita per unità di massa e cioè il quoziente di dE diviso per dm, in cui dE è l'energia media nell'elemento volumetrico di massa dm; ai fini del presente decreto, la dose assorbita indica la dose media in un tessuto o in un organo. L'unità di dose assorbita è il gray. L'energia assorbita nei tessuti può provocare effetti biologici di entità variabile, energia-dipendente e dipendente dai tessuti esposti e dall'età dell'individuo

Dose equivalente (H_T): è la dose assorbita, nel tessuto o organo, pesata in base al tipo e alla qualità della radiazione, che nei casi dei Raggi X in uso diagnostico medico ha un fattore di peso uguale a 1. L'unità di dose equivalente è il Sievert. Tiene conto del diverso livello di pericolosità della radiazione per un certo tessuto.

Dose efficace (E): è la somma delle dosi equivalenti pesate in tutti i tessuti e organi del corpo causate da esposizione interna ed esterna. L'unità di dose efficace è il Sievert (Sv). Tiene conto della diversa radiosensibilità dei tessuti e degli organi.

La base per il calcolo della dose sono le grandezze dosimetriche come il DAP nella radiologia convenzionale e scopia ed il DLP nella TC. (D. Lgs. 101/20 per l'attuazione della direttiva EURATOM 2013/59)

1.7. I valori di dose di riferimento (LDR nazionali, europei)

LDR (articolo 7 della nuova legge sulla radioprotezione: lg 101 del 2020; rapporti ISTISAN 20|22):

i valori diagnostici di riferimento sono livelli di dose di sicurezza per esami radiologici tipici applicati a pazienti di corporatura standard o fantocci standard e per tipologie di apparecchiature in uso. Questi livelli non dovrebbero essere superati per procedure standard in condizione di applicazione corretta.

I livelli diagnostici di riferimento nazionali per la radiologia diagnostica ed interventistica hanno lo scopo di promuovere dei miglioramenti generali nella pratica radiologica e definire sulla base di indagini nazionali o locali dei valori mediani di dose erogabili per ogni procedura e tipologia di paziente, adulti e bambini.

L'individuazione e l'aggiornamento periodico degli LDR sono a carico delle autorità nazionali in collaborazione con gli enti responsabili per la dosimetria e radioprotezione.

La struttura sanitaria raccoglie i dati di esposizione su un campione di pazienti adulti e pediatrici per ogni impianto diagnostico. Si ricava la mediana del valore di dose utilizzato e lo si confronta con i LDR.

I valori di dose di riferimento non si applicano al singolo paziente ma ad ogni gruppo di paziente a seconda della tipologia d'esame.

Nell'allegato 1 a fine lavoro, si riporta un esempio di LDR adattati ai pazienti pediatrici impiegati nella radiologia tradizionale.

1.8. Immobilizzazione e dispositivi di radioprotezione

L'immobilizzazione è necessaria qualora il paziente non riesca a mantenere autonomamente costante la posizione corretta per l'acquisizione delle immagini. Ciò accade quando gli esami durano a lungo, quando mantenere la posizione è doloroso oppure quando il bambino non è collaborante.



Figura VIII: esempi di immobilizzazione per paziente non collaborante con sacco di sabbia (sinistra) e paziente collaborante, fissato alla testata del lettino portapaziente per mantenere la corretta posizione durante l'esame TC (destra)

I dispositivi di immobilizzazione sono di vario tipo e di dimensioni variabili. Indispensabile che siano radiotrasparenti. Sono in uso per esempio dei sacchi di sabbia che permettono di bloccare i movimenti delle gambe e delle braccia. Trovano impiego

negli esami ai neonati e ai lattanti. Nei bambini più grandi si usano per mantenere meglio il posizionamento.



Figura IX: grembiule/coperta piombata con decorazioni

Esistono inoltre delle fasce e delle culle di contenimento, usate prevalentemente in TC e nella risonanza magnetica per evitare movimenti involontari e per evitare che il piccolo paziente cada dal tavolo porta-paziente.

Se il bambino non è collaborante oppure se presenta dei traumi importanti, in alcuni casi bisogna ricorrere alla sedazione o anestesia con intubazione per eseguire la procedura diagnostica, in modo di eseguire in sicurezza l'esame, per accorciare le tempistiche dell'esame ed evitare una seconda esposizione del piccolo paziente. I dispositivi per la radioprotezione servono a proteggere le stesse zone sensibili degli adulti, ovvero i tessuti del corpo limitrofe o interne al campo di vista "FOV" che però non sono parte dell'indagine radiografica, ad esempio i testicoli, le ovaie, l'utero, le mammelle, ecc.



Figura X: bambino con protezione per i testicoli e grembiulino per proteggere le mammelle

Una differenza fondamentale tra adulto e bambino è la maggiore radiosensibilità del bambino con conseguente rischio radiogeno maggiore. Data la maggiore aspettativa di

vita anche la probabilità di manifestare effetti tardivi del danno radiogeno sarà maggiore. Un fondamentale fattore che richiede tutta l'attenzione del tecnico sanitario di radiologia medica (TSRM) è perciò la radioprotezione. In generale è consigliato di utilizzare tutti i dispositivi di radioprotezione messi a disposizione dalle ditte fornitrici delle apparecchiature radiologiche.

Nella radiologia tradizionale un metodo utilizzato per risparmiare la dose al paziente è evitare di impiegare la griglia durante l'esame radiografico in quanto il suo utilizzo implica un aumento della dose da erogare, oppure l'accortezza di scegliere una collimazione stretta del distretto da esaminare evitando l'esposizione di tessuti limitrofi.

Nell'ambito della TC sono stati ideati dei sistemi di riduzione della dose, studiati appositamente per limitare la quantità di dose erogata agli organi durante l'esame.

Ad esempio nella TC Dual Source Siemens (Siemens-Healthineers-2021), ha ideato dei sistemi di riduzione della dose utilizzabili indipendentemente dall'età del paziente così come dei sistemi realizzati esclusivamente per i bambini con lo scopo di irradiare il meno possibile, se non proprio evitare di irradiare i tessuti più radiosensibili.

I sistemi di riduzione utilizzati per tutti i pazienti sono i seguenti:

Adaptive Dose Shield: questo Sistema permette di limitare la dose all'inizio e alla fine della spirale tramite dei collimatori dinamici (filtri).

XCARE: è un sistema di modulazione di dose per risparmiare la dose agli organi sensibili, non direttamente interessati dall'indagine, per esempio le mammelle nello studio TC del torace oppure gli occhi con il cristallino, nello studio TC del cranio. La intensità della corrente viene ridotta del 30-40% e quando il fascio passa sopra agli organi maggiormente radiosensibili.

CARE kV: suggerisce la selezione automatica dei kV in relazione al tipo di esame selezionato ottimizzando la relazione segnale-rumore (per esempio, basso kilovoltaggio negli studi angio-TC).

CARE Dose 4D: prevede la modulazione automatica della dose (mAs) in tempo reale in funzione all'anatomia e alla posizione del paziente durante la scansione

CARE CHILD: Per i bambini in particolare è stato ideato il sistema di riduzione della dose che rende possibile esaminare i piccoli pazienti utilizzando 70 kV e con profili di modulazione di dose ottimizzati.

FLASH-SPIRAL: scansione veloce ad elevato pitch; la velocità elevata comporta una minore esposizione radiogena con l'ulteriore vantaggio della riduzione e eliminazione degli artefatti da movimento, particolarmente importante nei pazienti pediatrici.

ADMIRE: è un sistema avanzato di ricostruzione iterativa delle immagini. Applicando il sistema ADMIRE si può ottenere una riduzione del 55% del rumore. Di conseguenza si può utilizzare una dose radiogena minore a parità di qualità dell'immagine.



Figura XI: Image Gently (Image Gently-2014)

“Image Gently” (*Image Gently-2014*) è una campagna di sensibilizzazione che si occupa della problematica riguardante l'aumento di esposizione alle radiazioni ionizzanti in diagnostica per immagini, formata da più di 70 organizzazioni sanitarie e agenzie e da oltre 800.000 radiologi, fisici sanitari e TSRM a livello internazionale. L'obiettivo principale è la sensibilizzazione della comunità dell'imaging sulla necessità di regolare la dose di radiazioni ai bambini durante le procedure diagnostiche. Diversi gruppi affrontano le diverse discipline (radiografia, fluoroscopia, radiologia interventistica, medicina nucleare, tomografia computerizzata, odontoiatria, imaging cardiaco, imaging nel contesto del trauma cranico minore) e le loro informazioni sono disponibili in rete per gli operatori sanitari. Nel sito sono presenti anche utili informazioni per i parenti con schede e moduli illustrativi.

2. Il campo magnetico

Il campo magnetico viene applicato nell'ambito della risonanza magnetica. Le immagini si ottengono tramite l'eccitazione ed il rilassamento degli atomi (di idrogeno). I tempi di eccitazione e rilassamento e la rilevazione del segnale variano a seconda del tipo di tessuto e della sequenza utilizzata. Come per l'ultrasuono anche in risonanza magnetica non si utilizzano radiazioni ionizzanti; se ne deduce quindi che ambedue le metodiche siano le più indicate nella diagnostica pediatrica.

Tuttavia i campi magnetici ai quali vengono esposti i pazienti non sono privi di rischi.

Gli effetti collaterali del campo magnetico spaziano da lievi alterazioni fisiopatologiche fino ad arrivare ad incidenti potenzialmente letali dovuti all'introduzione di oggetti ferromagnetici nel campo. (Coriasaco M. et al-2014)

Gli effetti di questi forti campi magnetici nell'ambito sanitario sono:

1. Effetti biologici
2. Effetti meccanici:
 - a. interferenza su dispositivi elettronici impiantati
 - b. effetto proiettile per attrazione di oggetti ferromagnetici

2.1. Effetti biologici

Gli effetti biologici sono dovuti alle interazioni fra i campi magnetici statici e le molecole dei tessuti e sono dovuti a:

- Interazioni elettrodinamiche con gli elettroliti in movimento
- Induzione di correnti elettriche: i movimenti di traslazione in corrispondenza di un gradiente di campo o i movimenti di rotazione in un campo omogeneo o con gradienti, inducono correnti elettriche nei tessuti biologici. I campi elettrici indotti in un campo magnetico da 3T di un operatore in movimento sono nell'ordine di $0,1-0,2\text{Vm}^{-1}$.

Fra gli effetti biologici, non necessariamente nocivi nell'immediato, dei campi magnetici sugli operatori di RM, sono state riscontrate talvolta sensazione transitoria di nausea, vertigini, disgeusia (gusto metallico) e raramente lievi disturbi del coordinamento visivo e motorio, specie per le esposizioni ad alti campi. E' stata talvolta riscontrata stanchezza, cefalea, ipotensione, irritabilità.

Si sono talvolta evidenziate delle modificazioni nella curva ECG, senza comunque particolari conseguenze cliniche.

2.2. Le interazioni magnetomeccaniche comprendono

- Traslazione di molecole para-, dia- e ferromagnetiche
- Orientamento delle molecole dia- e paramagnetiche
- Distorsione di molecole con anisotropia magnetica

(dove per anisotropia si intende la proprietà per cui il valore di una grandezza fisica - durezza, resistenza alla rottura, velocità, indice di rifrazione, ecc., in una sostanza o nello spazio, non è uguale in tutte le direzioni)

Alle interazioni magnetomeccaniche sono collegate le interferenze con dispositivi elettronici ed impianti metallici. La problematica maggiore in RM è legata alla presenza di materiale metallico ferromagnetico, sia questo presente in forma di protesi vascolari o ortopediche, di clips di aneurismi intracranici, sotto forma di pacemaker o altri device cardiaci, che sottoposti alle forze elettromagnetiche potrebbero muoversi o non funzionare più.

Inoltre il metallo all'interno del campo magnetico cancella il segnale originale causando degli artefatti sull'immagine, rendendola talvolta praticamente non diagnosticabile.



Figura XII: rischi del campo magnetico e cosa non introdurre nella sala

È quindi essenziale un'accurata anamnesi sia da parte del TSRM che del medico, per escluderne la presenza e quindi evitare situazioni che potrebbero mettere a rischio la vita del paziente.

È fondamentale che il paziente prima di sottoporsi alla prestazione e l'accompagnatore, qualora questo debba entrare nella sala gantry, compilino il modulo fornito dalla struttura nel quale dovranno dichiarare se portatori di protesi metalliche, protesi dentali fisse o rimovibili. Per essere certi che chi entra nella sala gantry non introduca accidentalmente degli oggetti metallici lo si dovrà liberare dai vestiti e fare indossare un camice fornito dalla struttura.

Nell'agosto del 2005, l'American Society for Testing and Materials (ASTM) ha pubblicato uno standard finalizzato a definire i nuovi requisiti per contrassegnare i dispositivi utilizzati in ambienti di risonanza magnetica. In particolare, sono descritte tre categorie di sicurezza così come a margine dettagliato:

- “MR safe”: indica oggetti completamente privi di qualsiasi componente metallica, non induttivi e non reattivi alla RF, sicuri a tutte le intensità di campo, gradienti e sequenze.
- “MR conditional” (sottoinsieme degli oggetti MR safe) per utensili e dispositivi sicuri in certe condizioni di prova, specificate sul prodotto, sulla confezione o nella documentazione allegata.
- “MR unsafe” comprende tutti quegli oggetti che possono essere pericolosi in tutti gli ambienti in RM.



Figura XIII: rappresentazione dei simboli “MR safe”, “MR conditional”, “MR unsafe”

Da non dimenticare poi fra gli effetti meccanici il cosiddetto “effetto proiettile”, che descrive la capacità del campo magnetico statico periferico di attirare il materiale ferromagnetico, introdotto erroneamente nella sala gantry, in direzione delle linee di

campo verso il centro del magnete. Tutte le persone che si trovano nella traiettoria "dell'oggetto proiettile" saranno a rischio. Sono avvenuti innumerevoli incidenti dovuti all'effetto proiettile.

Per contrastare gli effetti non desiderati in risonanza magnetica sono state ideate diverse forme di protezione:

- Protezione dai rischi del campo magnetico statico
- Protezione dai rischi associati dalle radiofrequenze

2.3. Protezione dai rischi del campo magnetico statico

Per la sicurezza degli operatori e dei pazienti è necessario che sia adeguatamente esposta

- La mappatura del campo magnetico statico nelle tre direzioni principali (asse x, y, z)
- Opportuna segnaletica di divieto di introduzione di tutti gli oggetti "MR unsafe"
- Partecipare ai corsi di formazione per condividere le norme della sicurezza
- Disporre di „metal detector “
- Il carrello di emergenza, la barella e gli estintori devono essere necessariamente amagnetici per evitare di recare danni agli utenti nella sala di risonanza magnetica e al paziente.
- Rispettare i valori limite di esposizione.

2.4. Protezione dai rischi associati dalle radiofrequenze

La problematica delle radiofrequenze è il riscaldamento della materia. La temperatura locale non deve superare i 38 °C nei tessuti della testa, 39° C nei tessuti del tronco e 40° C nei tessuti degli arti. (Decreto del Ministero della Sanità, 3 agosto 1993)

Un eccessivo riscaldamento locale potrebbe ustionare il paziente. Quindi è necessario prestare attenzione a quanto segue:

- Oggetti conduttori nel regime sensibile della bobina e cerotti transdermici
- Contatto pelle-pelle
- Contatto pelle-bobina di trasmissione
- Contatto pelle-cavo
- Formazione di anelli con i cavi o con gli arti.

3. Gli ultrasuoni

La frequenza degli ultrasuoni impiegati in ecografia diagnostica varia da i 3 ai 10 MHz; l'alta frequenza e la limitata intensità rendono questa metodica priva di rischi per gli operatori e per i pazienti che vi si sottopongono. Gli ultrasuoni appartenenti a tale range di frequenze si propagano molto bene nei mezzi solidi e nei liquidi con una velocità di propagazione dei suoni udibili (340 m/sec in aria, circa 1500 m/sec in acqua e circa 5000 m/sec nel ferro e nell'acciaio).

L'ecografia, utilizzata in campo medico, viene utilizzata per lo studio dei tessuti del corpo. Trova impiego maggiore nella diagnostica per immagini in ambito pediatrico, soprattutto nello studio degli organi interni proprio per la assenza di rischi radiologici.

Gli ultrasuoni vengono prodotti da generatori piezoelettrici. Per favorire la penetrazione nei tessuti c'è bisogno di un mezzo fluido come olio di paraffina o gel interposto fra il trasduttore (testa emittente e ricevitore) e la pelle del paziente.

Il trasduttore, la sonda ecografica, produce degli impulsi ultrasonori che penetrando nella regione in esame con tessuti di varia densità subiscono delle riflessioni sulle superfici di passaggio da un tessuto all'altro; la stessa sonda raccoglie questi impulsi riflessi, cioè gli echi e li trasforma in segnali elettrici, visualizzati su uno schermo o trasformati in immagini digitali. (Wittingham TA-1997; Bistolfi-2004)

4. I mezzi di contrasto

Il contrasto naturale dei tessuti corporei, frutto di densità e spessore tissutale, spesso non è sufficiente per formulare una diagnosi nelle varie metodiche di "imaging" in radiologia.

Pertanto, per aumentare il contrasto tra i differenti tessuti corporei, vengono impiegati mezzi di contrasto (MdC) artificiali. I MdC sono dal punto di vista normativo, farmaci/medicinali a tutti gli effetti, seppure con caratteristiche uniche. Il medico radiologo deve conoscerne bene le caratteristiche d'impiego, le indicazioni, le controindicazioni e le interazioni. Ogni somministrazione di MdC deve quindi essere giustificata ed il beneficio deve prevalere sui potenziali rischi. (Vergara, Seguel-1996)

I principi di utilizzo di MdC in pediatria e la gestione di eventuali eventi avversi correlati non differiscono da quelli che si possono riscontrare negli adulti. (Katayama et al-1990; ACR Manual on Contrast Media; Dillman et al.-2007)

Per esaltare quindi le varie componenti dei singoli tessuti, i MdC trovano impiego in tutte le metodiche usate in campo radiologico, sia negli esami che utilizzano onde elettromagnetiche (raggi X, onde radio) che negli ultrasuoni.

Come per ogni esame radiologico è richiesto il consenso informato dell'esercente la potestà sul minore o del tutore del paziente pediatrico.

In **radiologia tradizionale e TC** si distinguono mezzi di contrasto positivi e negativi. I mezzi di contrasto positivi determinano una maggiore attenuazione dei raggi X rispetto ai tessuti molli corporei. I mezzi di contrasto negativi invece attenuano i raggi X meno dei tessuti molli (ad esempio l'aria).

Tra i mezzi di contrasto positivi, i mezzi di contrasto a base di iodio sono idrosolubili e vengono somministrati sia per via enterale che per via parenterale.

La somministrazione parenterale è necessaria in angiografia, in TC e in radiologia tradizionale (urografia), la somministrazione enterale, per bocca o attraverso sondini gastrici o rettali, negli esami del tratto gastroenterico e il tratto genitourinario (per via retrograda) per opacizzare le cavità, il lume degli organi cavi. All'interno dei diversi tessuti essi incrementano l'assorbimento dei fotoni, con il risultato di fare variare il numero atomico delle varie componenti tissutali (l'assorbimento dipende dal numero atomico e dalla concentrazione del MdC).

I mezzi di contrasto non sono privi di effetti indesiderati, soprattutto nella somministrazione parenterale; fra questi da considerare reazioni simil-allergiche, reazioni locali da stravasamento di mdc e shift di fluidi tra spazio intra- extravascolare. Questo vale in particolare per neonati e bambini piccoli, che hanno, rispetto agli adulti, una tolleranza ridotta per carichi di volume. (Vergara, Seguel-1996; Katayama et al.-1990).

L'osmolalità e la viscosità sono le caratteristiche fisiche responsabili di tali effetti. Con l'aumento della temperatura si riduce la viscosità; di conseguenza, il riscaldamento del MdC a temperatura corporea può ridurre i rischi di eventi avversi. (Vergara, Seguel-1996).

Nei neonati e nella prima infanzia la somministrazione endovascolare di mezzo di contrasto è aggravata dalla necessità di somministrare delle minime dosi attraverso piccoli cateteri o aghi in vasi di dimensione ridotta. Spesso si preferisce l'iniezione a mano rispetto alla somministrazione con pompa, per evitare danni al vaso legati allo stravasamento di MdC. È fondamentale controllare il sito di iniezione durante la somministrazione, in quanto neonati ed i lattanti non sono in grado di comunicare eventuali complicanze. Comunque, nella popolazione pediatrica, lo stravasamento di MdC sembra risolversi senza gravi conseguenze.

Reazioni fisiologiche, come sensazione di calore a livello del sito di iniezione o nausea, sono più importanti nei bambini rispetto agli adulti, perché possono suscitare paura, spavento e malessere, con conseguente ridotta collaborazione (movimento, pianto) da parte del piccolo paziente. Aumenta pertanto il rischio di eseguire esami non diagnostici.

Reazioni simil-allergiche sembrano essere un evento raro in età pediatrica, soprattutto in età inferiore a 10 anni, e come emerge da singoli studi (Vergara, Seguel-1996, Katayama et al.-1990; ACR Manual on Contrast Media 10.3; Dillman et al.-2007), l'incidenza è comunque inferiore rispetto alla popolazione adulta.

Nella somministrazione orale (per os) o transrettale di MdC iodati sono da evitare MdC iperosmolari, in quanto sussiste il rischio di aspirazione e di conseguenza dell'instaurarsi di edema polmonare; l'iperosmolarità può inoltre determinare spostamento di fluidi tra il lume e la parete intestinale, tra il tessuto extra- ed intravascolare.

Le misure di prevenzione di reazioni allergiche e la terapia di eventuali eventi avversi non differisce dalle misure applicate agli adulti. Lo stesso vale per le precauzioni da prendere nel contesto di funzionalità renale compromessa. Fondamentale è l'accurata anamnesi e valutazione di dati clinici e di laboratorio prima di acconsentire alla somministrazione dei MdC. Fondamentale strategia rimane comunque quella di preferire esami non contrastografici e modalità di imaging alternative.

Sospensioni di solfati di bario sono sempre MdC positivi e trovano impiego soltanto nello studio del tratto gastroenterico; vengono somministrati per bocca, per

via rettale o attraverso sonde gastroenteriche. Sono insolubili in acqua e non tossici. Non vengono assorbiti dalla mucosa intestinale.

Come nell'adulto, la sospetta o nota perforazione gastrointestinale è una assoluta controindicazione alla loro somministrazione. (Cohen et al-1992)

I mezzi di contrasto impiegati in RM contengono ioni metallici paramagnetici o superparamagnetici, che per Aiutano a caratterizzare lesioni focali così come le alterazioni perfusionali e di flusso.

Mezzi di contrasto paramagnetici come i chelati di Gadolinio vengono impiegati in RM. Con il loro effetto magnetico alterano il segnale dei tessuti corporei; riducono il tempo di rilassamento T1 e T2 e incrementano l'intensità di segnale nelle sequenze T1.

Tra i mezzi di contrasto superparamagnetici (SPIO) trovano impiego ossidi di ferro per lo studio del fegato.

Rispetto ai MdC iodati il volume di MdC paramagnetico è nettamente inferiore e pertanto anche l'effetto "volume" è nettamente inferiore.

Mezzi di contrasto ecografici per esempio "SonoVue", rinforzano il ritorno dell'eco dai vasi e il segnale Doppler. Si tratta di microbolle o microsfele composte da una parete di fosfolipidi o proteine con al centro un gas inerte (esafluoro di zolfo). Soltanto con un software ecografico dedicato si evince l'effetto desiderato. Questo MdC viene applicato per via endovenosa periferica o centrale, a mano, con iniezione lenta o in bolo seguita da un bolo di fisiologica. Il MdC rimane nello spazio intravascolare e viene pertanto impiegato soprattutto per studiare la vascolarizzazione dei tessuti. Inoltre può essere instillato in organi cavi come la vescica (per lo studio del reflusso vescico-ureterale). Ulteriori indicazioni sono la caratterizzazione di cisti o lesioni solide negli organi, lo studio degli organi parenchimatosi nel trauma o lo studio della parete intestinale nella patologia infiammatoria.

IV. LE SALE DIAGNOSTICHE IN RADIOLOGIA

Nella diagnostica per immagini gli esami da preferire per i pazienti pediatrici sono l'ecografia e la risonanza magnetica perché privi dei rischi radiogeni. Se non si può rinunciare all'impiego di radiazioni ionizzanti, nella diagnostica convenzionale, in TC o all'esame in scopia, devono essere sfruttati tutti gli accorgimenti per il contenimento della esposizione tramite procedure e protocolli adeguati all'età (principio ALARA). Naturalmente l'esame verrà scelto in base al quesito clinico. Il medico radiologo valuta, in base al quesito clinico, l'appropriatezza dell'indagine richiesta.

Non va dimenticato che gli esami diagnostici possono essere molto stressanti per i parenti e per il bambino. Non sottovalutare l'ansia del genitore per la cooperazione del bambino all'esame, per il risultato dell'indagine, per la necessità di rivolgersi alla struttura in generale; ogni accorgimento deve essere sfruttato da parte dei collaboratori a rendere la esperienza in radiologia una esperienza positiva.

Per tutti gli esami è essenziale dare sia ai genitori che ai loro figli, con linguaggio appropriato, informazioni preliminari alla procedura, informazioni sulla esecuzione della procedura stessa e gli eventuali rischi. Ancora meglio, se le informazioni vengono espresse qualche giorno prima dell'esame, specie se questo richiede una preparazione specifica come il digiuno, la somministrazione di liquidi per via orale oppure la somministrazione endovenosa di farmaci, il posizionamento di cateteri o drenaggi.

Un utile strumento informativo è la consegna ai genitori di "fogli" informativi sulla preparazione del bambino e le varie procedure. Sia nell'ospedale di Bolzano che nelle varie Cliniche Pediatriche sono disponibili sul sito internet.

Prima di accogliere il paziente nella sala di esame Il TSRM e quando presente, anche l'infermiere pediatrico interagiscono per preparare la sala diagnostica e il piccolo paziente, cercando di ottenere, anche con l'aiuto dell'accompagnatore, la sua fiducia e quindi la sua collaborazione.

Sia la sala diagnostica adeguatamente preparata che il personale medico e paramedico dovrebbero essere in grado di mantenere un atteggiamento tranquillo e rassicurante di fronte al piccolo malato e i genitori; un accorgimento favorevole potrebbe essere l'utilizzo ad esempio di indumenti con colori più allegri o elargendo qualche piccola consolazione per chi collabora.

Qualora il piccolo non fosse accompagnato dai genitori è richiesto un modulo firmato, anche questo disponibile in rete aziendale, dove il genitore delega la patria potestà all'eventuale accompagnatore (allegato 2 esempio "Meyer").

1. La sala ecografica



Figura XIV: ecografo con sonde

1.1 Le indicazioni dell'esame e alcuni piccoli accorgimenti

L'ecografia è una delle metodiche radiologiche più ampiamente usate in campo pediatrico perché non utilizza radiazioni ionizzanti; la fisionomia del piccolo paziente è inoltre particolarmente adatta alla penetrazione del fascio ultrasonoro e con l'impiego di sonde dedicate, permette di ottenere delle immagini con ottimo dettaglio. L'esame ecografico è inoltre un esame dinamico che permette di valutare organi in movimento come il cuore o gli organi addominali soggetti a piccoli spostamenti con il movimento respiratorio oppure consente di osservare la peristalsi dell'intestino e il passaggio dell'urina in vescica. In Europa, a parte qualche eccezione e soprattutto in Italia, l'esame ecografico viene eseguito dal medico radiologo. Il tecnico di radiologia non viene coinvolto direttamente nell'esecuzione dell'esame. Può essere di aiuto nella preparazione della sala ecografica, della accettazione del paziente, può assistere il piccolo paziente durante l'esecuzione della ecografia. Come figura professionale può

interagire con il paziente e l'accompagnatore dando informazioni e spiegazione preliminari sullo svolgimento dell'indagine preparando entrambi e aiutandoli prima, durante e dopo l'esame.

L'ecografia trova maggiore indicazione come procedura diagnostica nello studio degli organi addominali interni, dei tessuti molli, dell'apparato muscolo tendineo e cardiovascolare, nonché in campo ginecologico ed urologico. In pediatria trova anche largo impiego nello studio di certe patologie toraciche, onde evitare ripetute esposizioni alle radiazioni (monitoraggio di versamento pleurico e polmoniti, studio del timo e ricerca di pneumotorace). Viene inoltre impiegata come guida nelle biopsie di organi o strutture interne al corpo e posizionamento di sonde e cateteri.

Nella medicina neonatale, l'ecografia permette di studiare la displasia congenita delle anche, malformazioni e lesioni vascolari, disrafismi spinali, studiare l'addome, le patologie del collo, le patologie scrotali e le patologie toraciche (pleuriche). I neonati hanno le fontanelle ancora aperte e vengono utilizzate come punto d'entrata per la valutazione dell'encefalo.

1.2. La struttura

La sala ecografica è composta da un lettino porta-paziente, un ecografo con annesse le sonde ecografiche e il gel da applicare sulla cute o sulla sonda per effettuare l'indagine.

1.3. L'esperienza del bambino

Il vantaggio della sala ecografica è l'assenza di pericolo per l'accompagnatore, che può quindi stare sempre accanto al piccolo, senza venire a contatto con radiazioni ionizzanti o con elevati campi magnetici.

Durante l'esecuzione dell'esame la sala deve essere oscurata per garantire al radiologo la buona visualizzazione del monitor che visualizza le immagini ottenute. Mentre il bambino sveglio e curioso può avvertire il buio come una minaccia, il buio può essere un vantaggio per un bambino che dorme, che in questo modo ha meno probabilità di svegliarsi.

Il gel che viene applicato sulla pelle del paziente è freddo e questo può provocare fastidio; si può ovviare al problema utilizzando porta-sonde riscaldate.

Altro piccolo accorgimento potrebbe essere quello di fare toccare un'altra sonda al piccolo per dimostrargli che il contatto diretto della sonda utilizzata non potrà arrecargli alcun dolore.

L'esame ecografico è generalmente una procedura silenziosa. Sarebbe buona norma ridurre il volume qualora si utilizzi l'ecodoppler sia in diagnostica vascolare periferica che cardiaca. (Documento di Consenso SIRM-SIAAIC Gestione dei Pazienti a Rischio di Reazione Avversa a Mezzo di Contrasto-2018; De Bruyn-2010)

2. La risonanza magnetica (RM)



Figura XV: apparecchiatura di risonanza magnetica per pazienti pediatrici

2.1. Le indicazioni all'esame e alcuni piccoli accorgimenti

La Risonanza Magnetica è largamente utilizzata come per l'adulto anche in campo pediatrico specie per lo studio dell'encefalo, per le patologie muscolo-scheletriche, per mediastino e addome, per le patologie cardiache e vascolari.

Anche per questo esame, è necessaria un'accurata anamnesi per escludere eventuali controindicazioni al campo magnetico, come pregressi interventi con materiali ferromagnetici, oppure la presenza di insufficienza renale od altre patologie che eventualmente potrebbero controindicare l'uso del mezzo di contrasto.

Il tecnico di radiologia poi dovrebbe cercare di evitare eventuali artefatti da movimento, specie nei casi in cui l'esame venga eseguito senza supporto anestesiológico. Un metodo potrebbe essere utilizzare sequenze ultraveloci (ad esempio le T2 blade della Siemens) o girare la fase di codificazione per eliminare degli artefatti da pulsazione.

È essenziale poi, qualora ci fosse bisogno di somministrare il mdc, che l'accesso venoso venga posizionato prima di entrare nella sala RM, per evitare poi problemi di collaborazione da parte del piccolo.

2.2. La struttura

La risonanza magnetica è costituita da un tubo. La zona da esaminare dovrà essere posizionata esattamente nel suo centro.

È presente un campo magnetico molto forte che allinea gli atomi di idrogeno lungo la direzione del campo. I gradienti sono dei campi magnetici secondari che vengono attivati per eccitare gli atomi di idrogeno facendo loro cambiare l'asse. Appena vengono spenti i gradienti, gli atomi vanno incontro al rilassamento e quindi tornano in posizione iniziale lungo la direzione del campo magnetico.

Il lasso di tempo fra eccitazione e rilassamento è tessuto dipendente; se ne deduce quindi che l'immagine ottenuta sia il risultato del tempo di rilassamento degli atomi di idrogeno

La sala deputata alla risonanza magnetica è composta da strutture "MR-safe". Vicino all'apparecchiatura di risonanza magnetica sono presenti l'iniettore per il mezzo di contrasto e le bobine utilizzate per la ricezione del segnale proveniente dagli atomi eccitati e successivamente rilassati del corpo del paziente.

2.3. Il ruolo del TSRM e la preparazione del paziente

Buona regola sarebbe quella di spiegare al piccolo paziente, qualora questo sia in grado di comprendere naturalmente, e al genitore la procedura dell'esame, facendo fare loro una visita il giorno prima per fare loro vedere il tipo di apparecchiatura, far loro "toccare con mano" il campo magnetico, sentire il rumore della sequenza, fare vedere il lettino e le bobine che saranno impiegate. È necessario inoltre mostrare loro alcuni accessori come le cuffie antirumore ed il campanellino da suonare in caso di bisogno.

Particolarmente importante in campo pediatrico è la compilazione da parte del genitore/tutore del consenso informato. In questo caso medico e TSRM dovrebbero essere a disposizione per ogni chiarimento. Essenziale inoltre è l'esclusione di eventuali fattori di rischio e controindicazioni all'esame.

Prima di iniziare l'esame, il TSRM dovrà scegliere il protocollo con le sequenze dedicate per ogni segmento corporeo e per la patologia specifica, che possono comunque essere modificati a seconda delle esigenze, utilizzando ad esempio sequenze fast nei pazienti scarsamente collaboranti. Spetta sempre al TSRM il posizionamento del paziente sul lettino d'esame, utilizzando fasce o sistemi di fissaggio particolari, come culle o sistemi "sottovuoto". È inoltre il suo compito sapere utilizzare la bobina corretta così come preparare la pompa per l'eventuale somministrazione del mezzo di contrasto.

Il tecnico deve inoltre controllare che il paziente entri nella sala magnete senza portare con sé sostanze ferromagnetiche, facendolo quindi spogliare e indossare un camice fornito dalla struttura.

È importante inoltre assicurare al paziente una posizione confortevole e una temperatura della sala magnetica confortevole.

2.4. L'esperienza del bambino

Le paure nella risonanza magnetica sono molteplici.

La sala permane comunque illuminata. Talvolta il bambino può scegliere il colore delle luci che preferisce. Per ridurre l'impatto fra piccolo e apparecchiatura rumorosa ed enorme per lui, il TSRM può fargli credere, ad esempio, che la risonanza magnetica sia una grande navicella spaziale e i rumori che sente sono i pianeti che toccano la navicella. Oppure si può spiegare al bambino che la risonanza magnetica è un sottomarino e che il rumore che sente sono i pesci che gli nuotano attorno.

Se il paziente deve essere sedato o se c'è bisogno di somministrare dei farmaci, per tranquillizzarlo, è bene che l'ago cannula venga posizionato all'esterno della sala magnete utilizzando delle creme anestetiche locali per alleviare l'eventuale sconcerto e dolore.

Il bambino è obbligato a stare da solo a lungo nell'apparecchiatura. Se è richiesta la presenza dell'accompagnatore lo si può fare accomodare nella sala in modo tale che il bambino riesca a mantenere il contatto visivo. L'accompagnatrice se non si trova in

uno stato di gravidanza può accedere alla sala magnete per assistere il paziente per tranquillizzarlo. Se il bambino soffre di claustrofobia la mano confortante della mamma o del papà possono essere un valido aiuto.

È importante aiutarlo con delicatezza a distendersi sul lettino d'esame per fargli superare l'angoscia del momento ed evitare poi paure al momento di coricarsi nel suo lettino la sera, ed evitare poi l'instaurarsi di fobie permanenti.

(Siegel et al.-2018)

3. La diagnostica radiologica convenzionale

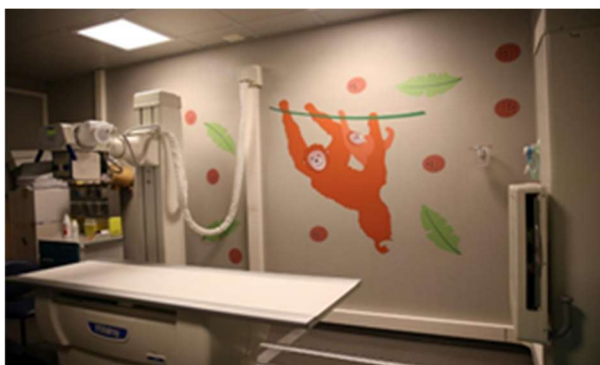


Figura XVI: apparecchio in radiologia tradizionale-Meyer

3.1. Le indicazioni all'esame

Le indicazioni all'esame radiologico si concentrano prevalentemente sullo studio del torace e dello scheletro.

L'indagine radiografica del torace permette di studiare la gabbia toracica e il suo contenuto, cioè i polmoni e le strutture mediastiniche.

L'esame permette di valutare e diagnosticare polmoniti, malattie congenite dei polmoni e del cuore, cardiopatie, neoplasie ed altre patologie. Per motivi radioprotezionistici si esegue preferibilmente soltanto una singola proiezione radiografica in antero-posteriore della gabbia toracica, perchè la dose in entrata è sempre maggiore della dose in uscita e il tessuto radiosensibile ematopoietico è collocato nella colonna, nelle costole e nelle scapole che si trovano nei settori posteriori del corpo. A seconda della patologia o indicazione del medico potrebbe

essere richiesta la proiezione latero-laterale con il lato sinistro appoggiato al detettore (oppure il lato destro se richiesto dal medico).

Le indicazioni alla radiografia scheletrica sono la diagnosi ed il trattamento delle fratture ossee e la diagnosi ed il follow-up delle scoliosi, lo studio delle articolazioni per artriti e la diagnosi e caratterizzazione di neoplasie. La radiologia scheletrica prevede l'acquisizione di almeno due proiezioni ortogonali, generalmente antero-posteriore e latero-laterale e se necessario anche una proiezione obliqua. Per la radiografia del bacino invece è sufficiente una proiezione in antero-posteriore.

L'ortopantomografia (OPT), permette di studiare le arcate dentarie nei bambini o adolescenti che presentano una dentatura mista ovvero la compresenza di denti da latte e quelli permanenti, soprattutto nel campo della ortodonzia. Consente di valutare e caratterizzare cisti, granulomi, lesioni ossee neoplastiche e lesioni ossee e dentarie traumatiche, la morfologia della mandibola e le altre componenti scheletriche del massiccio facciale limitrofe (seni paranasali).



Figura XVII: esempio di OPT

3.2. La struttura

La sala dedicata alla radiologia convenzionale presenta un lettino porta-paziente, lo stativo, il tubo radiogeno ed eventualmente l'ortopantomografo. Il lettino porta-paziente è fornito di pulsanti che permettono di compiere dei movimenti in altezza e di traslazione in tutte le direzioni del piano; il lettino porta-paziente è utilizzato per gli esami in posizione prona, supina, laterale e obliqua. Lo stativo è composto da tre camere di ionizzazione, uno spazio per la griglia antidiffusione e uno per il detettore o

la cassetta. Viene utilizzato per le proiezioni effettuate in ortostatismo. Negli esami al lettino, le tre camere di ionizzazione sono collocate sotto il lettino. I due spazi sopra alle camere di ionizzazione vengono utilizzati per l'inserimento e l'estrazione della griglia antidiffusione (sconsigliata nelle indagini pediatriche perché richiede un aumento della dose da erogare) che assorbe la radiazione diffusa in maniera da non compromettere la qualità dell'immagine. Il detettore o la cassetta che rileva la radiazione in entrata, generando un'immagine visibile sullo schermo, si trova nello spazio sopra alle camere di ionizzazione.

Nella stanza sono presenti il tubo radiogeno, i dispositivi di protezione piombati e i dispositivi di posizionamento ed immobilizzazione ed un carrello di emergenza.

L'ortopantomografo è composto da un tubo radiogeno ed un rilevatore. L'esame si esegue con il paziente seduto o in piedi. Viene posizionato all'isocentro dell'OPT. Il bambino o ragazzo morde un piccolo dispositivo di plastica per l'immobilizzazione della mandibola mentre la testa viene bloccata da delle componenti che vengono lentamente posizionate sulla fronte e ai lati del cranio.

Il TSRM può selezionare le caratteristiche del paziente sullo schermo dell'ortopantomografo tra cui la costituzione del paziente, la tipologia di arcata dentale e la modalità d'esame.

3.3. Il ruolo del TSRM e la preparazione del paziente

È buona norma che il TSRM spieghi la procedura dell'esame al piccolo paziente e al suo accompagnatore per prepararli all'esame e garantire a loro la massima sicurezza durante l'esecuzione della prestazione. Per accorciare il tempo della loro permanenza nella sala radiologica conviene preparare il locale con tutti i dispositivi necessari alla procedura e con l'accorgimento di rendere la sala d'esame a misura di bambino. Per facilitare il bambino a sdraiarsi sul lettino porta-paziente è possibile utilizzare una piccola scala o un rialzo e abbassare il lettino all'altezza più adatta.

I bambini possono intimorirsi durante lo spostamento del tubo radiogeno. È consigliabile posizionare il tubo radiogeno e impostare i parametri di acquisizione in anticipo così quando il paziente sarà posizionato sul lettino, il TSRM dovrà preoccuparsi soltanto della collimazione del FOV. La collimazione corretta è una delle misure fondamentali della riduzione della dose al paziente; la collimazione stretta

riduce la radiazione primaria e secondaria e contribuisce al miglioramento della qualità dell'immagine in quanto riduce la radiazione secondaria.

3.4. L'esperienza del bambino

Il bambino vede la diagnostica di radiologia convenzionale come un luogo buio e freddo. La paura viene solo alimentata quando dovrà separarsi dal suo accompagnatore e lasciato solo in una posizione inusuale e forse anche scomoda e dolorosa. La luce utilizzata durante il posizionamento si spegne automaticamente dopo un certo periodo.

Lo spegnimento può agitare il paziente perché potrebbe pensare che ci sia un guasto dell'impianto o che si sia spento e che nessuno verrà a prenderlo. Per questo motivo è importante che il TSRM continui a comunicare verbalmente con il bambino. Per evitare che il bambino si spaventi durante il posizionamento è meglio portare il distretto corporeo in esame al centro del fascio radiogeno senza dovere spostare successivamente il tubo radiogeno o il lettino porta-paziente.

4. L'esame in scopia



Figura XVIII: apparecchiatura per esami di scopia-Meyer

4.1. Le indicazioni dell'esame e alcuni piccoli accorgimenti

L'esame in scopia comporta l'irradiazione continua o pulsata del distretto corporeo in esame e consente di visualizzare il tessuto in modo continuo (dose erogata maggiore) o pulsato (dose erogata minore) e osservare così in tempo reale il movimento degli organi o altre strutture; utilizzando il mezzo di contrasto si può osservare per esempio la progressione peristaltica del liquido all'interno del tubo digerente e il movimento

delle anse intestinali, oppure nell'apparato urinario il riempimento vescicale retrogrado.

Le indicazioni all'esame in scopia sono lo studio del canale digerente nel sospetto di anomalie anatomiche di reflusso gastroesofageo od occlusioni, lo studio dell'apparato urinario nel sospetto di reflusso vescico-renale e per studiare la morfologia dei tessuti e degli organi interni.

L'esame in scopia è utile come guida durante gli interventi chirurgici per esempio nella osteosintesi, nella riduzione delle fratture scomposte, nei prelievi per la biopsia oppure il posizionamento di drenaggi e cateteri. Un impiego indispensabile trova la scopia negli interventi diagnostici e terapeutici della angiografia e interventistica.

La prestazione si può svolgere in una sala di radiologia tradizionale, se provvista dell'apparecchiatura necessaria.

4.2. Il ruolo del TSRM e la preparazione del paziente

L'esame in scopia si suddivide in "classico" ed in "TC". Il paziente pediatrico viene studiato tramite l'esame in scopia "classico".

L'esame in scopia "classico" è composto da un tubo radiogeno, da uno schermo fluorescente e da un lettino porta-paziente dotato di un appoggio per i piedi e due maniglie per appoggiare le mani sui lati del lettino. L'esame in scopia prevede a volte il movimento del lettino spostando il paziente dalla posizione supina all'ortostasi o in posizione supina o prona all'elevazione della parte inferiore o superiore del corpo. Quindi il paziente ha bisogno di punti stabili (maniglie) ai quali tenersi.

Inoltre è presente un amplificatore di brillantezza che è posto sotto al lettino e converte l'immagine radiante in un'immagine visibile sullo schermo. Lo schermo è posto in prossimità del lettino porta paziente oppure al di fuori della sala radiologica, nella sala comandi.

L'esame in scopia "TC" è una metodica aggiunta alla TC tradizionale. A differenza dell'esame in scopia tradizionale non si ottiene un'unica immagine planare, ma un pacchetto di immagini planari che permettono di studiare la zona del corpo in profondità, beneficiando della qualità dell'esame TC.

L'esame in scopia continua utilizza le radiazioni ionizzanti per rappresentare delle strutture di bassa densità con un'erogazione continua. L'erogazione può essere interrotta per ottenere dei fermo-immagine.

La scopia pulsata eroga una serie di impulsi di raggi X ad intensità più elevate rispetto all'esame di scopia continua ma per tempi più brevi rispetto alla scopia continua. (Gambino-2005)

4.3. Il ruolo del TSRM

Il TSRM è responsabile del controllo del corretto funzionamento dell'apparecchiatura utilizzata per la procedura in scopia. Ha il compito di spiegare all'accompagnatore e al paziente la procedura, assiste il medico radiologo, garantisce il corretto posizionamento del paziente e guida l'accompagnatore, dove richiesto e dovrà organizzare il team infermieristico e lo staff medico coinvolto nella procedura ed organizzare le protezioni piombate, se non sono già presenti in sala. Una figura spesso presente durante l'esame in scopia, ad esempio nello studio dell'apparato digerente, è il logopedista quando deve valutare la deglutizione del piccolo paziente e si troverà in sala consolle con il TSRM. Se il paziente dovrà essere imboccato dovrà essere presente un accompagnatore nella stanza durante la scopia che verrà inevitabilmente esposto alle radiazioni. Bisognerà garantire la sicurezza del paziente e dell'accompagnatore impostando i corretti parametri di esposizione e posizionare l'accompagnatore in modo tale da tenerlo il più lontano possibile dalla fonte radiogena. In scopia è la durata dell'esposizione che è maggiormente responsabile della dose al paziente.

4.4. L'esperienza del bambino

Nel caso di bambini più grandi gli esami in scopia richiedono la collaborazione; per esempio nello studio gastroenterico è richiesta l'assunzione di un pasto radiopaco, spesso disgustoso e poco invitante e il paziente può reagire con rifiuto totale. Rendere il bambino complice e attivamente partecipe alla indagine può spesso contribuire a portare a buon fine la procedura.

Esami più invasivi come la introduzione di un catetere in vescica per esami del tratto urologico o di un sondino esofageo possono essere più o meno dolorosi e responsabili di una esperienza negativa, che il bambino non dimentica e non perdona; dimostrare comprensione e offrire un piccolo compenso a fine esame possono consolare nei momenti difficili. Va consolato anche il genitore con atteggiamento comprensivo e professionale.

5. La sala di Tomografia Computerizzata (TC)



Figura XIX: apparecchiatura TC con pompa per il mezzo di contrasto e carrello contenente gli utensili utilizzati per l'esecuzione degli esami e per gestire le emergenze/urgenze presso la clinica pediatrica Meyer.

5.1. Indicazione all'esame

Prima di effettuare un esame TC al paziente pediatrico è importante valutare il rapporto rischio/beneficio in quanto è una metodica che prevede l'erogazione di un'elevata dose di radiazioni ionizzanti. Va effettuata solo quando strettamente necessario. Tuttavia esami necessari non vanno rifiutati.

Le indicazioni all'esame TC nel paziente pediatrico sono prevalentemente lo studio del torace con il parenchima polmonare e le strutture cardiovascolari e lo studio del cranio nel trauma o nelle malformazioni cranio-facciali.

Nel paziente politraumatizzato può essere necessario il ricorso alla TC di tutto il corpo.

L'esame, a seconda del quesito clinico, si esegue con o senza l'impiego del mezzo di contrasto endovena.

Se l'esame richiede un'anestesia totale, il paziente deve essere a digiuno da almeno 12 ore per evitare che i succhi gastrici risalgano l'esofago per depositarsi nei polmoni causando delle polmoniti potenzialmente gravi.

Tale accorgimento vale anche per gli esami in risonanza magnetica.

5.2. La struttura

Nella sala TC si trovano l'apparecchiatura TC con gantry e lettino porta paziente, un carrello di emergenza e armadi contenenti vario materiale (cerotti e garze, ago-cannule di diversa grandezza e tipologia, siringhe vuote o contenenti della fisiologica, i tappi

per chiudere l'ago-cannula al termine dell'esame, telini, fasce di contenimento, cuscini e supporti vari). Il mezzo di contrasto viene applicato tramite una pompa, situata vicino alla gantry TC. La pompa è principalmente composta da due grandi siringhe contenenti il mezzo di contrasto in una e la fisiologica nell'altra. Un raccordo unico collega le due siringhe all'ago-cannula del paziente. Nei pazienti più piccoli l'iniezione della fisiologica e del mezzo di contrasto avviene a mano con una siringa.

La TC è composta dalla cassa, chiamata gantry che ospita il tubo radiogeno e i detettori. Il tubo radiogeno che eroga i raggi X e il detettore ruotano nella gantry attorno al paziente, posto all'isocentro. Le apparecchiature Dual Source CT sono composte da due tubi radiogeni e due detettori con un aumento delle dimensioni della cassa. Sull'apparecchiatura ci sono dei tasti che permettono di muovere il lettino porta-paziente, selezionare il "punto 0" ovvero il punto dal quale deve partire la scansione.

Il lettino porta-paziente esegue un movimento traslativo durante il posizionamento del paziente verso l'interno dell'apertura della gantry e durante le scansioni ovvero le acquisizioni delle immagini.

Il lettino può essere inoltre spostato in altezza per permettere al paziente di salire e scendere e al TSRM per portare il paziente all'isocentro. A questo scopo la TC dispone di luci laser per l'individuazione della corretta centratura del paziente.

Nella cassa TC sono installati degli altoparlanti e dei microfoni che permettono di comunicare con il paziente.

5.3. Il ruolo del TSRM e la preparazione del paziente

Il TSRM si assicura della corretta scelta del protocollo TC dopo il preliminare controllo della indicazione all'esame, che spetta al medico radiologo. Prepara la sala con il lettino ed eventuali supporti di posizionamento o contenimento e, qualora richiesto si assicura della disponibilità del mezzo di contrasto e prepara la pompa. Seleziona il paziente dalla "worklist" e imposta il protocollo di scansione adeguato, attivando i programmi di riduzione di dose previsti per il tipo di esame.

In seguito, il TSRM accoglie il paziente e gli altri professionisti eventualmente coinvolti (anestesista, infermiera). A seconda dell'età è tenuto a istruire il paziente e ad aiutarlo nel posizionamento sul lettino con l'avviso che il lettino si muoverà durante la procedura. Sarebbe ideale, per gli esami che prevedono l'iniezione del mezzo di contrasto, che il paziente si presenti già con l'ago-cannula in posizione per ridurre la

sua permanenza nella sala TC ed evitare l'irritazione di una procedura invasiva immediatamente prima dell'esecuzione dell'esame con possibile insuccesso dello stesso. Il paziente e l'accompagnatore vanno informati sugli effetti eventualmente percepiti dal piccolo paziente durante l'iniezione del mezzo di contrasto (sensazione di calore e tensione).

L'avente potestà del piccolo dovrà firmare il consenso alla esecuzione dell'indagine e all'impiego del mezzo di contrasto durante l'esame. L'accompagnatore non potrà assistere, in generale all'esame nella sala TC per motivi radioprotezionistici. Qualora fosse indispensabile la presenza del genitore é compito del TSRM di mettere a disposizione i mezzi di radioprotezione (grembiule piombato e collare proteggitiroide) e di istruire la persona sulla posizione più adeguata rispetto alla gantry TC.

Anche per il piccolo paziente, ovviamente, sono da applicare tutti i dispositivi di radioprotezione per le parti corporee non in esame (grembiule pediatrico). I Dispositivi quali collare piombato per la protezione della tiroide o dispositivi per la protezione del cristallino dell'occhio vanno applicati dopo avere eseguito il topogramma, per evitare che il programma applichi una quantità di dose eccessiva. Per le ragazze in età fertile bisogna accertarsi preliminarmente di non trovarsi in stato di gravidanza.

5.4. L'esperienza del bambino

Una adeguata illuminazione della sala TC risolve il problema della paura del buio ma non è sufficiente per rendere l'ambiente familiare e tranquillo.

Il rumore della apparecchiatura può essere un fattore irritante; la comunicazione bidirezionale con il paziente dalla sala comandi con voce rilassata e parole confortanti che preavvisano il cambio di suoni può contribuire ad aumentare la percezione di sicurezza.

Il movimento del lettino può spaventare il bambino e bisogna fare attenzione che il piccolo non si tenga ai bordi per evitare lo schiacciamento accidentale delle dita. Quando si troverà all'isocentro verrà lasciato solo nella sala d'esame o, se indispensabile, in compagnia dell'accompagnatore che sarà adeguatamente protetto dalle radiazioni con il camice di piombo e la protezione della tiroide.

Durante l'esame si attiveranno l'altoparlante e i microfoni per potere comunicare con il paziente ed informarlo quando si muove il lettino, dargli eventuali comandi vocali

quando sarà necessaria l'apnea respiratoria. Il bambino dovrà essere avvisato se sentirà dei rumori durante l'esame oppure sensazioni legate all'iniezione del mezzo di contrasto.

L'iniezione del mezzo di contrasto è un altro fattore che può scatenare paura nel paziente. L'iniezione del mezzo di contrasto non passa inosservata. Il liquido di contrasto, preriscaldato a temperatura corporea può causare una vampata di calore ed una pressione sulla vescica. Il piccolo paziente potrebbe agitarsi e non collaborare più. L'esame TC è in generale un esame di breve durata (pochi secondi) ma il suo impiego in pediatria è molto limitato per il rischio delle radiazioni; il tempo investito alla preparazione del piccolo paziente all'esame, un colloquio semplice ma premuroso e la facoltà di ascoltare e affrontare incertezze e paure sia del paziente che del genitore contribuiscono in modo significativo al successo dell'esame e con ciò indirettamente al risparmio di dose, beneficio per il paziente e la popolazione.

V. CONFRONTO TRA CLINICA PEDIATRICA E STRUTTURA OSPEDALIERA NON DEDICATA

Rispetto ad una clinica dedicata l'ospedale di Bolzano lavora prevalentemente con pazienti adulti e meno con i bambini.

Si cerca quindi di concentrare i pazienti più piccoli in un'unica giornata per settimana, diversa per ogni tipo di metodica, per poter avere a disposizione staff medico, infermieristico e TSRM più esperto e dedicato.

Alcuni esami come le radiografie del torace o la diagnostica traumatologica vengono eseguiti tutti i giorni con personale che tratta tutte le fasce di età. Anche tutte le urgenze/emergenze, siano TC, RM o Ecografie vengono eseguito 24 ore su 24.

Per altre come TC e RM in elezione vi sono delle giornate fisse dove il personale della radiologia e della pediatria interagiscono con infermiera e medico del Servizio di anestesia.

Per quanto riguarda le prenotazioni a Bolzano i pazienti pediatrici vengono gestiti dal reparto di Pediatria, attraverso il suo Day Hospital Generale oppure dal Day Hospital Oncologico, o dalla Chirurgia Pediatrica o dalla TIN e dal Nido; queste due ultime gestiscono i loro pazienti anche nella post-dimissione.

Mancando a Bolzano poi una Terapia intensiva pediatrica, tutta la chirurgia più complessa viene mandata alla Clinica Universitaria di Padova.

Nelle sale ecografiche (2, talvolta 3 a seconda della disponibilità del personale) dell'ospedale di Bolzano si gestiscono pressoché tutti gli esami. Sono sempre riservati due posti alla settimana per i pazienti pediatrici e tutti gli esami urgenti sono garantiti h24.

Naturalmente viene sempre data disponibilità ad inserire altri pazienti al bisogno.

L'ospedale di Bolzano dispone di un team dedicato di 4-5 radiologi con esperienza nell'ambito dell'ecografia pediatrica, tra cui uno esperto, che si dedica anche agli esami di secondo e terzo livello per tutta l'Azienda Sanitaria dell'Alto Adige, ovvero per tutta la provincia di Bolzano (500.000 abitanti).

Alcuni esami ecografici di base e lo screening dell'anca neonatale vengono eseguiti dal reparto di pediatria.

Ecografia cardiaca e ecografia cerebrale vengono eseguiti dai medici della TIN.

Anche per quanto riguarda la RM sia cardiaca che neurologica vi è un team di medici dedicato.

1. La realtà di una clinica non dedicata al paziente pediatrico ed una clinica dedicata a confronto



Figura XX: a sinistra l'ingresso dell'ospedale pediatrico "Meyer" di Firenze, a destra l'ingresso dell'ospedale "San Maurizio" di Bolzano

Un ospedale pediatrico dovrebbe essere una struttura dedicata al ricovero, al benessere, alla cura dei bambini, una struttura diversa anche da un punto di vista architettonico dall'ospedale degli adulti.

Uno degli esempi più riusciti in Italia è sicuramente l'Ospedale pediatrica "Meyer" di Firenze.

Trasferito in una sola notte, nel 2007, nell'attuale sede all'ombra degli olivi, il Meyer cerca di offrire con il suo personale esperto, oltre che le cure più all'avanguardia, anche la massima attenzione alle esigenze dei piccoli pazienti e delle loro famiglie.

Ho frequentato per un breve periodo il reparto di Radiologia del Meyer e ho cercato di farmi un'idea di cosa significasse "reparto di radiologia pediatrica" e di quali fossero le principali differenze con un reparto come quello di Bolzano, che fa diagnosi radiologiche in genere all'adulto e talvolta anche al bambino.

Un ospedale dedicato al bambino presenta dei percorsi architettonici diversi, che al Meyer, già sono evidenti nei tunnel con volta a vetro e nella grande hall “a serra” ripiena di piante e di intrattenimenti vari per i piccoli pazienti.



Figura XXI: volta a vetro nella grande hall “a serra” (a sinistra in alto), giardino con giraffe (sinistra in basso), gadget acquistabile nella hall con logo dell’ospedale pediatrico (a destra)

Anche a Firenze come a Bolzano i pazienti esterni sono spesso inviati dal loro pediatra e questo soprattutto per quanto riguarda le radiografie dirette del torace, per escludere una polmonite o l’ecografia dell’addome, per definire l’origine di un’addominalgia. Fra i pazienti esterni del “Meyer” una grossa fetta è costituita dai traumatizzati, che da circa 12 aa non sono più indirizzati al CTO di Firenze, ma arrivano direttamente al pronto soccorso traumatologico pediatrico.



Figura XXII: Ingresso del Pronto Soccorso

La gran parte degli esami comunque sono prescritti dallo specialista interno dell’ospedale, sia internista, chirurgo, oncologo, neurochirurgo, urologo o specialista delle malattie metaboliche. Altri nosocomi non dedicati alla pediatria, della Toscana e

di regioni vicine e più lontane, inviano a Firenze i loro piccoli per una diagnosi e terapia di secondo livello.

Il sistema di prenotazione, quindi non è molto diverso da quello di Bolzano; si tratta di un percorso preferenziale per interni e pazienti con patologie particolari, che devono fare follow-up più ravvicinati e del CUP per tutti gli altri, con richieste più o meno urgenti, in base alla valutazione del pediatra inviante.



Figura XXIII: Nel corridoio per raggiungere il reparto di radiologia sono state esposte una serie di figure.

L'approccio alle diagnostiche è simile per tutti i pazienti esterni.

Al Meyer dalla grande sala d'attesa esterna, si passa il filtro della segreteria e quindi si viene introdotti alle varie diagnostiche, dove l'accompagnatore, sia genitore o tutore, viene lasciato passare fino e, a seconda della metodica, anche dentro la sala diagnostica.



Figura XXIV: esempio di sala d'attesa presso l'ospedale pediatrico "Meyer" e lo sportello dell'accettazione

Fra il personale del "Meyer" vi sono anche degli infermieri dedicati al paziente pediatrico, che con la loro grande esperienza e bravura prendono in consegna e seguono il paziente lungo il suo percorso all'interno del reparto.

Per gli esami che non richiedono sedazione, ma che comunque necessitano di una certa collaborazione, come l'ecografia, sono sufficienti piccoli accorgimenti, come qualche goccia di succo di lampone sulla lingua o un giocattolo e un carillon per più piccoli, o semplicemente la mano rassicurante della mamma o del papà vicini. Nell'ospedale di Bolzano, l'iter non è molto diverso, almeno per quanto riguarda i pazienti interni, che vengono in genere accompagnati dalle infermiere e infermieri dei reparti di pediatria e chirurgia pediatrica, che sono quindi esperti nell'interagire con i più piccoli.

Ciò che cambia fra i due nosocomi, sono però i numeri. Mentre a Firenze come minimo vengono eseguiti per esempio dai 20 ai 30 esami di Risonanza al giorno, a Bolzano vi è un pomeriggio dedicato ai bambini esterni, che in genere è il mercoledì. Gli esami dei pazienti interni e le urgenze naturalmente, vengono eseguite anche presso l'ospedale di Bolzano quasi tutti i giorni, con una media giornaliera di uno-due esami. Per esami che necessitano di supporto anestesilogico, come RM e talvolta anche la TC, per i più piccini, che non potrebbero mantenere altrimenti a lungo l'immobilità, il

paziente viene portato e consegnato dai genitori all'anestesista, che si trova in una stanza attrezzata adiacente alle sale RM e alla sala TC.

E tutto ciò è molto simile a quello che succede anche da noi; e come a Bolzano anche a Firenze l'anestesista è al corrente dello stato di salute del bambino, dei suoi esami ematochimici, della sua storia clinica, che ha consultato in precedenza, con successivo confronto con i genitori o tutori.

In RM il numero di pazienti esaminati è naturalmente molto superiore rispetto a Bolzano; vengono in media fatte 10 RM in anestesia al giorno, mentre a Bolzano vi è un solo giorno alla settimana, dove vengono esaminati al massimo 6 pazienti.

Naturalmente sia a Bolzano che soprattutto a Firenze vi sono molti altri pazienti con età superiore ai 7-8 aa, che riescono a sottoporsi all'esame di RM senza supporto anestesilogico, ascoltando un po' di musica con le cuffie oppure facendosi leggere un libro dalla mamma o dal papà, seduti accanto.

Per i più piccini, i piccoli immaturi della neonatologia e terapia intensiva in ambedue gli ospedali vengono accompagnati in genere dal neonatologo. In questo caso sono sufficienti sistemi di contenimento con vacuum o una blanda sedazione oppure il fatto di aver fatto mangiare il piccolo subito prima.

Lo stesso sistema viene spesso utilizzato anche per neonati e bambini al di sotto dei 7 anni per eseguire una TAC, dove spesso sono sufficienti pochi secondi, per esami non contrastografici del cranio ad esempio. Per esami TC più complessi, che richiedono la somministrazione di mdc e più acquisizioni, per non esporre il bambino a ripetizioni di acquisizioni non riuscite per gli artefatti da movimento, si preferisce eseguire il tutto con il supporto dell'anestesista.

Il giorno prima dell'esame specie per quanto riguarda la RM, al Meyer, si fanno passare in diagnostica bambino e genitori, per descrivere l'esame, mostrare l'apparecchiatura, fare degli esempi pratici con una piccola apparecchiatura giocattolo.



Figura XXV: TC giocattolo in una stanza dedicata, nella sala d'attesa interna presso l'ospedale pediatrico "Meyer"

Anche a Bolzano i bambini un po' più grandicelli vengono talvolta fatti passare in diagnostica e viene loro illustrato l'esame, prima con un piccolo giocattolino e poi si illustra l'esame all'interno della sala magnete.

Per quanto riguarda gli esami contrastografici con bario o con mdc idrosolubili o con somministrazione di mdc trans-catetere, come i clismi opachi o le cistografie ad esempio, il percorso è molto simile a quello degli altri esami.

Essendo esami eseguiti a paziente sveglio, spesso viene richiesto ai genitori di tenere fermi i loro piccoli, e in questo caso anche loro vengono sottoposti ad un'accurata anamnesi per l'esposizione radiogena e quindi vengono messi a loro disposizione dispositivi di protezione adeguati.

Anche in questo caso, mentre a Firenze questi esami vengono eseguiti tutti i giorni, a Bolzano vi è una sola giornata dedicata, con eccezione naturalmente degli esami richiesti in regime d'urgenza, come può essere ad esempio per un'invaginazione intestinale.

2. Alcuni numeri

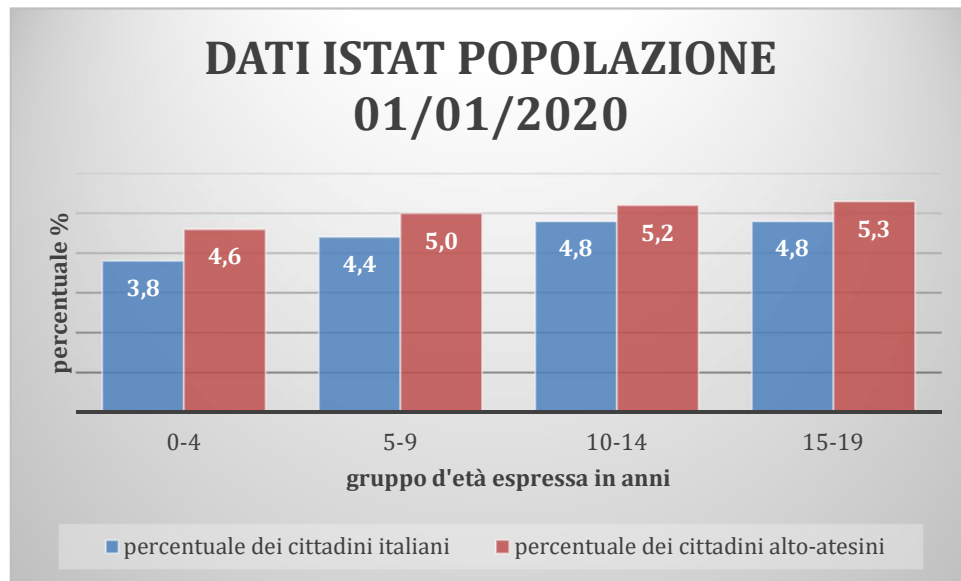


Grafico 2: rappresentazione grafica della percentuale dei cittadini italiani e alto-atesini con età compresa dai 0 ai 19 anni, in proporzione alla popolazione totale

Il grafico 2 rappresenta la percentuale di popolazione per le fasce d'età indicate mettendo a confronto la popolazione italiana (blu) con la popolazione alto-atesina (rosso).

La curva ha un andamento crescente per entrambi i gruppi. L'Alto-Adige tuttavia presenta sempre una percentuale più alta rispetto ai valori nazionali.

Di conseguenza gli ospedali alto-atesini potrebbero avere un maggiore afflusso di pazienti pediatrici e quindi dovrebbero essere attrezzati per accoglierli, anche nel reparto di radiologia.

2.1. Esempio di struttura non dedicata: la realtà di Bolzano

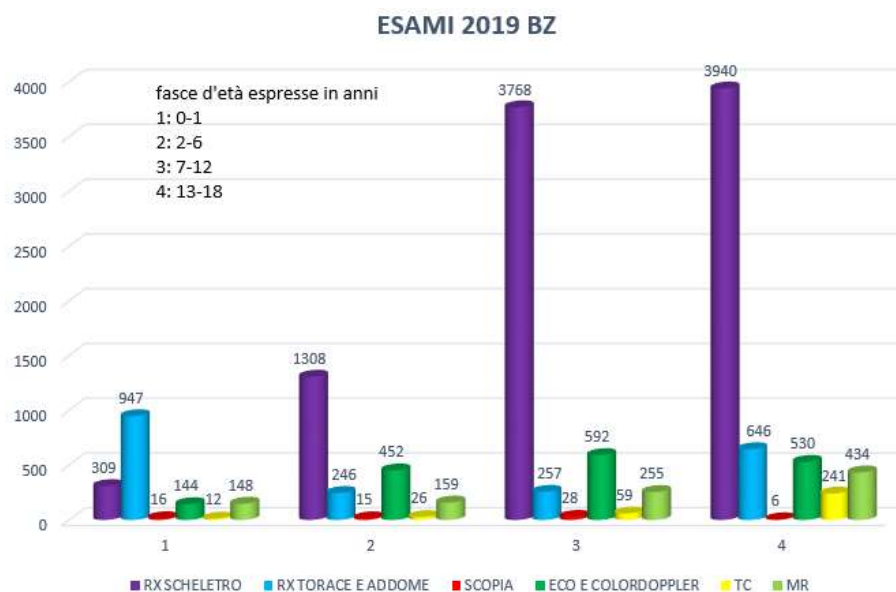


Grafico 3: esami eseguiti nel 2019 a Bolzano (BZ)

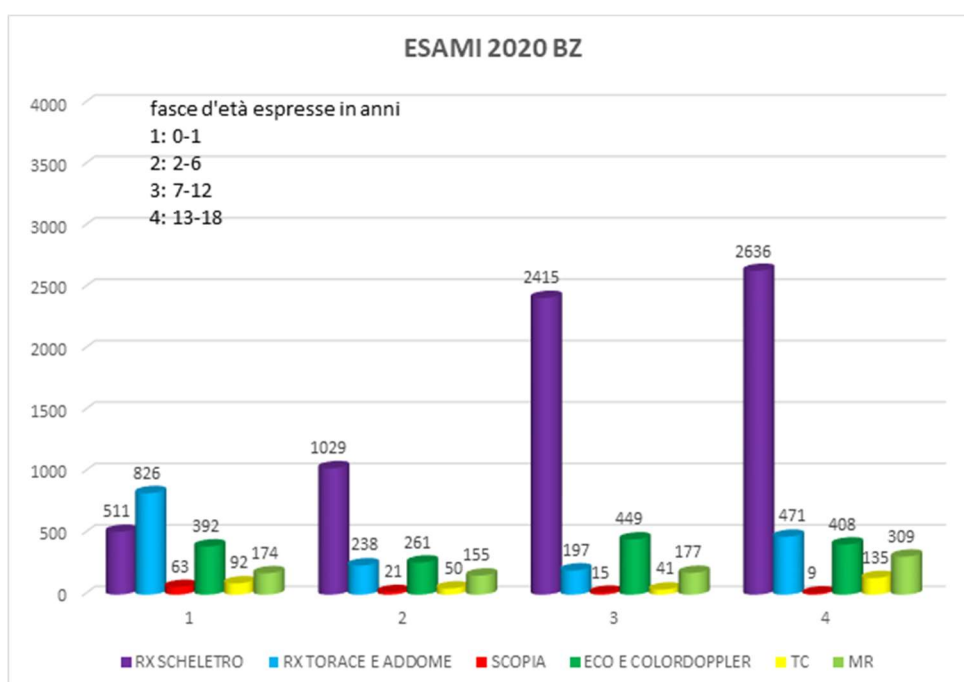


Grafico 4: esami eseguiti nel 2020 a Bolzano (BZ)

Nella realtà di Bolzano (grafici 3 e 4) prevale nella prima fascia d'età l'esame Rx torace e addome (947 e 826 esami), sicuramente riconducibile alla necessità dei controlli su bambini prematuri in TIN (distress respiratorio, controllo di cateteri e tubi).

Nelle successive fasce d'età prevalgono gli esami RX scheletro, con costante crescita, prevalentemente legati alla traumatologia (3540 e 2636 esami).

Gli esami in scopia nella totalità non sono molto frequenti (tra i 6 ed i 63 esami) in quanto si preferiscono metodi di imaging alternativi. Pertanto anche la TC risulta tra le indagini meno eseguite in tutte le fasce d'età (tra i 12 ed i 241 esami); risulta comunque numericamente più presente nella fascia d'età tra i 13 ed i 18 anni (aumento della traumatologia più grave in adolescenza).

Così l'ecografia e l'eco color-Doppler prevalgono sugli esami TC in tutte le fasce d'età (tra i 144 ed i 592 esami). Nell'anno 2020 si osserva un netto incremento delle prestazioni radiologiche nella prima fascia d'età rispetto al 2019, soprattutto delle ecografie (centro di riferimento provinciale).

La RM è presente in tutte le fasce d'età con prevalenza sui numeri delle TC, esempio di un rispettoso impiego delle radiazioni in età pediatrica nel rispetto dei principi della radioprotezione.

In generale si osserva una complessiva riduzione dei numeri delle prestazioni di tutte le categorie nel 2020 rispetto al 2019, frutto dell'emergenza SARS CoV-2, con eccezione per le prestazioni eseguite ai bambini nel primo anno di vita.

2.2. Esempio di struttura dedicata: la realtà dell'ospedale pediatrico "Meyer"

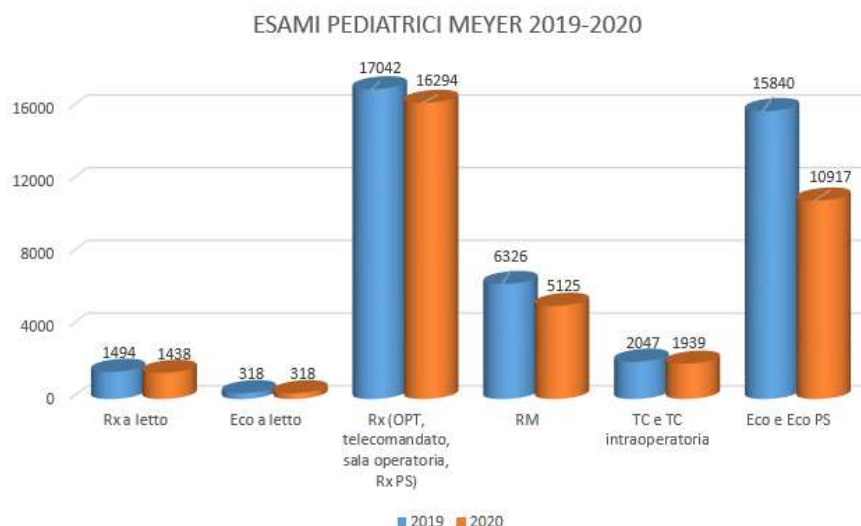


Grafico 5: esami eseguiti nel 2019 e 2020 presso il Meyer

La quantità di esami RM è superiore a quella degli esami TC.

Si nota che l'ospedale pediatrico fiorentino predilige l'impiego delle metodiche che non utilizzano le radiazioni ionizzanti. In questo modo si limitano i danni radio-indotti a breve e a lungo termine al paziente pediatrico.

3. La realtà dell'ospedale di Bolzano e alcuni piccoli suggerimenti per il futuro

Le strutture ospedaliere non dedicate al paziente pediatrico dovrebbero offrire degli spazi nelle sale d'attesa e d'esame ai bambini, spazi che dovrebbero essere attrezzati con dei tavolini e delle sedie su misura, dei fogli e delle matite colorate, dei giochi e dei libri per ogni fascia di età. Può rivelarsi utile abbellire le pareti con dei dipinti oppure con dei quadri che raffigurino scene di cartoni animati noti. Si potrebbero preparare o acquistare dei pannelli mobili da posizionare sia negli spazi di attesa che nelle diagnostiche, oppure appendere delle spirali al soffitto, per intrattenere, distrarre e quindi tenere tranquilli i più piccoli.

Allo stesso tempo sarebbe importante garantire ai pazienti adulti una sala d'attesa tranquilla e non troppo movimentata.

Una valida soluzione potrebbe essere dedicare una delle nostre sale d'attesa esclusivamente al paziente pediatrico, oppure delimitare delle aree per i bambini all'interno delle varie sale "per adulti" con dei pannelli in plexiglass o isolanti e antirumore, per garantire la tranquillità e la privacy ai più grandi

Le diagnostiche quindi, potrebbero essere fornite di una scatola o armadietto contenente giochi o oggetti per distrarre il bambino.

I dispositivi di radioprotezione piombati, che siano grembiulini o dispositivi per mammelle, testicoli, tiroide, dovrebbero essere un po' allegri, colorati o con dei disegni che ricordino gli eroi dei cartoni.

Si potrebbe inoltre proporre la formazione di un gruppo di TSRM di base per lavorare con il piccolo paziente e fare in modo che ci sia sempre uno o più esponenti del gruppo di turno che possa affiancare ed istruire i colleghi meno esperti e che possa aiutare il personale della pediatria durante le procedure.

Inoltre si potrebbero organizzare degli incontri mensili o semestrali, tra il gruppo di TSRM di base (o responsabile TSRM) ed il reparto pediatrico (oppure il suo responsabile), per garantire una collaborazione efficace ed efficiente fra la radiologia e la pediatria così come fra TSRM, paziente ed accompagnatore.

Per formare i TSRM al loro futuro lavoro con i bambini, sarebbe opportuno dedicare delle lezioni durante il corso di formazione all'approccio con il piccolo paziente e il suo accompagnatore, sensibilizzando il personale alla campagna "Image Gently" ed esponendo in modo esaustivo i dispositivi di protezione dell'ospedale di Bolzano e il loro corretto utilizzo.

VI. Conclusione

Tramite questo elaborato è emerso come il piccolo paziente ed i suoi timori e bisogni possano essere gestiti con successo in un ospedale generico così come in uno pediatrico. I fattori di rischio sono identici a quelli degli adulti ed il compito del TSRM è quello di eseguire la propria professione provvedendo alla propria sicurezza, a quella del paziente, a quella dell'accompagnatore e delle altre figure coinvolte.

Le paure sono più marcate nel bambino rispetto all'adulto e lo staff ospedaliero, se organizza gli spazi e le sale in modo da accogliere il piccolo paziente, riuscirà a tranquillizzarlo al meglio.

È importante utilizzare un linguaggio del corpo e verbale consono all'età del bambino, senza mai trascurare l'accompagnatore. Il TSRM deve mostrarsi sicuro di sé e rispondere alle domande che gli vengono poste in modo esaustivo, utilizzando un linguaggio semplice.

Le sale di radiologia convenzionale e di scopia presentano molti fattori che incutono paura nel bambino, come ad esempio il buio. Le sale TC e di risonanza magnetica sono più luminose, ma il movimento del lettino e i mezzi di immobilizzazione agitano il bambino.

In queste sale è consentita la permanenza dell'accompagnatore solo se strettamente necessaria, visti i pericoli per la salute ed i vari rischi trattati nell'elaborato.

La sala ecografica è pure buia, e la sonda ecografica deve toccare il paziente per potere rilevare delle immagini. Il vantaggio è che essendo una tecnica sicura, l'accompagnatore può assistere il piccolo paziente durante tutta l'esecuzione dell'esame, tranquillizzandolo e mantenendolo nella posizione migliore per ottenere delle immagini diagnostiche.

Per ottenere delle immagini di buona qualità e soprattutto diagnostiche, è essenziale un team medico-infermieristico e tecnico estremamente collaborante e sensibile verso quelle che sono le problematiche mediche-psicologiche-culturali del bambino.

Il limite della gestione del paziente pediatrico sta comunque in parte nella struttura ospedaliera, che se non è dedicata al paziente pediatrico, non dispone sempre di spazi pensati alla loro permanenza. Ed è proprio qui che è essenziale la creatività e la capacità di collaborazione del TSRM con il paziente, l'accompagnatore e le figure professionali coinvolte nell'esame.

Allegati

Allegato 1: LDR radiologia pediatrica, rapporti ISTISAN20\22

Rapporti ISTISAN 20/22

3.1.4.2. Valori degli LDR da indagini nazionali ed europee

La Tabella 3.10 riporta i valori di LDR in letteratura per la radiografia proiettiva pediatrica derivanti da indagini nazionali di Paesi europei; mentre la Tabella 3.11 riporta i valori per la sola TC comprendenti quelli italiani. In entrambe le tabelle sono anche presenti i valori proposti da una specifica linea guida europea (10).

Tabella 3.10. Valori LDR per radiografia proiettiva pediatrica e riferimenti bibliografici (Rif.) con sigle identificative dei Paesi, ove presenti

Regione anatomica e proiezione	Età (anni)	Valori LDR - indagini italiane		Valori LDR - indagini altri Paesi	
		$K_{a,e}$ mGy	KAP Gycm ²	$K_{a,e}$ mGy	KAP mGycm ²
Cranio AP/PA	3 m - < 1 a				215 (10)
	1 - < 6 a				295 (10)
	≥ 6 a				350 (10)
Cranio LAT	3 m - < 1 a				200 (10)
	1 - < 6 a				250 (10)
Torace PA/AP	neonati			0,08* (57)	10* (57) 5 (57 DE) 17 (82)
	< 1 a			0,08* (57) 0,049 (81)	30* (57) 15 (57 DE) 11 (81) 23 (82)
	1 m - < 4 a			0,06 (10)	22 (10)
	1-5 a			0,10 (57) 0,052 (81)	50 (57) 25 (57 DE) 17 (81) 26 (82)
	4-<10 a			0,08 (10)	50 (10)
	6-10 a			0,20 (57) 0,057 (81)	70 (57) 35 (57 DE) 29 (81) 37 (82)
	10 -< 14 a			0,11 (10)	70 (10)
	1-5 a			0,20 (57)	60 (57) 40 (57 DE)
	6-10 a			0,30 (57)	80 (57) 60 (57 DE)
	< 1 a			0,70 (810)	25 (81)
	1 m - < 4 a				150 (10)
	1-5 a			1 (57) 0,191 (81)	350 (57) 250 (57 DE) 84 (81) 110 (82)
Addome	4 -< 10 a			0,40 (10)	250 (10)
	6-10 a			1,5 (57) 0,157 (81)	700 (57) 350 (57 DE) 137 (81) 360 (82)
	5 a			0,90 (57) 0,192 (81)	150 (57 DE) 200 (57) 109 (81)
Pelvi	5 a				

m: mese; a: anno;

In **grassetto** il valore LDR individuato come LDR nazionale, scelto in conformità ai criteri esposti nel capitolo 2.

*Allegato 2: esempio “Meyer”, delega della patria potestà da parte di genitore
assente*

DELEGA DELLA PATRIA POTESTÀ DA PARTE DI GENITORE ASSENTE

(Ambito di applicazione: da utilizzare quando viene acquisito il consenso per minore di età da parte di un solo genitore) Io sottoscritto/a

.....

..... nato/a a

..... il

..... residente nel Comune di

..... via

..... n°

..... consapevole delle responsabilità e delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del DPR 445/2000 per attestazioni e dichiarazioni false e sotto la mia personale responsabilità DICHIARO di essere genitore del minore

..... nato/a a

..... il

..... di essere a conoscenza delle disposizioni che regolano l'espressione del consenso per i figli minorenni di età che il mio stato civile è il seguente: coniugato/a vedovo/a separato/a divorziato/a in situazione di: affidamento congiunto genitore affidatario genitore non affidatario che, ai fini dell'applicazione dell'art. 317 del Codice Civile, NON potrò essere presente all'esecuzione dell'esame di mio figlio per il seguente motivo: I dati personali raccolti ai fini del presente procedimento saranno trattati dall'ASO titolare del trattamento, anche con strumenti informatici, esclusivamente a tale scopo. SOC Diagnostica per immagini lontananza impedimento E acconsento che l'altro genitore

..... eserciti la potestà separatamente.

Letto, confermato e sottoscritto Data Firma

..... (Art. 38 T.U. sulla documentazione amministrativa – DPR 445/2000) presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità.

Acronimi

A

- ADMIRE= Advanced Modeled Iterative Reconstruction
- ALARA= radiation dose As Low As Reasonably Achievable, ottenere un'immagine refertabile erogando una minima quantità di radiazione
- AHARA= medical benefits As High As Reasonably Achievable, il beneficio per il paziente deve essere maggiore del danno radioindotto
- ASARA= medical procedures As Safe As Reasonably Achievable, garantire la sicurezza durante la procedura medica

B

- Bremsstrahlung= radiazione elettromagnetica generata dall'accelerazione di una particella caricata elettricamente
- BZ= Bolzano

C

- CTO= Centro Traumatologico Ortopedico
- CUP= Codice Unico di Prenotazione
- °C= grado Celsius, unità di misura della temperatura

D

- DAP= Dose Area Product
- dB= decibel, unità di misura che determina il livello dell'intensità energetica dei suoni
- DLP= Dose Length Product
- DNA= acido desossiribonucleico

E

- ECG= ElettroCardioGramma
- Eco= ecografia
- emissione guscio k= emissione di un elettrone da un orbitale prossimo al nucleo atomico dopo essere stato "colpito" da un raggio X

F

- FOV= Field Of View, campo di vista, area che verrà acquisita e visualizzata sullo schermo

H

- h24= 24 ore

I

- isocentro= punto di intersezione tra l'asse centrale e l'asse di rotazione
- ISTAT= Istituto Nazionale di Statistica
- ISTISAN, rapporti= L'istituto Superiore della Sanità pubblica studi, ricerche e protocolli tecnici rilevanti in ambito nazionale e/o internazionale, resoconti, attività svolte dall'Istituto, atti di congressi, norme tecniche

K

- kV= kiloVolt

L

- LDR= Livelli Di Riferimento

M

- mA= milliAmpere
- mAs=milliAmpere per secondo
- MdC= Mezzo di Contrasto
- MHz= Megahertz
- m/sec= metri/secondo

O

- OMS=Organizzazione Mondiale della Sanità
- OPT= OrtoPanTomografo
- os, per os= per via orale

P

- PS= Pronto Soccorso

R

- Raggi γ = radiazioni elettromagnetiche prodotte dal decadimento radioattivo dei nuclei atomici
- Raggi UVA=radiazione Ultra Violetta A- lunghezza d'onda (400-315 nm)
- Raggi UVB= radiazione Ultra Violetta B- lunghezza d'onda (315-280 nm)
- Raggi UVC= radiazione Ultra Violetta C-lunghezza d'onda (280-100 nm)
- Raggi X= radiazione ionizzante impiegata nell'imaging diagnostico (radiografie)
- RM= Risonanza Magnetica

S

- SARS-CoV-2= Severe Acute Respiratory Syndrome COronaVirus 2
- SPIO= Superparamagnetic iron oxide, mezzo di contrasto superparamagnetico

T

- T=Tesla, forza che agisce sulle cariche in movimento
- T1= costante di tempo longitudinale, risonanza magnetica
- T2= costante di tempo trasversale, risonanza magnetica
- T2 blade= sequenza Turbo Spin Echo (TSE) multi-shot insensibile al movimento, risonanza magnetica
- TC= Tomografia Computerizzata
- TIN= Terapia Intensiva Neonatale
- TSRM= Tecnico Sanitario di Radiologia Medica

U

- US= UltraSuono

V

- V_m^{-1} = intensità campo elettrico

W

- worklist= lista di lavoro

BIBLIOGRAFIA

ACR Manual on Contrast Media 10.3

articolo 7 della nuova legge sulla radioprotezione: lg 101, del 2020

Biagini, 2010, *Radiobiologia e radioprotezione*, Piccin Nuova Libreria S.p.a-Padova.

Bistolfi F., Presentazione di Umberto M.Marinari, 2004, *Suoni e vibrazioni sull'uomo: rischio e beneficio*, Omicron Editrice, Genova.

Bruce W. Long & Jeannean Hall Rollins, Barbara J. Smith, 2016, *Merill's Atlas of Radiographic Positioning & Procedures, Vol.3*, Elsevier Mosby, USA, St. Louis, Missouri.

Caramella, D, Paolicchi,F. Faggioni L., 2012 *La dose al paziente in diagnostica per immagini*, Springer Verlag Italia S.r.l., Milano.

Cohen MD, Herman E, Herron D, White SJ, Smith JA., 1992, *Comparison of intravenous contrast agents for CT studies in children*. Acta Radiol;33(1449887):592-595.

Coriasaco M.& Rampado O., Bradac G. B, 2014, *Elementi di risonanza magnetica-Dal protone alle sequenze per le principali applicazioni diagnostiche*, Springer-Verlag Italia, Milano.

D. Lgs 101/20 per l'attuazione della direttiva EURATOM 2013/59

Decreto del Ministero della Sanità, 3 agosto 1993

Dillman JR, Strouse PJ, Ellis JH, Cohan RH, Jan SC., 2007, *Incidence and severity of acute allergic-like reactions to i.v. nonionic iodinated contrast material in children*. AJR Am J Roentgenol.;188(17515388):1643-1647.

Documento di Consenso SIRM-SIAAIC Gestione dei Pazienti a Rischio di Reazione Avversa a Mezzo di Contrasto; 2018

Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, Takashima T, Seez P, Matsuura K., 1990, *Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media*. Radiology;175(2343107):621-628.

Marilyn J.Siegel MD& Scott A.Mirowitz, 2018, *Pediatric body MR imaging- MR Clinics of North America*.

Oppelt, B., 2010, *Pädiatrische Radiologie für MTRA/RT, Edition Radiopraxis*, Thieme, Stuttgart, Deutschland.

Organizzazione Mondiale della Sanità: *definizione di salute*

rapporti ISTISAN 20|22

Rose de Bruyn, 2010, *Pediatric Ultrasound, 2nd Edition, How, Why and When*, Churchill Livingston.

Vergara M, Seguel S., 1996, *Adverse reactions to contrast media in CT: effects of temperature and ionic property. Radiology.*;199(8668779):363-366.

Whittingham TA, 1997, *.New and future direction in US imaging* BrJRad;70:S119-132.

SITOGRAFIA

Gambino Rino, *Dalla fluoroscopia "classica" alla CT fluoroscopia.*, visitato in data 20/10/2020, <https://www.sbt.ti.ch/dep/cplo/rinogambino.pdf>, 2005.

Image Gently, 2014, visitato in data 13/10/2020, http://www.tsrm.org/wp-content/uploads/2015/06/2-IG-BtB_10-passi_ok.pdf

Medical Imaging and Radiation, Dr. Bhavin Jankharia, Jankharia Imaging , 2012, visitato in data 10/10/2020, www.slideshare.net/bhavinj/radiation-and-medical-imaging

Siemens-Healthineers, 2020, visitato in data 13/10/2020, <https://www.siemens-healthineers.com/computed-tomography/technologies-innovations/care-right/right-dose-technology>

INDICE DELLE FIGURE E DEI GRAFICI

- Figura I: percorso evolutivo del bambino dai 2 mesi (fase fetale) all'età adulta. Le percentuali indicate in figura si riferiscono alla distribuzione e sedi del midollo osseo responsabile per la formazione delle cellule sanguigne
- Figura II: esempi di sale d'attesa per pazienti pediatrici
- Figura III: esempio di casetta e giochi per intrattenere i bambini (destra), figura di Pinocchio, presso l'ospedale pediatrico "Meyer" di Firenze (sinistra)
- Figura IV: esempio di diagnostica in radiologia tradizionale, porta con avviso dell'impiego di radiazioni ionizzanti, sedia, camerino con specchio, vetro piombato per proteggere il TSRM dal fascio radiogeno, stativo per eseguire esami in ortostatismo e da seduti. I lattanti possono venire appoggiati sul detettore in assenza di lettino porta-paziente
- Figura V: Radiazioni: classificazioni e spettri
- Figura VI: tubo radiogeno
- Figura VII: Organi radiosensibili in base al fattore di ponderazione
- Figura VIII: esempi di immobilizzazione per paziente non collaborante con sacco di sabbia (sinistra) e paziente collaborante, fissato alla testata del lettino porta-paziente per mantenere la corretta posizione durante l'esame TC (destra)
- Figura IX: grembiule/coperta piombata con decorazioni
- Figura X: bambino con protezione per i testicoli e grembiolino per proteggere le mammelle
- Figura XI: Image Gently
- Figura XII: rischi del campo magnetico e cosa non introdurre nella sala
- Figura XIII: rappresentazione dei simboli "MR safe", "MR conditional", "MR unsafe"

Figura XIV: ecografo con sonde

Figura XV: apparecchiatura di risonanza magnetica per pazienti pediatrici

Figura XVI: apparecchio in radiologia tradizionale-Meyer

Figura XVII: esempio di OPT

Figura XVIII: apparecchiatura per esami di scopia-Meyer

Figura XIX: apparecchiatura TC con pompa per il mezzo di contrasto e carrello contenente gli utensili utilizzati per l'esecuzione degli esami e per gestire le emergenze/urgenze presso la clinica pediatrica Meyer

Figura XX: a sinistra l'ingresso dell'ospedale pediatrico "Meyer" di Firenze, a destra l'ingresso dell'ospedale "San Maurizio" di Bolzano

Figura XXI: volta a vetro nella grande hall "a serra" (a sinistra in alto), giardino con giraffe (sinistra in basso), gadget acquistabile nella hall con logo dell'ospedale pediatrico (a destra)

Figura XXII: Ingresso del Pronto Soccorso

Figura XXIII: Nel corridoio per raggiungere il reparto di radiologia sono state esposte una serie di figure

Figura XXIV: esempio di sala d'attesa presso l'ospedale pediatrico "Meyer" e lo sportello dell'accettazione

Figura XXV: TC giocattolo in una stanza dedicata, nella sala d'attesa interna presso l'ospedale pediatrico "Meyer"

Grafico 1: rappresentazione della relazione del rischio di tumore radio-indotto ed il numero equivalente di radiografie del torace (D. Caramella et al.-2012)

Grafico 2: rappresentazione grafica della percentuale dei cittadini italiani e alto-atesini con età compresa dai 0 ai 19 anni, in proporzione alla popolazione totale

Grafico 3: esami eseguiti nel 2019 a Bolzano (BZ)

Grafico 4: esami eseguiti nel 2020 a Bolzano (BZ)

Grafico 5: esami eseguiti nel 2019 e 2020 presso il Meyer.

Come unico autore di questa Tesi di Laurea rispondo del contenuto ai sensi di legge sul diritto d'autore.

Dichiaro di avere elaborato personalmente la suddetta opera nel rispetto delle vigenti disposizioni sul diritto d'autore e del Codice Civile.