

# 2026 - RADIOPROTEZIONE IN ODONTOIATRIA

**Corso ECM** Formazione Continua



**Autori:** Federico Alcide Villani, Cesare Benetti, Dino Re

**Casa editrice:** Quintessenza Edizioni.

 **QUINTESSENCE PUBLISHING  
ITALIA**

## **PRESENTAZIONE CORSO DI RADIOPROTEZIONE**

Il corso di radioprotezione è un programma formativo e accademico concepito per fornire una comprensione approfondita delle pratiche e dei principi fondamentali correlati all'uso sicuro delle radiazioni ionizzanti in ambito medico e odontoiatrico.

La radioprotezione riveste un'importanza cruciale nel contesto della salute pubblica, poiché l'impiego di tecniche radiologiche è in costante aumento, rendendo essenziale la formazione adeguata per garantire la sicurezza dei pazienti e del personale sanitario.

In odontoiatria, le radiazioni vengono utilizzate quotidianamente con finalità diagnostica. È necessario avere una profonda conoscenza di questo ambito tanto utile nella pratica clinica quotidiana quanto potenzialmente nocivo se utilizzato in maniera non corretta.

Nel corso di questo programma, verranno affrontati i seguenti temi chiave:

1. **Introduzione alla Radioprotezione:** si definirà il concetto di radioprotezione, facendo particolare attenzione alla sua rilevanza nel contesto clinico odontoiatrico e le implicazioni etiche e terapeutiche associate all'uso delle radiazioni.
2. **Fondamenti di Fisica della Radiazione:** verranno approfonditi i diversi tipi di radiazioni ionizzanti, le loro interazioni con la materia e i principi di dosimetria, fornendo una base scientifica solida per la comprensione dei fenomeni radiologici.
3. **Normative e Linee Guida:** si studieranno le normative nazionali e internazionali che regolano l'uso delle radiazioni, analizzando le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e alle responsabilità legali e professionali degli operatori sanitari.
4. **Principi di Protezione Radiologica:** verranno esaminati i principi fondamentali della protezione radiologica, inclusi la giustificazione, l'ottimizzazione e la limitazione dell'esposizione, al fine di promuovere pratiche cliniche sicure ed efficaci nella pratica clinica quotidiana.
5. **Tecniche Radiologiche e Loro Impatto:** si discuteranno le principali tecniche radiologiche utilizzate in medicina e odontoiatria, valutando i benefici diagnostici, le indicazioni specifiche e i vantaggi terapeutici in relazione ai potenziali rischi per la salute. Ci sarà un approfondimento su ortopantomografia, tomografia computerizzata, radiografie periapicali e bitewings.
6. **Gestione delle Situazioni di Emergenza:** verranno fornite indicazioni dettagliate su come gestire situazioni di emergenza legate all'esposizione accidentale alle radiazioni, enfatizzando l'importanza della preparazione e della risposta tempestiva.
7. **Formazione e Sensibilizzazione:** si sottolineerà l'importanza della formazione continua e delle strategie di sensibilizzazione per il personale e i pazienti, al fine di promuovere una cultura della sicurezza radiologica.
8. **Conclusioni e Discussione:** il corso verrà concluso con una riflessione critica sui temi trattati e un momento di discussione interattiva per un confronto bilaterale.

L'obiettivo del corso è dunque di fornire le competenze necessarie per garantire un ambiente di lavoro sicuro e conforme agli standard di radioprotezione.

## **INDICE DEL CORSO ECM DI RADIOPROTEZIONE**

## **1. Introduzione alla Radioprotezione**

- 1.1 Definizione di radioprotezione
- 1.2 Importanza della radioprotezione in odontoiatria

## **2. Fondamenti di Fisica della Radiazione**

- 2.1 Tipologie di radiazioni ionizzanti
- 2.2 Interazione delle radiazioni con la materia
- 2.3 Dosimetria e unità di misura

## **3. Normative e Linee Guida**

- 3.1 Normative nazionali e internazionali
- 3.2 Linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)
- 3.3 Responsabilità legali e professionali

## **4. Tecniche Radiologiche in Odontoiatria e applicazione clinica**

- 4.1 Radiografie periapicali
- 4.2 Radiografie panoramiche
- 4.3 Tomografia computerizzata (CBCT)

## **5. Principi di Protezione Radiologica**

- 5.1 Giustificazione e ottimizzazione
- 5.2 Protezione del paziente
- 5.3 Protezione del personale

## **6. Gestione delle Situazioni di Emergenza**

- 6.1 Procedure in caso di esposizione accidentale
- 6.2 Monitoraggio e registrazione delle esposizioni

## **7. Formazione e Sensibilizzazione**

- 7.1 Importanza della formazione continua
- 7.2 Tecniche di sensibilizzazione per il personale e i pazienti

## **8. Conclusioni e Discussione**

- 8.1 Riflessioni finali sulla radioprotezione in odontoiatria

## 9. Bibliografia e Risorse Utili

- 9.1 Libri e articoli di riferimento
- 9.2 Siti web e risorse online

### *1. Introduzione alla Radioprotezione*

#### **1.1 Definizione di radioprotezione.**

La radioprotezione, o protezione sanitaria dalle radiazioni ionizzanti, ha come suo obiettivo primario la tutela della salute e del benessere dei lavoratori, dei singoli individui e dell'intera popolazione, attraverso la riduzione dei rischi sanitari associati all'esposizione alle radiazioni ionizzanti, in contesti in cui l'uso di tali tecnologie sia giustificato dai benefici apportati alla società e ai suoi membri. Inoltre, la radioprotezione può svolgere un ruolo essenziale nella salvaguardia dell'ambiente.

La radioprotezione è una disciplina che integra aspetti biologici, fisici, tecnici e naturalistici. Il suo sviluppo, iniziato nel Novecento in maniera graduale, ha subito un'accelerazione con l'avanzare delle conoscenze scientifiche e tecnologiche.

L'evoluzione della radioprotezione rappresenta un esempio significativo di come sia possibile affrontare e risolvere le problematiche sanitarie legate all'introduzione di nuove tecnologie, spesso imprevedute nei loro effetti iniziali. Lo studio della sua storia e delle fasi di sviluppo fornisce spunti di riflessione utili per altre aree della prevenzione sanitaria, che devono necessariamente accompagnare l'adozione di scoperte scientifiche e innovazioni tecnologiche potenzialmente rischiose. L'analisi del rischio da radiazioni evidenzia, infatti, questioni comuni a molti altri agenti nocivi delle moderne società industriali, offrendo così un modello per la gestione dei rischi emergenti in ambito sanitario e ambientale.

La radioprotezione ha attraversato una lunga fase iniziale di definizione e riflessione, durante la quale è rimasta circoscritta a un ristretto gruppo di specialisti, tra cui radiologi, tecnici degli apparecchi a raggi X, fisici ospedalieri e alcuni ricercatori. Questo periodo, compreso tra l'inizio del Novecento e la Seconda guerra mondiale, è stato caratterizzato da importanti scoperte e approfondimenti che hanno posto le basi della disciplina.

In quei decenni, si chiarirono aspetti fondamentali della radioprotezione: si identificarono le grandezze fisiche più adatte per misurare l'esposizione alle radiazioni ionizzanti e i loro effetti biologici; si compresero i danni provocati da gravi esposizioni, anche grazie all'esperienza acquisita nell'uso delle radiazioni in ambito terapeutico; si definirono, infine, i primi obiettivi concreti e i principi generali della disciplina, plasmati dal dibattito all'interno delle comunità scientifiche e professionali, ma anche dall'attenzione alle preoccupazioni dell'opinione pubblica.

Lo sviluppo della radioprotezione, e più in generale della prevenzione sanitaria, non si è basato esclusivamente su conoscenze tecniche e biologiche, ma ha richiesto anche un solido ancoraggio a valori condivisi dalla società. In altre parole, la gestione dei rischi derivanti dalle radiazioni non è soltanto una questione scientifica, ma implica scelte sociali e politiche. Queste decisioni, a loro volta, si riflettono nei fondamenti stessi della prevenzione, influenzandone l'evoluzione e l'applicazione.

#### **1.2 Importanza della radioprotezione in odontoiatria**

L'uso della radioprotezione in odontoiatria riveste un ruolo fondamentale, poiché, sebbene le dosi di radiazioni ionizzanti per ogni singolo esame diagnostico siano relativamente basse, l'elevato numero di radiografie effettuate ogni anno contribuisce in modo significativo alla dose collettiva assorbita dalla popolazione.

Questa considerazione è particolarmente rilevante nel contesto della salute pubblica, poiché l'esposizione cumulativa, anche a basse dosi, può comportare rischi potenziali nel lungo periodo, soprattutto per i pazienti sottoposti a esami ripetuti e per gli operatori sanitari.

Le norme sulla radioprotezione prevedono tre principi generali: giustificazione, ottimizzazione e limitazione della dose. Questi principi si fondano sulle raccomandazioni della Commissione internazionale di radioprotezione (ICRP).

E' quindi essenziale applicare rigorosamente i principi della radioprotezione in ambito odontoiatrico, adottando misure quali:

- Il principio di giustificazione, che impone di effettuare radiografie solo quando strettamente necessarie per la diagnosi o il trattamento, evitando esami superflui.
- Il principio di ottimizzazione (ALARA - As Low As Reasonably Achievable), che prevede l'impiego delle dosi più basse possibili per ottenere immagini diagnostiche di qualità adeguata, attraverso l'uso di tecnologie avanzate come la radiografia digitale.
- L'uso di dispositivi di protezione, come grembiuli piombati e collari tiroidei, per ridurre l'esposizione dei pazienti.
- La formazione continua del personale sanitario, per garantire un utilizzo sicuro ed efficace delle apparecchiature radiologiche.

L'applicazione di queste strategie permette di minimizzare i rischi senza compromettere l'efficacia diagnostica, contribuendo così a una gestione responsabile dell'esposizione alle radiazioni nell'ambito odontoiatrico

## 2. Fondamenti di Fisica della Radiazione

### 2.1 Tipologie di radiazioni ionizzanti

I raggi X sono radiazioni elettromagnetiche della stessa natura della luce, hanno percorso rettilineo, attraversano i corpi, attenuandosi producono ionizzazioni, impressionano il materiale fotografico e subiscono la dispersione quadratica.

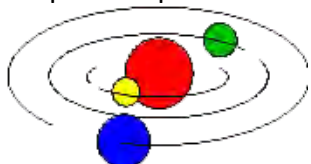
Quando un fascio di elettroni colpisce un nucleo "pesante" si ha una brusca decelerazione ed una cessione di energia al nucleo del materiale con cui interagisce. L'effetto finale è una trasformazione di energia con produzione di **radiazione di frenamento**.

Gli atomi sono costituiti da:

- NUCLEO composto da:
  - PROTONI con carica elettrica positiva, la loro quantità determina il **Numero Atomico** e l'**Elemento chimico**
  - NEUTRONI senza carica elettrica, riducono la repulsione tra i **protoni**
- ELETTRONI con carica elettrica negativa, orbitano intorno al nucleo e sono in quantità pari al numero dei **protoni**.

La ionizzazione è il processo di rimozione di elettroni da atomi elettricamente stabili

Da parte di particelle o di fotoni di raggi X, gli atomi diventano così ioni positivi ed interagiscono con altri atomi, potendo creare danno alle cellule



La radioattività non è stata inventata dall'uomo ma esiste in natura, nella terra (radionuclidi primordiali) e arriva dallo spazio (radiazione cosmica).

I raggi X interagiscono con la materia potendo determinare effetti biologici quali:

- Danno somatico
  - a) effetti graduati (hanno una soglia): eritema, leucopenia, cataratta, a dosi elevate anche morte.

- b) effetti statistici (stocastici) : incidenza di neoplasie, bassa probabilità in funzione della dose.

- Danni genetici, nella progenie.

Quando avviene un'interazione iniziale, si verifica l'ionizzazione degli atomi. Questo processo può portare a un danno chimico, con la conseguente produzione di radicali liberi. A loro volta, questi radicali liberi possono causare danni alle molecole, colpendo proteine e acidi nucleici. Tutto ciò si traduce in un danno biologico, che può avere conseguenze gravi, come la morte cellulare, l'insorgenza di neoplasie o danni genetici.

## 2.2 Interazione della radiazione con la materia.

L'interazione della radiazione con la materia è un processo complesso che dipende dal tipo di radiazione coinvolta e dalle caratteristiche del materiale che attraversa. Possiamo distinguere due grandi categorie di radiazioni:

- **Radiazioni ionizzanti**, come i raggi X, i raggi gamma e le particelle alfa e beta, che hanno abbastanza energia per strappare elettroni dagli atomi, ionizzandoli.
- **Radiazioni non ionizzanti**, come le onde radio, la luce visibile e i microonde, che non possiedono energia sufficiente per ionizzare gli atomi, ma possono comunque trasferire energia alla materia sotto forma di calore o eccitazione molecolare.

### Meccanismi di interazione delle radiazioni ionizzanti

Le radiazioni ionizzanti possono interagire con la materia in diversi modi, a seconda della loro natura:

1. **Effetto fotoelettrico**: Un fotone cede tutta la sua energia a un elettrone orbitale, espellendolo dall'atomo e lasciando una vacanza elettronica che può portare a ulteriori emissioni di raggi X caratteristici. Questo effetto è dominante a basse energie (per esempio, nei raggi X diagnostici).
2. **Effetto Compton**: Un fotone interagisce con un elettrone atomico cedendogli parte della sua energia e deviando la sua traiettoria. Questo effetto è importante nelle energie intermedie ed è la principale modalità di interazione dei raggi gamma con i tessuti biologici.
3. **Produzione di coppie**: Se un fotone possiede energia sufficiente (almeno 1,022 MeV), può trasformarsi in una coppia elettrone-positrone. Questo avviene tipicamente nelle energie elevate, come nei processi nucleari.
4. **Interazione con particelle cariche (alfa, beta, protoni, ioni pesanti)**: Le particelle cariche interagiscono direttamente con gli elettroni della materia, perdendo energia gradualmente lungo il loro percorso. Le particelle alfa, per esempio, hanno un'elevata capacità di ionizzazione ma percorrono distanze molto brevi nei tessuti.

### Effetti biologici della radiazione

L'interazione della radiazione con la materia biologica può portare a effetti diretti e indiretti:

- **Effetti diretti**: Il danno avviene direttamente sulle molecole biologiche, come il DNA, causando mutazioni, rotture di filamenti e altri danni cellulari.
- **Effetti indiretti**: La radiazione interagisce con le molecole d'acqua presenti nelle cellule, producendo radicali liberi altamente reattivi, che a loro volta possono danneggiare proteine, membrane cellulari e DNA.

## 2.3 Dosimetria e unità di misura

La **dosimetria delle radiazioni** è la disciplina che studia la quantità di radiazione assorbita da un materiale o da un organismo e gli effetti biologici che ne derivano. È fondamentale in ambiti come la radioprotezione, la medicina nucleare, la radioterapia e la sicurezza ambientale, in quanto permette di valutare i rischi e stabilire limiti di esposizione per proteggere la salute umana.

### 2.3.1. Grandezze e unità di misura della dosimetria

La dosimetria utilizza diverse grandezze fisiche per quantificare la radiazione assorbita e il suo impatto biologico. Le principali unità di misura sono definite nel **Sistema Internazionale (SI)** e sono:

- *Attività (Bq, Curie)*

L'attività misura il numero di decadimenti radioattivi per unità di tempo ed è espressa in **Becquerel (Bq)**:

$1 \text{ Bq} = 1 \text{ decadimento al secondo}$

Storicamente si usava anche il **Curie (Ci)**, con la seguente conversione:

$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$

Questa grandezza è importante per descrivere la quantità di una sorgente radioattiva.

- *Dose assorbita (Gray, rad)*

La dose assorbita è la quantità di energia depositata dalla radiazione in un materiale e si misura in **Gray (Gy)**:

$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$

Un'unità storica è il **rad (radiation absorbed dose)**, con la conversione:

$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$

La dose assorbita è una misura fisica, ma non tiene conto degli effetti biologici specifici della radiazione.

- *Dose equivalente (Sievert, rem)*

Non tutte le radiazioni ionizzanti hanno lo stesso effetto biologico a parità di dose assorbita. La **dose equivalente (H)** tiene conto del fattore di ponderazione della radiazione (**w<sub>R</sub>**), che dipende dal tipo e dall'energia della radiazione:

$H = D \times w_R$

Dove **D** è la dose assorbita in Gray e **w<sub>R</sub>** è un fattore adimensionale che varia a seconda del tipo di radiazione:

- **Raggi X, gamma, beta** →  $w_R = 1$
- **Neutroni** →  $w_R$  tra 5 e 20 (dipende dall'energia)
- **Particelle alfa** →  $w_R = 20$

L'unità di misura della dose equivalente è il **Sievert (Sv)**:

$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$

In passato si usava il **rem (roentgen equivalent man)**, con la conversione:

$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$

- *Dose efficace (Sievert)*

La **dose efficace (E)** è una grandezza che tiene conto non solo del tipo di radiazione ma anche della sensibilità dei diversi tessuti e organi all'esposizione. Si calcola come:

$E = \sum H_T \times w_T$

Dove **H<sub>T</sub>** è la dose equivalente ricevuta da un organo o tessuto specifico e **w<sub>T</sub>** è il fattore di ponderazione tissutale.

I fattori di ponderazione tissutali sono stati definiti dall'**International Commission on Radiological Protection (ICRP)** e riflettono la radiosensibilità degli organi. Ad esempio:

- **Midollo osseo rosso, stomaco, polmoni** →  $w_T = 0,12$

- **Pelle, superficie ossea** →  $w_T=0.01w_T = 0.01w_T=0.01$
- **Gonadi (testicoli e ovaie)** →  $w_T=0.08w_T = 0.08w_T=0.08$

La dose efficace è usata per stimare il rischio di effetti biologici a lungo termine, come l'induzione di tumori.

### 2.3.2. Strumenti di misurazione della dose

Per misurare l'esposizione alla radiazione vengono utilizzati diversi strumenti, a seconda della situazione:

- **Dosimetri a film:** Utilizzano una pellicola fotografica che si annerisce in base alla quantità di radiazione ricevuta. Sono usati per monitorare il personale esposto a radiazioni.
- **Dosimetri termoluminescenti (TLD):** Contengono cristalli che, dopo essere stati irradiati, emettono luce proporzionale alla dose ricevuta quando riscaldati.
- **Dosimetri elettronici:** Forniscono misurazioni in tempo reale e sono spesso utilizzati in ambienti di radioprotezione.
- **Contatori Geiger-Müller:** Strumenti portatili in grado di rilevare particelle beta e raggi gamma.

### 2.3.3. Limiti di esposizione e radioprotezione

Per proteggere i lavoratori e la popolazione dall'esposizione eccessiva alla radiazione, vengono stabiliti limiti di dose dalle autorità internazionali, come la **ICRP** e la **IAEA**.

I limiti di dose raccomandati sono:

- **Lavoratori esposti alle radiazioni**
  - 20 mSv/anno in media su 5 anni
  - Massimo di 50 mSv in un singolo anno
- **Popolazione generale**
  - 1 mSv/anno (esposizione cronica)
  - 100 mSv in situazioni di emergenza

Esistono tre principi fondamentali di radioprotezione:

1. **Giustificazione** → L'uso della radiazione deve portare benefici superiori ai rischi.
2. **Ottimizzazione (principio ALARA: As Low As Reasonably Achievable)** → L'esposizione deve essere mantenuta al livello più basso ragionevolmente possibile.
3. **Limitazione** → Nessun individuo deve ricevere dosi superiori ai limiti raccomandati.

### 2.3.4 Definizioni e concetti chiave della dosimetria.

#### Dose assorbita

Energia rilasciata dalla radiazione per unità di massa (Gray, Gy=J/Kg) è una dose "fisica".

#### Dose equivalente

Dose assorbita tenuto conto della diversa efficacia delle radiazioni (Sievert, Sv) per i raggi x la dose equivalente è dose assorbita per un fattore moltiplicativo 1 Diverso in caso di radiazioni di altro tipo ( particelle alfa o beta).

#### Dose efficace

Dose assorbita tenuto conto della diversa efficacia delle radiazioni e della diversa radiosensibilità dei tessuti (Sievert, Sv ).

### Dosi ed effetti

Dosi	Effetti
100 Sv	Morte per sindrome nervosa entro 48 ore
> 10Sv	Morte gastro-intestinale 3/5 gg
2-10 Sv	Sindrome del midollo osseo- se < 4 Sv sopravvivenza possibile

#### ▪ Filosofia della radioprotezione

In ambito radiologico, è fondamentale adottare misure che permettano di azzerare gli effetti deterministici, ovvero quei danni la cui gravità aumenta con la dose e che si manifestano solo oltre una determinata soglia. Allo stesso tempo, bisogna mantenere la probabilità di effetti stocastici (probabilistici) a un livello accettabile.

Per raggiungere questo obiettivo, si applica il principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), che prevede di ridurre l'irradiazione del paziente il più possibile, compatibilmente con le necessità diagnostiche e terapeutiche.

Si parte dal presupposto che non esista una soglia di sicurezza per le radiazioni e che, pertanto, la loro somministrazione debba essere limitata al minimo ragionevolmente ottenibile per ridurre il rischio di effetti negativi.

In particolare, in radiodiagnostica, le dosi assorbite dal paziente sono generalmente molto basse e, salvo eccezioni come la radiologia interventistica, non sono mai sufficienti a causare danni deterministici, ovvero lesioni a organi come la cute o il cristallino. Questi tipi di danno, infatti, sono direttamente proporzionali alla dose ricevuta e si verificano solo al di sopra di una determinata soglia.

Nel caso della radiologia odontostomatologica, le dosi di esposizione sono ancora più ridotte rispetto ad altre specialità. Di conseguenza, il rischio principale non riguarda gli effetti deterministici, ma quelli stocastici, ovvero l'eventuale induzione di tumori dovuta a danni cellulari.

Tuttavia, va sottolineato che il fenomeno della cancerogenesi indotta da radiazioni è stato dimostrato solo per dosi molto elevate (superiori a 20 Sv), mentre non esistono evidenze scientifiche che colleghino dosi basse alla formazione di tumori. Nonostante ciò, per un principio di precauzione, si adotta il modello della "linearità senza soglia", secondo il quale la probabilità di insorgenza di un tumore è proporzionale alla dose ricevuta, anche a livelli molto bassi di esposizione.

DOSI SOGLIA PER EFFETTI DETERMINISTICI	Dosi in Sievert
testicoli, sterilità permanente	Acuta: 3,5 - 6,0 Sv Annuale: 2,0
Ovaio	Acuta 2,5 - 6 Annuale >0,2
Cristallino cataratta	Acuta 5,0 Annuale: >0,15
midollo. osseo aplasia mortale	Acuta 1,5 Annuale >1

### ▪ Radioinducibilità dei tumori

Sensibilità dei tessuti alla cancerogenesi da radiazioni

Alcuni tessuti e organi presentano una maggiore sensibilità alla radioinduzione tumorale. In particolare, i tumori radioindotti si sviluppano con maggiore frequenza nei seguenti distretti:

- Polmone
- Stomaco
- Midollo osseo

Tuttavia, è importante sottolineare che la presenza di una neoplasia non implica necessariamente che essa sia stata causata dall'esposizione a radiazioni ionizzanti.

### Probabilità di Causa (P.C.)

La Probabilità di Causa (P.C.) è un'analisi epidemiologica e dosimetrica che permette di valutare il nesso causale tra l'esposizione alle radiazioni ionizzanti e l'insorgenza di una neoplasia. Questo tipo di analisi si basa su diversi fattori:

- Dose di esposizione ricevuta dal soggetto
- Incidenza spontanea della neoplasia nella popolazione generale
- Tempo intercorso tra l'esposizione e la comparsa della patologia
- Confronto con le dosi di radiazione di fondo naturale

Nell'analisi si tiene conto anche della **dose da fondo naturale**, che è di circa **2,4 mSv** (mediamente, in Italia), risultante da diverse fonti:

- **Radiazione cosmica** (che arriva direttamente dallo spazio, emessa da sole e altre stelle. L'esposizione ai raggi cosmici è maggiore alle alte altitudini poiché l'atmosfera terrestre blocca una parte di esse. Per la stessa ragione si è più esposti ai raggi cosmici quando si sta viaggiando in aereo.
- **Radiazioni emesse dalla Terra** poiché nel suolo terrestre sono presenti numerosi elementi radioattivi la cui diffusione può variare di zona in zona. Piccole parti di queste radiazioni possono raggiungere l'uomo attraverso l'aria, ma anche attraverso il cibo e l'acqua. La fonte di radiazione terrestre più importante per la salute umana è il radon, un gas radioattivo inodore e incolore che si forma dal decadimento del radio.
- **Cibo**: molti cibi sono radioattivi per natura e il cibo ingerito contribuisce per il 10% all'esposizione totale di radioattività di persona. Le banane lo sono in modo particolare, dato che contengono una notevole quantità di potassio che è un isotopo radioattivo; la dose equivalente a una banana rappresenta circa l'1% della dose di radiazione naturale giornaliera media. Ma la dose assorbita con l'ingestione di cibo ricco in potassio non è però da considerare cumulativa in quanto l'agente radioattivo, il potassio 40, non si accumula nell'organismo.

### Radiazione di Fondo Naturale

L'essere umano è costantemente esposto a una dose di fondo naturale di circa 2,4 mSv/anno, che deriva da due principali fonti di irradiazione:

- Irradiazione esterna:
  - Radiazione cosmica proveniente dallo spazio
  - Radiazione emessa da materiali radioattivi presenti naturalmente nella crosta terrestre
- Irradiazione interna:
  - Potassio-40 ( $^{40}\text{K}$ ), un isotopo radioattivo presente nel corpo umano
  - Serie dell'uranio-238 ( $^{238}\text{U}$ ), con particolare attenzione al radon-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ), un gas radioattivo di origine naturale che può accumularsi negli ambienti chiusi e rappresentare una fonte significativa di esposizione per la popolazione.

### **Esposizione del paziente in ambito odontoiatrico**

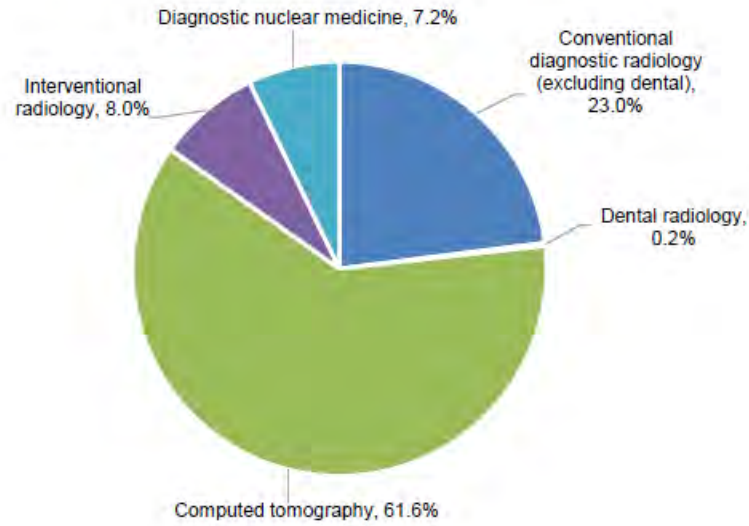
Gli esami radiologici dentali comportano dosi al paziente relativamente basse, ma il numero di individui esposti è molto elevato.

Accanto ai tradizionali apparecchi endorali e ortopantomografi negli ultimi anni è cresciuto l'impiego delle apparecchiature per tomografia cone beam, ciò comporta una maggior esposizione collettiva ed una maggior attenzione nelle indicazioni e procedure di esecuzione

Nel settore medico, importanti sviluppi tecnologici e scientifici hanno determinato un incremento notevole dell'esposizione dei pazienti, a tale riguardo, è opportuno che la presente direttiva evidenzi la necessità di giustificare le esposizioni mediche, compresa l'esposizione di soggetti asintomatici, e rafforzi i requisiti riguardanti le informazioni da fornire ai pazienti, la registrazione e la comunicazione delle dosi dovute alle procedure mediche, l'adozione di livelli di riferimento diagnostici nonché la disponibilità di dispositivi che segnalino la dose.

Dalle immagini seguenti si nota l'importanza numerica delle procedure radiologiche odontoiatriche, con un contributo di dose tuttavia modesto.

(b) Collective effective dose

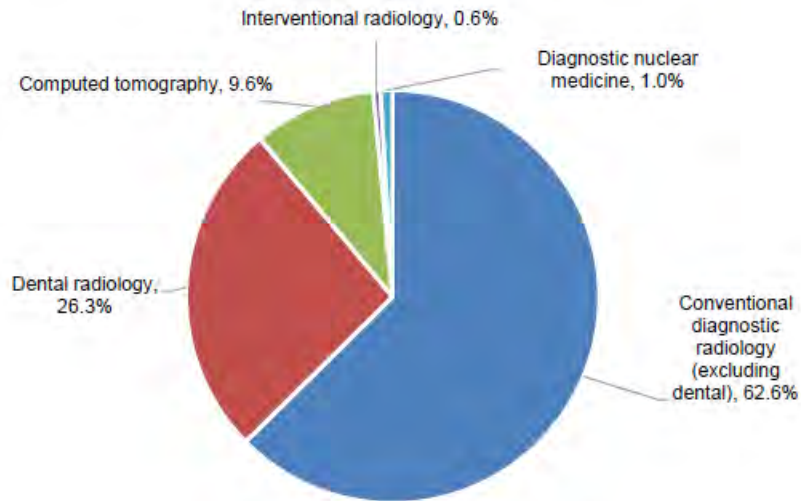


### UNSCEAR 2022: MEDICAL EXPOSURE

Figure II

Distribution of (a) examinations/procedures by imaging modality and their contribution to (b) the collective effective dose from medical exposures (excluding radiotherapy)

(a) Examinations/procedures



### 3. Normative e Linee Guida

### 3.1 Normative nazionale e internazionali.

Le norme di radioprotezione riguardavano la sicurezza degli impianti e la protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti derivanti dall'impiego pacifico dell'energia nucleare ( decreto legge 185 del 1964e poi 230/95); solo in tempi più recenti l'attenzione si è spostata sulla protezione sanitaria delle persone contro i pericoli della radiazione ionizzanti connesse ad esposizioni mediche (D.L.187/2000).

#### Riferimenti legislativi nazionali

Fino al 2020, i decreti di riferimento erano i seguenti:

- DECRETO 187/2000 – Protezione Sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse a esposizioni mediche
- DECRETO 241/2000 Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

**A partire del 2020, questi decreti sono stati sostituiti dal DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101.** - Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.

#### Riferimenti normativi internazionali

Per quanto riguarda il quadro normativo internazionale, il principale riferimento è la Direttiva Europea 2013/59, oltre ai vari documenti sulla radioprotezione elaborati dalla Commissione Europea.

Inoltre devono essere considerate un importante punto di riferimento le raccomandazioni dell'ICRP tra cui in particolare la pubblicazione Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica (ICRP) n. 103 "Raccomandazioni 2007" che, a livello internazionale, ha dato il via all'aggiornamento più recente della normativa di radioprotezione, nonché le pubblicazioni dell'International Atomic Energy Agency (IAEA) tra cui in particolare il documento base "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards" del 2014.

In Italia, però, bisogna seguire quando stabilito nel DL 101 o, meglio, quello che gli organi di vigilanza interpretano da quanto scritto nel DL. Da questo punto di vista in parecchi punti siamo molto più restrittivi rispetto alla normativa internazionale. Solo per quanto riguarda quanto non espressamente indicato dal DL 101 c'è un po' di margine di manovra per applicare eventuali normative internazionali.

➔ Articoli del dl 101 di rilevanza pratica per i medici che utilizzano apparecchiature a rx

#### **Titolo II-Definizioni**

##### **Articolo. 7**

**8)** «attività radiodiagnostiche complementari»: attività di ausilio diretto al medico specialista o all'odontoiatra per lo svolgimento di specifici interventi di carattere strumentale propri della disciplina, purché contestuali, integrate e indilazionabili, rispetto all'espletamento della procedura specialistica.

**39) Esperto di radioprotezione:** la persona, incaricata dal datore di lavoro o dall' esercente, che possiede le cognizioni e la formazione per la sorveglianza fisica in merito all'ottimizzazione della protezione dei lavoratori.

**121) Responsabile di impianto Radiologico (RIR)** nomina Esperto di Radioprotezione e/o Specialista in Fisica Medica

## **Titolo XI - ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI (Art. 106-143)**

### *Art. 109*

**Obblighi dei datori di lavoro**, dirigenti e preposti (direttiva 59/2013/EURATOM, articoli 31,32,37, 2 comma, 38, 2 comma, 44, 1 comma, lett.b ); decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, articolo 61).

1. I datori di lavoro e i dirigenti che rispettivamente svolgono e dirigono le attività disciplinate dal presente decreto e i preposti che vi sovrintendono, nell'ambito delle rispettive attribuzioni e competenze, attuano le misure di protezione e di sicurezza previste dal presente Titolo e dai provvedimenti emanati in applicazione di esso.

2. Prima dell'inizio delle pratiche disciplinate dal presente decreto, il datore di lavoro acquisisce e sottoscrive una relazione redatta e firmata dall'esperto di radioprotezione contenente:

a) la descrizione della natura e la valutazione dell'entità dell'esposizione anche al fine della classificazione di radioprotezione dei lavoratori nonché la valutazione dell'impatto

radiologico sugli individui della popolazione a seguito dell'esercizio della pratica;

b) le indicazioni di radioprotezione incluse quelle necessarie a ridurre le esposizioni dei lavoratori in tutte le condizioni di lavoro e degli individui della popolazione conformemente al principio di ottimizzazione.

3. Per le finalità di cui al comma 2 il datore di lavoro fornisce all'esperto di radioprotezione le informazioni in merito a:

a) descrizione degli ambienti, degli impianti e dei processi che comportano il rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti, ivi compreso l'elenco delle sorgenti di radiazioni ionizzanti che si intendono impiegare;

b) organizzazione del lavoro;

c) mansioni cui sono adibiti i lavoratori;

d) ogni altra informazione ritenuta necessaria dall'esperto di radioprotezione.

4. Il datore di lavoro comunica altresì preventivamente all'esperto di radioprotezione le variazioni relative allo svolgimento della pratica, ivi comprese quelle inerenti ai lavoratori interessati e all'organizzazione del lavoro, nonché le eventuali migliorie tecniche che si intendono apportare alla pratica stessa.

5. La relazione di cui al comma 2 costituisce il documento di cui all'articolo 28, comma 2, lettera a), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, per gli aspetti relativi ai rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti ed è munita di data certa, in qualsiasi modo attestata, nel rispetto dell'articolo 28, comma 2, del decreto legislativo n. 81 del 2008.

6. Sulla base delle indicazioni della relazione di cui al comma 2, e successivamente di quelle di cui all'articolo 131, comma 1, i datori di lavoro, i dirigenti e i preposti, nell'ambito delle rispettive competenze:

a) provvedono affinché gli ambienti di lavoro in cui sussiste un rischio da radiazioni vengano, nel rispetto delle disposizioni di cui all'articolo 133, individuati, delimitati, segnalati, classificati in zone e che l'accesso a esse sia adeguatamente regolamentato;

b) provvedono affinché i lavoratori interessati siano classificati ai fini della radioprotezione nel rispetto delle disposizioni di cui all'articolo 133 e informano i lavoratori stessi in merito alla loro classificazione;

c) predispongono norme interne di protezione e sicurezza adeguate al rischio di radiazioni e curano che copia di dette norme sia consultabile nei luoghi frequentati dai lavoratori, e in particolare nelle zone classificate;

d) forniscono ai lavoratori, ove necessario, i mezzi di sorveglianza dosimetrica e i dispositivi di protezione individuale in relazione ai rischi cui sono esposti e ne garantiscono lo stato di efficienza e la manutenzione;

e) provvedono affinché i singoli lavoratori osservino le norme interne di cui alla lettera c), e usino i dispositivi e i mezzi di cui alla lettera d);

f) provvedono affinché siano apposte segnalazioni che indichino il tipo di zona, la natura delle sorgenti e i relativi tipi di rischio e siano indicate, mediante appositi contrassegni, le sorgenti di radiazioni ionizzanti, fatta eccezione per quelle non sigillate in corso di manipolazione;

g) forniscono al lavoratore classificato esposto, o comunque al lavoratore sottoposto a dosimetria individuale, i risultati delle valutazioni di dose effettuate dall'esperto di radioprotezione, che lo riguardino direttamente, nonché assicurano l'accesso alla documentazione di cui all'articolo 132 concernente il lavoratore stesso.

N. B: In sostanza gli obblighi del datore di lavoro sono di provvedere a:

- fornire ai lavoratori i necessari mezzi per la protezione
- predisporre adeguate norme di protezione e sicurezza fornire i risultati della sorveglianza dosimetrica provvedere alla sorveglianza Medica

#### Art. 110

**Informazione e formazione dei dirigenti e dei preposti** (direttiva 59/2013/EURATOM, articoli 14, 15; decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, articolo 61, comma 3).

1. Il datore di lavoro che svolge le attività disciplinate dal presente decreto, provvede affinché i dirigenti e i preposti ricevano un'adeguata informazione, una specifica formazione e un aggiornamento almeno ogni tre anni in relazione ai propri compiti in materia di radioprotezione. L'informazione e la formazione previste nel presente articolo sono svolte nell'ambito delle rispettive competenze dagli esperti di radioprotezione e dai medici autorizzati in possesso dei requisiti previsti dalla normativa vigente concernente il riconoscimento della figura del formatore in materia di salute e sicurezza. I contenuti dell'informazione e formazione comprendono:

- a) principali soggetti coinvolti e relativi obblighi;
- b) definizione e individuazione dei fattori di rischio derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti;
- c) modalità di valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti;
- d) individuazione delle misure tecniche, organizzative e procedurali di prevenzione e protezione dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

#### Art. 133

Lavoratori esposti

Categoria A: possibile esposizione a dose globale (corpo intero) superiore a 6 mSv in un anno solare, 15 per cristallino, 150 per pelle ed estremità

Categoria B: 1 mSv (corpo intero) 15 per cristallino, 150 per pelle ed estremità

#### Zona controllata

Ambiente di lavoro, sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione dalle radiazioni ionizzanti, in cui sussista il rischio di superamento dei limiti di dose per i lavoratori di cat A - 6 mSv-ed in cui l'accesso è segnalato e regolamentato

#### Zona sorvegliata

Ambiente di lavoro in cui può essere superato in UN ANNO SOLARE uno dei limiti fissati per le persone del pubblico-1 mSv- e che non è zona controllata

- SORVEGLIANZA MEDICA: insieme delle visite mediche, indagini specialistiche e di laboratorio adottate dal medico autorizzato al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori esposti
- SORVEGLIANZA FISICA  
insieme dei dispositivi adottati, delle valutazioni, delle indicazioni e dei provvedimenti adottati dall'esperto in radioprotezione al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione

**N.B in campo odontoiatrico non è prevista la sorveglianza medica, dato che il personale è classificato NON ESPOSTO**

### TITOLO XIII. Esposizioni mediche

#### Articolo. 156.

Ambito di applicazione (direttiva 59/2013/EURATOM, articolo 1, articolo. 2, c. 1; decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, articolo 1).

1. Il presente Titolo definisce i principi generali della radioprotezione delle persone per quanto riguarda le esposizioni di cui ai commi 2 e 3.2.

#### 1. IL PRESENTE TITOLO SI APPLICA ALLE ESPOSIZIONI

a) pazienti nell'ambito della rispettiva diagnosi o trattamento medico;

#### Articolo. 157.

*Applicazione del principio di giustificazione alle esposizioni mediche (direttiva 59/2013/EURATOM, articoli 6, commi 1 e 2, articolo 19, comma 4, 55; decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, articolo 3).*

*1. È vietata l'esposizione non giustificata.*

*2. Le esposizioni mediche di cui all'articolo 156, comma 2, lettere a) , b) , c) e d) , devono mostrare di essere sufficientemente efficaci mediante la valutazione dei potenziali vantaggi diagnostici o terapeutici complessivi da esse prodotti, inclusi i benefici diretti per la salute della persona e della collettività, rispetto al danno alla persona che l'esposizione potrebbe causare, tenendo conto dell'efficacia, dei vantaggi e dei rischi di tecniche alternative disponibili, che si propongono lo stesso obiettivo, ma che non comportano un'esposizione ovvero comportano una minore esposizione alle radiazioni ionizzanti. In particolare:*

*a) tutti i nuovi tipi di pratiche che comportano esposizioni mediche devono essere giustificate preliminarmente prima di essere generalmente adottate, tenendo altresì*

*conto, ove pertinente, delle esposizioni dei lavoratori e degli individui della popolazione associate;*

*b) i tipi di pratiche esistenti che comportano esposizioni mediche possono essere rivisti ogniqualvolta vengano acquisite prove nuove e rilevanti circa la loro efficacia o le loro conseguenze;*

*c) il processo di giustificazione preliminare e di revisione delle pratiche deve svolgersi nell'ambito dell'attività professionale medico-specialistica, tenendo conto dei risultati 5. Il medico prescrivente e il medico specialista, per evitare esposizioni non necessarie, si avvalgono delle informazioni acquisite o si assicurano di non essere in grado di procurarsi precedenti informazioni diagnostiche o documentazione medica pertinenti alla prevista esposizione. della ricerca scientifica e delle linee guida riconosciute*

*Il medico prescrivente e il medico specialista, per evitare esposizioni non necessarie, si avvalgono delle informazioni acquisite o si assicurano di non essere in grado di procurarsi precedenti informazioni diagnostiche o documentazione medica pertinenti alla prevista esposizione.*

*..se un'esposizione non è giustificata in generale,  
può esserlo per il singolo individuo, da valutare caso per caso*

*Appropriatezza prescrittiva*

*La previsione legislativa non può precludere al medico la possibilità di valutare,  
sulla base delle più aggiornate e accreditate conoscenze tecnico-scientifiche,  
il singolo caso sottoposto alle sue cure, individuando di volta in volta la terapia  
ritenuta più idonea ad assicurare la tutela della salute del paziente.*

*La regola di fondo deve essere la autonomia e la responsabilità del medico, che, con il consenso del paziente, opera le necessarie scelte professionali*

*Sentenze: n. 282 del 2002 e n. 338 del 2003*

## **Articolo. 158. Ottimizzazione**

*Applicazione del principio di ottimizzazione alle esposizioni mediche (direttiva 59/2013/EURATOM, articolo 22, comma 4, lettera c) punto i) , e articolo 56; decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, articolo 4).*

*1. Tutte le dosi dovute alle esposizioni di cui all'articolo*

156, comma 2, a eccezione delle procedure radioterapeutiche, devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile e compatibile con il raggiungimento dell'informazione diagnostica richiesta, tenendo conto di fattori economici e sociali.

2. L'ottimizzazione comprende la scelta delle attrezzature medico-radiologiche, la produzione di un'informazione diagnostica appropriata o del risultato terapeutico, gli aspetti pratici delle procedure medico-radiologiche, nonché i programmi per la garanzia della qualità, inclusi il controllo della qualità, l'esame e la valutazione delle dosi o delle attività somministrate al paziente

## **Articolo 159. Responsabilità.**

### Responsabilità

(direttiva 59/2013/EURATOM, articoli 18, comma 2, 56 comma 3, lettere a) e b), 57, 58, comma 1, lettera d), 59; decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, articolo 5, articolo 6, comma 3, articolo 7 commi 3, 4, 5,7, 11, 12).

1. Tutte le esposizioni di cui all'articolo 156, comma 2,

lettere a), b), c) e d) sono effettuate sotto la responsabilità clinica del medico specialista, su richiesta motivata la scelta delle metodologie e tecniche idonee a ottenere il maggior beneficio clinico con il minimo detrimento individuale

e la valutazione della possibilità di utilizzare tecniche alternative che si propongono lo stesso obiettivo, ma che non comportano un'esposizione ovvero comportano una minore esposizione alle radiazioni ionizzanti.

2. L'attività di refertazione è responsabilità esclusiva del medico specialista in radiodiagnostica

Non significa che l'odontoiatra non possa scrivere una breve relazione clinica comprendente l'esito delle indagini radiologiche (breve relazione per il paziente)

4. L'esercente ha l'obbligo di nominare il responsabile dell'impianto radiologico e fornirgli le risorse necessarie allo svolgimento dei suoi compiti.

[...] il medico specialista si accerta che il paziente o il suo

rappresentante riceva, o abbia ricevuto dal medico prescrivente,

informazioni adeguate in merito ai benefici e ai

rischi associati alla dose di radiazione dovuta all'esposizione medica

7. L'esercente garantisce che nelle attività che comportano

le esposizioni di cui all'articolo 156, comma 2,

sia coinvolto uno specialista in fisica medica e gli siano

fornite le risorse necessarie allo svolgimento dell'attività

di competenza. Il livello di coinvolgimento di tale specialista

è proporzionale al rischio radiologico associato alla

pratica. In particolare, l'esercente, avvalendosi del responsabile

dell'impianto radiologico per quanto di competenza,

garantisce che lo specialista in fisica medica:

[...]

*c) sia coinvolto, ove opportuno, nelle altre pratiche*

*medico-radiologiche non contemplate alle lettere a) e b), per consultazioni e pareri sui problemi connessi alla radioprotezione nelle esposizioni mediche;*

*d) abbia adeguato accesso alle attrezzature medico radiologiche ai fini dello svolgimento delle attività di competenza.*

[...]

*13 Le attività radiodiagnostiche complementari all'esercizio clinico possono essere svolte dal medico chirurgo in possesso della specializzazione nella disciplina in cui rientra l'attività complementare stessa, o dall'odontoiatra nell'ambito della propria attività professionale specifica. Nell'ambito di dette attività non possono essere effettuati esami per conto di altri soggetti o professionisti sanitari pubblici o privati, né essere redatti o rilasciati*

### **Articolo 160**

*1. Lo specialista in fisica medica fornisce consulenza specialistica, ove opportuno, sulle questioni riguardanti la fisica delle radiazioni in relazione al rispetto dei requisiti del presente Titolo, avendo in via esclusiva la responsabilità della misura e della valutazione delle dosi assorbite dai pazienti nell'ambito delle esposizioni di cui all'articolo 156, commi 2 e 3, nonché la responsabilità della scelta della strumentazione da impiegarsi nell'ambito della dosimetria sul paziente e dei controlli di qualità da effettuarsi sulle attrezzature medico-radiologiche.*

*2. Le attività dello specialista in fisica medica, nello specifico campo di applicazione del presente Titolo, sono dirette prevalentemente a:*

*a) effettuare le prove di accettazione e di funzionamento delle attrezzature medico-radiologiche, rispettivamente ai fini del collaudo tecnico e dopo ogni rilevante intervento manutentivo;*

*b) contribuire a definire e mettere in atto i programmi di garanzia della qualità finalizzati all'attuazione del principio di ottimizzazione, ivi compresi l'applicazione e l'impiego di livelli diagnostici di riferimento;*

*c) contribuire a garantire la sorveglianza sulle apparecchiature medico-radiologiche anche attraverso un adeguato controllo della qualità.*

*d) definire i protocolli di effettuazione delle prove di funzionamento delle attrezzature medico-radiologiche.*

*e) effettuare la pianificazione fisico-dosimetrica nei trattamenti radioterapeutici sulla base delle prescrizioni terapeutiche del medico specialista e assicurare le necessarie verifiche dosimetriche;*

*f) contribuire alla prevenzione e all'analisi delle esposizioni accidentali e indebite di cui all'articolo 167.*

*g) contribuire alla formazione, finalizzata alla protezione del paziente, dei professionisti sanitari coinvolti nelle esposizioni mediche.*

### **Articolo 161. Procedure**

*Procedure (direttiva n. 59/2013/EURATOM, articoli 18, commi 1, 3 e 4, 56, comma 2, 58, lettere a) , b) , c) , f) ; decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, articolo 6, commi 1, 2, 5, articolo 7, commi 1, 2, 8, 10).*

*Il responsabile dell'impianto radiologico provvede affinché, per ciascun tipo di pratica radiologica standardizzata ai sensi del comma 1 e per l'utilizzo di ciascuna attrezzatura radiologica, siano redatti e adottati protocolli scritti di riferimento.*

*4. Il responsabile dell'impianto radiologico e lo specialista in fisica medica, per quanto di competenza, verificano e assicurano il rispetto dei livelli diagnostici di riferimento, secondo quanto indicato in allegato XXVI.*

*In caso di scostamento sistematico dai livelli diagnostici di riferimento, il responsabile dell'impianto radiologico adotta gli adeguati interventi correttivi in accordo allo stesso allegato XXVI.*

5. L' esercente e il responsabile dell' impianto radiologico, per quanto di competenza, garantiscono che il referto relativo alle procedure medico-radiologiche sia comprensivo dell' informazione relativa all' esposizione connessa alla prestazione, in conformità alle linee guida in materia.

#### **Articolo 162. Formazione**

1. Le università, entro un anno dall' entrata in vigore del presente decreto, assicurano l' inserimento di adeguate attività didattiche in materia di radioprotezione del paziente nell' esposizione medica all' interno degli ordinamenti didattici dei corsi di laurea di medicina e chirurgia, di odontoiatria, di tecniche di radiologia medica per immagini e radioterapia, dei diplomi di specializzazione in radiodiagnostica, radioterapia, medicina nucleare, e delle specializzazioni mediche che possono comportare attività radiodiagnostiche complementari all' esercizio clinico.

2. I professionisti sanitari che operano in ambiti direttamente connessi con all' esposizione medica e, limitatamente alle tematiche connesse ai criteri di giustificazione e appropriatezza, i medici di medicina generale e i pediatri di famiglia, devono seguire corsi di formazione in materia di radioprotezione del paziente nell' ambito della formazione continua di cui all' articolo 16 -bis del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502, e successive modifiche.

3. La formazione continua di cui al comma 2 si colloca nell' ambito del programma di educazione continua in medicina (ECM) di cui all' Accordo 2 febbraio 2017 tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano sul documento «La formazione continua nel settore salute» ai sensi dell' articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 274 del 23 novembre 2017.

4. I crediti specifici in materia di radioprotezione devono rappresentare almeno il 10 per cento dei crediti complessivi previsti nel triennio per i medici specialisti, i medici di medicina generale, i pediatri di famiglia, i tecnici sanitari di radiologia medica, gli infermieri e gli infermieri pediatrici, e almeno il 15 per cento dei crediti complessivi previsti nel triennio per gli specialisti in fisica medica e per i medici specialisti e gli odontoiatri che svolgono attività complementare.

#### **Articolo 163.**

3. Il responsabile dell' impianto radiologico, tenendo conto delle indicazioni fornite dallo specialista in fisica medica, provvede affinché, sulle attrezzature medico radiologiche, siano:

a) intrapresi e documentati adeguati programmi di garanzia della qualità, compreso il controllo della qualità.

Rientrano in tali programmi anche la valutazione della dose o dell' attività somministrata ai pazienti;

b) effettuate e documentate, secondo le norme di buona tecnica applicabili e tenuto conto delle indicazioni fornite dal produttore, le seguenti prove:

1) accettazione prima dell' entrata in uso;

2) corretto funzionamento a intervalli regolari;

3) corretto funzionamento dopo ogni intervento rilevante di manutenzione;

c) redatti protocolli di esecuzione di tutte le prove necessarie a esprimere il giudizio di idoneità all' uso clinico

11. L' esercente, il responsabile dell' impianto radiologico lo specialista in fisica medica tengono conto delle raccomandazioni e delle indicazioni europee e internazionali riguardanti i programmi di garanzia della qualità e i criteri di accettabilità delle attrezzature radiologiche utilizzate nelle esposizioni di cui all' articolo 156, commi 2 e 3

Ai fini dell' applicazione di detti programmi e della verifica di detti criteri, limitatamente all' impiego di apparecchiature di radiodiagnostica endorale in ambito odontoiatrico con tensione non superiore a 70 kV, caratterizzate da basso rischio radiologico, l' esercente può avvalersi dell' esperto di radioprotezione già incaricato della sorveglianza fisica dei lavoratori nella stessa struttura, previa comunicazione all' organo di vigilanza. Tale soggetto documenta all' organo di vigilanza medesimo il periodico aggiornamento professionale.



La regola di fondo deve essere la autonomia e la responsabilità del medico, che, con il consenso del paziente, opera le necessarie scelte professionali.

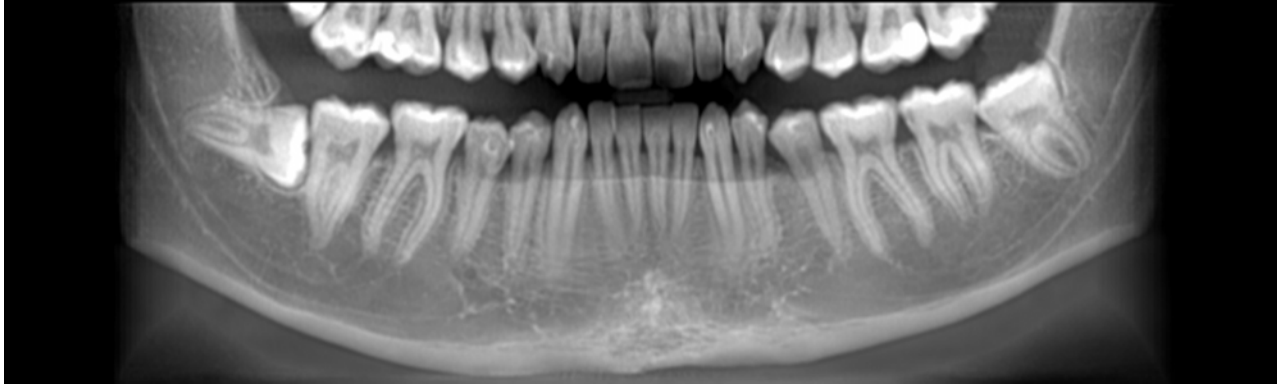
Sentenze: n. 282 del 2002 e n. 338 del 2003

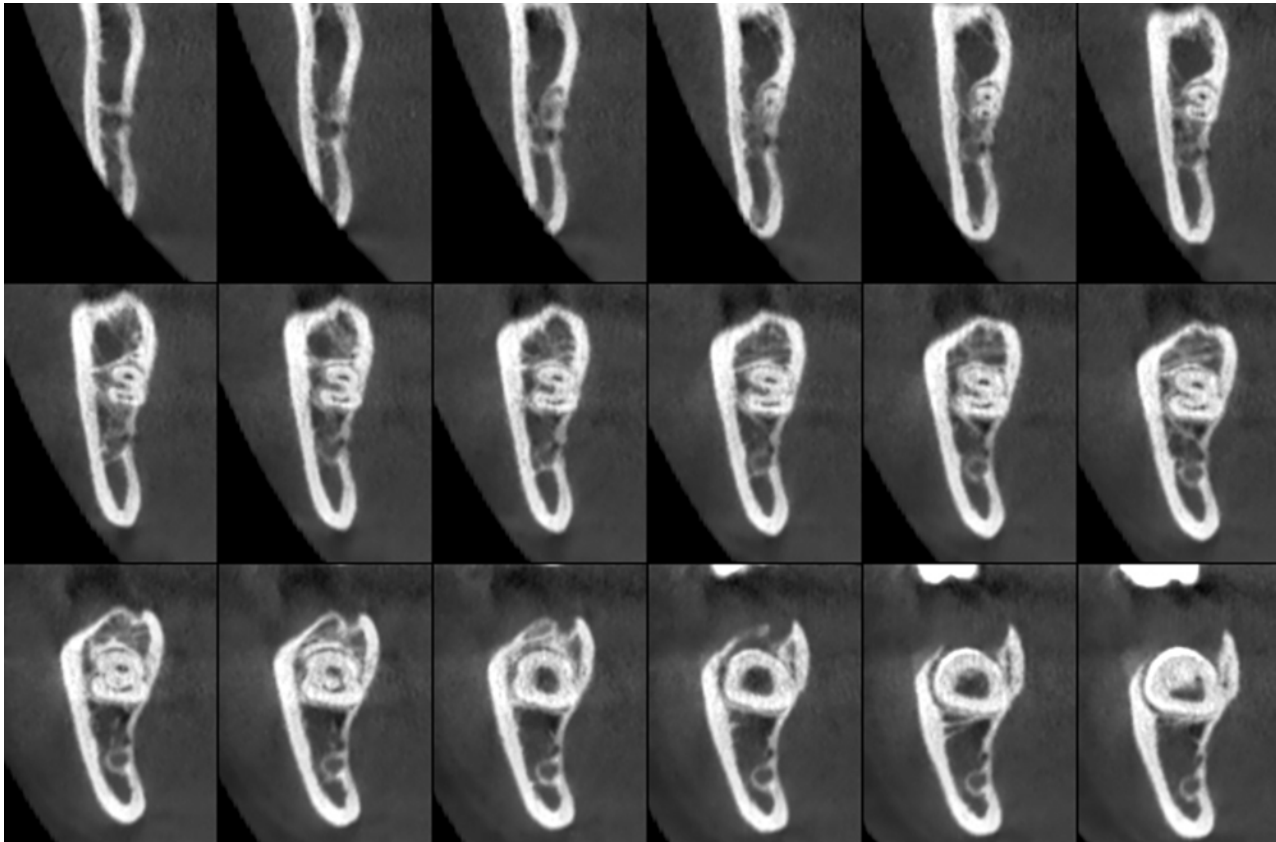
Bisogna avvalersi delle informazioni precedenti pertanto non deve accadere che un paziente si presenti a ripetere l'indagine in quanto la documentazione non gli è stata fornita!

Purtroppo questo accade non raramente

Lo stesso Paziente può esigere che gli venga consegnata la documentazione nel luogo dove l'indagine è stata effettuata.

**Esempio di esame non giustificato:**





In questo esempio è rappresentato un esame non giustificato (TC CONE BEAM) per valutazione dei rapporti tra radici del 48 e NAI, quando già l'esame di primo livello (OPT) documentava l'assenza di possibili contatti tra le radici ed il canale

Altri casi di esami non giustificati sono CBCR per implantologia prima della bonifica del cavo orale, in quanto la valutazione dell'osso a fini implantari deve avvenire dopo gli interventi di avulsioni.

▪ **Quali dati occorre registrare per gli esami odontoiatrici?**

L'allegato XXIX specifica per le attività complementari:

indicazione del prodotto dose x area relativo all'intera procedura o la durata dell'esposizione, espressi rispettivamente in Gy x cm<sup>2</sup> e minuti e secondi.

Questo ai fini di una successiva trasmissione dei dati alla regione con indicazione per ciascun esame contemplato dal nomenclatore nazionale: il relativo codice e il numero di prestazioni erogate, il valore mediamente rilevato e la sua dispersione in termini di intervallo interquartile, elaborato per fasce di età (0-1, 1-16, 16-60, >60 anni)

Esposizioni in ambito odontoiatrico

Dosi esami radiologici in odontoiatria

- TC = 2000 micro Sievert= 2mSv= dose da fondo annuale

- TC SPIRALE= 600
- TC VOLUMETRICA=20-40
- OPT=4-6
- ENDORALE=1-2

▪ **Quali sono i livelli di riferimento in radiologia dentale?**

Raccomandazioni per l'impiego corretto delle apparecchiature TC volumetriche Cone beam pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 124 del 29 maggio 2010

MINISTERO DELLA SALUTE COMUNICATO 10A06042

RACCOMANDAZIONI PER L'IMPIEGO CORRETTO DELLE TC CONE BEAM

Premesse.

*L'obiettivo delle seguenti raccomandazioni è di fornire indicazioni per assicurare ai pazienti appropriate e adeguate prestazioni connesse all'uso della tecnologia TC volumetrica «Cone beam», in attuazione delle previsioni del comma 1 dell'art. 6, del decreto legislativo n. 187/2000, al fine di evitare la possibilità di esecuzione di esami inappropriati o non ottimizzati.*

Attualmente le TC volumetriche «cone beam» hanno la loro principale applicazione e diffusione come apparecchiature dedicate allo studio delle strutture odonto-maxillo-facciali.

Qualità radiologica e rischi di esposizione.

La tecnica TC volumetrica «cone beam», grazie alla maggior capacità di risoluzione dei rivelatori utilizzati e all'elevato contrasto intrinseco delle strutture ossee, consente di ottenere immagini di buona qualità di tali strutture con dosi al paziente inferiori a quelle somministrate abitualmente, con i parametri convenzionali, da apparecchiature TC tradizionali (a parità di volume irradiato da 5 a 20 volte inferiore).

La dose efficace assorbita dai pazienti sottoposti ad esame odontoiatrico mediante TC volumetrica «cone beam» (esame CBCT) risulta essere significativamente superiore a quella assorbita nel caso di esami con ortopantomografo o esami cefalometrici.

Da quanto sopra esposto, risulta evidente come, al fine dell'utilizzo della tecnica «cone beam» per le diverse situazioni cliniche, sia richiesta un'attenta analisi dei suoi vantaggi e limitazioni, non potendo in nessuno caso essere minimizzati i rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti prodotti da tali sistemi, prendendo erroneamente a presupposto che la dose da essi impartita possa essere considerata trascurabile. Nei principi che stanno alla base della radioprotezione, infatti, nessuna dose è di per se' trascurabile, in quanto per ogni esposizione sussiste sempre il rischio di possibili lesioni per effetti di tipo stocastico, che sebbene in termini di probabilità di insorgenza presentano una relazione diretta con la dose, rispetto alla gravità degli effetti risultano indipendenti dalla stessa, potendosi manifestare dopo tempi molto lunghi, come avviene per gli effetti ereditari o per lo sviluppo di neoplasie.

L'accettabilità dei rischi può essere considerata tale unicamente in relazione al rapporto rischio/beneficio valutato, per cui, tenuto conto anche dell'ampia variabilità della dose efficace impartita dalle diverse tecniche utilizzate, diventa fondamentale una scelta ottimizzata della tecnica impiegata.

La TC volumetrica «cone beam» deve essere effettuata nel pieno rispetto dei requisiti di giustificazione e deve essere gestita solamente da personale qualificato, opportunamente formato e con adeguata esperienza, come richiesto dall'art. 7 del decreto legislativo n. 187/2000, anche ai fini della ottimizzazione dell'esame.

Indicazioni operative procedurali.

L'utilizzo delle apparecchiature TC volumetriche «cone beam» è di norma prerogativa dell'attività specialistica radiologica.

Nel caso di utilizzo delle apparecchiature TC volumetriche «cone beam» in attività radiodiagnostiche complementari per lo svolgimento di specifici interventi di carattere strumentale propri della disciplina specialistica del medico o dell'odontoiatra, non possono essere effettuati esami per conto di altri sanitari, pubblici o privati, né essere redatti o rilasciati referti radiologici, in quanto l'utilizzo di apparecchiature radiodiagnostiche in via complementare risulta essere ammesso limitatamente alle sole condizioni prescritte dal decreto legislativo n. 187/2000.

In via generale, pertanto, sono esclusi dalla possibilità di esecuzione in via complementare tutti gli accertamenti diagnostici svincolati da esigenze funzionali di ausilio per specifici interventi di carattere strumentale propri della disciplina specialistica; l'uso di tecnologie di supporti utilizzando radiazioni ionizzanti risulta essere ammesso esclusivamente a condizione che siano soddisfatte tutte le previsioni fissate alla lettera b) dell'art. 2 del decreto legislativo n. 187/2000.

Risultano ammesse, in attività radiodiagnostiche complementari, solo le pratiche che per la loro caratteristica di poter costituire un valido ausilio diretto e immediato per lo specialista, presentino i requisiti funzionali e temporali di risultare «contestuali», «integrate» ed «indilazionabili» rispetto allo svolgimento di specifici interventi di carattere strumentale propri della disciplina specialistica.

Si deve intendere a tal fine, secondo l'uso comune, per «contestuale» tutto quello che avviene nell'ambito della prestazione specialistica stessa e ad essa direttamente rapportabile. La «contestualità» rispetto all'espletamento della procedura specialistica interessa pertanto sia l'ambito temporale in cui si sviluppa la prestazione strumentale, sia l'ambito funzionale direttamente riconducibile al soddisfacimento delle finalità della stessa prestazione. Per risultare «integrato» l'uso della pratica complementare deve essere connotato dalla condizione di costituire un elemento di ausilio della prestazione stessa, in quanto in grado di apportare elementi di necessario miglioramento o arricchimento conoscitivo, utili a completare e/o a migliorare lo svolgimento dello stesso intervento specialistico di carattere strumentale. Sotto il profilo temporale la pratica complementare deve risultare non dilazionabile in tempi successivi rispetto all'esigenza di costituire un ausilio diretto ed immediato al medico specialista o all'odontoiatra per l'espletamento della procedura specialistica, dovendo come prescritto dalla normativa risultare sotto tale profilo «indilazionabile» rispetto all'espletamento della procedura stessa, per risultare utile.

L'utilizzo delle apparecchiature TC volumetriche «cone beam» deve prevedere: piena giustificazione dell'esame.

Tutti gli esami effettuati in attività di radiodiagnostica di ausilio al medico specialista o all'odontoiatra devono risultare giustificati singolarmente, e pertanto devono risultare correttamente valutati i potenziali benefici al paziente rispetto ai possibili rischi; a seguito di tale valutazione i vantaggi devono risultare superiori ai rischi, tenendo anche conto del possibile uso alternativo di tecniche che comportino una minore o nulla esposizione a radiazioni ionizzanti. Vi è anche l'obbligo di preventiva acquisizione del consenso informato scritto.

In tale documento devono essere in modo facilmente comprensibile e chiaro portati a conoscenza del paziente i rischi connessi all'esposizione a fronte dei benefici attesi; il documento deve altresì contenere una relazione clinica a motivazione dell'effettuazione dell'esame e le altre informazioni riguardanti la giustificazione della pratica e l'indicazione della dose che verrà somministrata. Una copia del consenso informato, sottoscritta dal paziente, dovrà essere consegnata, controfirmata dal medico specialista o dall'odontoiatra, allo stesso paziente, quale utile promemoria in relazione ad altri possibili accertamenti radiologici; l'originale dovrà essere conservato agli atti dal medico specialista o dall'odontoiatra.

Deve essere assicurata adeguata archiviazione e conservazione cartacea e/o informatica del consenso informato per un periodo di almeno 5 anni; devono essere assicurate l'archiviazione e la conservazione per un adeguato periodo, non inferiore a 5 anni di tutte le immagini realizzate con l'apparecchiatura (anche se di prova o per i controlli di funzionalità, di qualità ecc.); devono essere assicurate la registrazione e archiviazione su apposito registro, anche su supporto informatico, di tutti gli esami eseguiti, al fine di consentire le valutazioni delle esposizioni ai sensi dell'art. 12 del decreto legislativo n. 187/2000, nonché i relativi controlli da parte degli organi di vigilanza. Il numero totale delle esposizioni registrate dovrà corrispondere alla somma delle esposizioni risultante dal contatore dell'apparecchiatura; deve essere effettuata la consegna al paziente dell'iconografia completa dell'esame (anche in formato digitale) necessaria per eventuale comparazione con esami precedenti o successivi, oltre che per valutazioni da parte di altri specialisti, nonché per motivi medico-legali;

L'impiego sempre più frequente di apparecchiature radiologiche, anche da parte di medici non specialisti in radiologia, in attuazione delle previsioni dell'art. 8 del decreto legislativo n. 187/2000, richiede da parte degli organi territorialmente competenti del Servizio Sanitario Nazionale un'attenta e regolare vigilanza sulle sorgenti di radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche, con verifica puntuale in particolare sulla adozione di adeguati programmi di garanzia della qualità, sulla corretta informazione al paziente, sulla verifica periodica della dose somministrata, sulla avvenuta registrazione e conservazione dei dati, quale efficace deterrente preventivo per assicurare un uso sempre giustificato ed ottimizzato e per scoraggiare, attraverso le previste sanzioni, esecuzioni non giustificate e inappropriate di esami radiologici sanitari, che sono in grado di provocare indebiti rischi alle persone e alla collettività, oltre che rappresentare uno spreco inaccettabile di risorse.

In particolare nel caso pediatrico, l'utilizzo di parametri analoghi a quelli per adulto può comportare una dose eccessiva indebita.

Risulta quindi importante avere a disposizione protocolli specifici con minor intensità del fascio e volumi di acquisizione adeguati.

#### Si allega sunto di una sentenza relativa all'utilizzo non corretto di TC

Sentenza della Corte Suprema di Cassazione 14 settembre 2022:

Il tribunale ha condannato alla pena- condizionalmente sospesa- 3.000 € di ammenda in quanto il professionista è stato ritenuto colpevole del reato di cui l'articolo 14 del decreto legislativo 187/2000 per avere esposto numerosi pazienti a radiazioni ionizzanti con apparecchiature cone beam senza giustificare il ricorso senza documentare le esigenze diagnostiche e senza valutare potenziali vantaggi diagnostici o terapeutici in relazione ai fatti....

Il ricorso, è stato respinto : il giudice di merito ha chiarito le ragioni per le quali l'esposizione dei pazienti all'esame diagnostico con apparecchiature cone beam non potevano essere considerate giustificate alla luce della previsione normativa secondo cui le attività diagnostiche complementari di ausilio diretto all'odontoiatra difettavano dei requisiti normativamente previsti ossia non erano contestuali, integrate ed indilazionabili, rispetto all'espletamento della procedura specialistica.

La previsione dell'articolo 14, decreto 187/2000 è oggi contemplata, in rapporto di continuità normativa, dal nuovo articolo 213 comma uno decreto legge 101/2000. In particolare è l'articolo 7 del decreto legge 101/2020 a definire al comma uno numero 8 come attività radiodiagnostiche complementari quelle di ausilio diretto al medico specialista o all'odontoiatra.....

.... Omissis ...l'imputato ha sottoposto i propri pazienti alle radiazioni ionizzanti in assenza dei requisiti espressamente richiesti dalla normativa, nel caso di specie difettavano sicuramente i requisiti della contestualità e della indilazionabilità, pur potendo in astratto riconoscere la sussistenza del requisito della integrazione.

Si raccomanda, per un utilizzo appropriato di indagini radiologiche, di seguire le seguenti linee guida

Negli ultimi anni l'evoluzione della diagnostica radiologica e della relativa strumentazione ha avuto un grandissimo miglioramento sia qualitativo sia quantitativo. L'offerta, quindi, che la radiologia può dare in ambito odontostomatologico è radicalmente cambiata negli ultimi 15 anni, specie nel settore della chirurgia orale e di quello della pedodonzia.

In entrambi, i dati scientifici sono aumentati e le due specialità hanno di concerto affrontato un problema di grande rilevanza come quello legato alla giustificazione e all'ottimizzazione della pratica radiologica.

A testimonianza di ciò, non solo sono aumentate le pubblicazioni scientifiche in entrambi i settori, con una grossa componente erogata dalla fisica medica, ma sono anche aumentate, a livello internazionale, le linee guida messe a punto dalle Istituzioni e dalle Società scientifiche (1, 2, 3, 4, 5, 6).

Nell'ambito delle iniziative promosse a tutela della salute orale, il Ministero della Salute, nel 2016, ha deciso di redigere un documento di linee guida con l'intento di fornire indicazioni chiare ed univoche sui percorsi diagnostici radiologici per la presa in carico di problematiche odontoiatriche, negli individui in età evolutiva.

A tal fine è stato appositamente costituito un Gruppo di lavoro coordinato dalla prof.ssa Laura Strohmer del Centro di collaborazione per l'Epidemiologia e la Prevenzione Orale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

In particolare, il documento ha lo scopo di aiutare il sanitario nella scelta delle metodiche diagnostiche disponibili, garantendo altresì il minimo rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti, nel rispetto del principio *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) (7). Il costo biologico è giustificato solo quando il beneficio che si ottiene, ovvero la diagnosi, è superiore.

Il documento contiene indicazioni per radiologi, fisici medici, pediatri, odontoiatri, maxillofacciali, ognuno per le proprie specifiche competenze.

Le apparecchiature radiologiche prese in considerazione sono i radiografici per endorali, gli ortopantomografi, i cefalometri e le Cone Beam Computed Tomography (CBCT).

I livelli delle prove (evidenze) disponibili e la forza delle raccomandazioni sono stati classificati secondo le indicazioni del Piano Nazionale Linee Guida:

Livelli delle prove o evidenze

- I. Prove ottenute da più studi clinici controllati randomizzati e/o da revisioni sistematiche di studi randomizzati o da Linee Guida Internazionali
- II. Prove ottenute da un solo studio randomizzato di disegno adeguato
- III. Prove ottenute da studi di coorte non randomizzati con controlli concorrenti o storici o loro
- IV. metanalisi
- V. Prove ottenute da studi retrospettivi tipo caso-controllo o loro metanalisi
- VI. Prove ottenute da studi di casistica (serie di casi) senza gruppo di controllo
- VII. Prove basate sull'opinione di esperti autorevoli o di comitati di esperti come indicato in linee guida o *consensus conference*, o basate su opinioni dei membri del gruppo di lavoro

Forza delle raccomandazioni

- A. L'esecuzione di quella particolare procedura è fortemente raccomandata. Indica una raccomandazione sostenuta da prove scientifiche di buona qualità, anche se non necessariamente di tipo I o II
- B. Si nutrono dei dubbi sul fatto che quella particolare procedura o intervento debba sempre essere raccomandata, ma si ritiene che la sua esecuzione debba essere attentamente considerata
- C. Esiste una sostanziale incertezza a favore o contro la raccomandazione di eseguire la procedura o l'intervento
- D. L'esecuzione della procedura non è raccomandata
- E. Si sconsiglia fortemente l'esecuzione della procedura

*Che caratteristiche devono avere i protocolli e i parametri di acquisizione relativi agli esami radiodiagnostici in odontoiatria in età evolutiva?*

In generale, numerosi studi pubblicati negli ultimi anni sottolineano l'esigenza di definire protocolli di acquisizione con parametri adattati alle ridotte dimensioni ed alle esigenze diagnostiche specifiche del paziente pediatrico. Le valutazioni multicentriche pubblicate sottolineano, invece, spesso l'utilizzo di parametri non adeguati.

Uno studio anglosassone del 2015 ha evidenziato, per gli esami endorali, un superamento del livello diagnostico di riferimento nazionale nel 35% delle modalità operative utilizzate per pazienti adulti e di ben il 61% di quelle impiegate per pazienti pediatrici. Lo stesso lavoro evidenzia come, nonostante l'evoluzione tecnologica dei rivelatori digitali e dei sistemi di collimazione offra la possibilità di significative riduzioni di dose, in molti casi i parametri tecnici determinano valori di esposizione al paziente superiori a quelli richiesti per ottenere la corretta informazione diagnostica.

Un altro lavoro finlandese del 2015 presenta un'indagine effettuata su 241 ortopantomografi e 118 unità cefalometriche utilizzate su pazienti pediatrici: le immagini panoramiche sono risultate di larghezza superiore al necessario nel 70% dei casi e di altezza superiore nel 96%.

Anche le cefalometrie sono risultate di dimensioni superiori al necessario in più del 50% dei casi. La protezione alla tiroide è stata utilizzata in circa il 71% dei casi. La campagna di sensibilizzazione e di educazione alla corretta gestione del rischio radiologico per i pazienti pediatrici, *"Image Gently"*, promossa da associazioni scientifiche di area pediatrica e radiologica statunitensi, sintetizza nei seguenti sei passi i punti chiave per minimizzare la dose nelle pratiche radiologiche dentali in età evolutiva:

- selezione delle immagini radiologiche conformi alle specifiche esigenze del paziente;
- impiego di rivelatori con la massima sensibilità (alta *speed* nel caso di pellicole o equivalenti sistemi digitali);
- collimazione del fascio radiologico sull'area di interesse;
- utilizzo del collare tiroideo per tutti gli esami endorali e per gli esami extraorali quando
- non interferisce con la regione d'esame;
- adeguata riduzione dei parametri di esposizione (tempi, intensità di correnti anodiche, ecc.) rispetto ai parametri impiegati per pazienti adulti
- utilizzo della CBCT solo quando necessario.

#### ► **Utilizzo della diagnostica radiologica in conservativa e odontoiatria generale.**

1. L'esame radiografico di elezione in tutti i soggetti nei quali esista un sospetto di carie in elementi dentali decidui, è la radiografia *"bite-wing"*.

Si può far seguire alla prima radiografia una seconda radiografia intraorale periapicale qualora il quadro risulti positivo in un soggetto ad alto rischio di carie.

Non sono giustificati altri esami radiografici.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

2. In tutti i soggetti, quando esiste il sospetto di carie su elementi dentali permanenti, l'esame radiografico di elezione è la radiografia *"bite-wing"*.

Essa ha sufficiente estensione per valutare la corona dei denti permanenti. Una seconda radiografia intraorale periapicale deve essere effettuata se esiste il sospetto di un coinvolgimento pulpare o periapicale da parte del processo settico.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

3. La presenza di una tumefazione a carico dei tessuti periapicali di elementi dentali decidui o permanenti giustifica l'esecuzione di un radiogramma di tipo endorale, preferibilmente con centratore.

L'esecuzione di esami come la CBCT non è indicato in questa fase diagnostica.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: III*

4. In presenza di fistola, la diagnosi richiede una radiografia endorale con l'inserimento di un cono di guttaperca nel tragitto fistoloso.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: III*

5. L'esecuzione di un radiogramma a carico di un elemento dentale permanente affetto da un processo settico, a estrinsecazione paramarginale, appare indicata soprattutto nei pazienti in cui si sia accertato un rischio elevato per patologia parodontale.

*Forza della raccomandazione: B*

*Grado di Evidenza: III*

6. L'esecuzione di radiogrammi endorali con appositi centratori è indicata per eseguire correttamente una terapia endodontica parziale o totale, un intervento di rigenerazione pulpare o una sagomatura che precede l'otturazione canalare.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: II*

7. E' indicato eseguire radiogrammi endorali per valutazioni nel tempo dello stato di salute pulpare o periapicale di denti permanenti che sono andati incontro a terapia conservativa della polpa dentale. I radiogrammi vanno eseguiti a tre mesi dall'evento patologico, a sei mesi, a un anno e, a seguire, annualmente, per i successivi tre anni.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: II*

8. E' indicato eseguire radiogrammi endorali per valutare nel tempo lo stato di salute periapicale di denti permanenti - siano essi con apice formato o non formato - sottoposti a terapia endodontica temporanea (apacificazione), rigenerazione pulpare o terapia endodontica definitiva. E' consigliata l'esecuzione di radiogrammi a tre mesi, sei mesi e, a seguire, annualmente, per i successivi tre anni, a seconda della situazione clinica.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di evidenza II*

### ► **Utilizzo della diagnostica radiologica in ortognatodonzia e gnatologia**

1. Ai fini di un corretto inquadramento diagnostico ortodontico sono necessarie una radiografia panoramica e una teleradiografia.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

2. Limitare la prescrizione della CBCT e, preferibilmente, utilizzare FOV small e FOV medium.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

3. L'uso della CBCT per la diagnosi cefalometrica, nei pazienti ortodontici con malocclusione di grado moderato-lieve, è fortemente sconsigliato.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

4. La teleradiografia in postero-anteriore, con relativo tracciato cefalometrico, richiede una alta esperienza del clinico.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

5. In caso di patologie dei tessuti capsulo-legamentosi dell'ATM (disco e capsula articolare) si raccomanda la prescrizione di un'indagine RM.

In caso di patologie della componente ossea dell'ATM, si raccomanda la prescrizione di una CBCT o CT.

L'OPT non è di ausilio diagnostico in queste patologie.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

### ► **Utilizzo della diagnostica radiologica in presenza di patologie malformative cranio – maxillo– facciali**

1. Nei casi di labiopalatoschisi la diagnosi è prettamente clinica.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: I*

2. Nei casi di craniostenosi la diagnosi è principalmente clinica, tuttavia la TC può essere di ausilio.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: II*

3. Nelle sindromi del I e II arco branchiale la MSCT o la CBCT possono essere indicate per l'analisi dei difetti craniofacciali ed in funzione della pianificazione dell'intervento terapeutico.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza II*

### ► **Utilizzo della diagnostica radiologica in presenza di traumi dentali**

1. L'ortopantomografia non è indicata in presenza di evento traumatico dentale circoscritto.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: IV*

2. La radiografia endorale periapicale rappresenta il primo step radiologico, spesso conclusivo, in presenza di trauma alveolo-dentale nel paziente in età pediatrica.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza: IV*

3. La CBCT è metodica di II livello, indicata in casi selezionati in cui le indagini di I livello (radiografia endorale periapicale) non forniscano le informazioni diagnostiche sufficienti per la adeguata pianificazione terapeutica.

*Forza della raccomandazione: A*

*Grado di Evidenza IV*

## **3.2 Linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)**

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha sviluppato linee guida dettagliate per la radioprotezione, focalizzandosi sulla minimizzazione dei rischi associati all'esposizione alle radiazioni ionizzanti, specialmente in ambito medico. Queste linee guida si basano su principi fondamentali e raccomandazioni chiave, tra cui:

**1. Giustificazione dell'esposizione:** Ogni procedura che comporta esposizione a radiazioni ionizzanti deve essere giustificata, assicurando che i benefici diagnostici o terapeutici superino i potenziali rischi per il paziente.

**2. Ottimizzazione della protezione:** Una volta giustificata l'esposizione, è essenziale ottimizzare la protezione radiologica, mantenendo le dosi al paziente "As Low As Reasonably Achievable" (ALARA), compatibilmente con l'obiettivo clinico.

**3. Limitazione delle dosi:** Sebbene i limiti di dose siano principalmente applicati ai lavoratori esposti e al pubblico, l'OMS raccomanda l'adozione di livelli diagnostici di riferimento (Diagnostic Reference Levels - DRLs) per monitorare e controllare le dosi somministrate ai pazienti, evitando esposizioni non necessarie.

**4. Garanzia della qualità:** Implementare programmi di garanzia della qualità nelle strutture sanitarie è cruciale per assicurare che le apparecchiature radiologiche funzionino correttamente e che le procedure siano eseguite in modo sicuro ed efficace.

**5. Formazione e competenza del personale:** Il personale coinvolto in procedure radiologiche deve ricevere una formazione adeguata in radioprotezione, comprendendo sia gli aspetti tecnici che quelli legati alla sicurezza, per garantire una protezione ottimale sia per i pazienti che per gli operatori.

**6. Protezione specifica per gruppi vulnerabili:** Particolare attenzione deve essere rivolta a gruppi sensibili, come bambini e donne in gravidanza, adottando misure protettive aggiuntive e valutando attentamente la giustificazione delle esposizioni in questi casi.

**7. Comunicazione del rischio:** È fondamentale comunicare in modo chiaro ed efficace i potenziali rischi associati all'esposizione alle radiazioni sia ai pazienti che al pubblico, promuovendo una comprensione informata e riducendo paure infondate.

Queste linee guida dell'OMS sono integrate e supportate da normative internazionali, come le raccomandazioni della Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica (ICRP) e le direttive EURATOM, che forniscono un quadro normativo dettagliato per la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

In Italia, l'applicazione di queste raccomandazioni è regolamentata dal Decreto Legislativo 101/2020, che recepisce la Direttiva EURATOM 2013/59, stabilendo norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

È essenziale che le strutture sanitarie e il personale medico aderiscano a queste linee guida e normative per garantire la sicurezza dei pazienti e degli operatori, minimizzando i rischi associati all'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

### 3.3 Responsabilità legali e professionali

Il quadro normativo che regola la radioprotezione è complesso e articolato, comprendendo normative internazionali, nazionali e locali. A livello internazionale, l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA) e l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) forniscono linee guida e raccomandazioni per la protezione dalle radiazioni. Queste linee guida sono spesso recepite nei legislativi nazionali.

In Italia, il Decreto Legislativo 230/1995, che recepisce le direttive europee in materia di protezione dalle radiazioni, stabilisce i principi fondamentali per la protezione della salute dei lavoratori e della popolazione. Le normative stabiliscono limiti di esposizione alle radiazioni, procedure di autorizzazione per l'uso di sorgenti radioattive e misure di emergenza in caso di incidenti. Le istituzioni e i professionisti del settore sono tenuti a rispettare queste normative, e la loro violazione può comportare sanzioni legali, che vanno da multe a responsabilità penale.

Le responsabilità professionali in radioprotezione ricadono su diverse figure professionali, tra cui medici, tecnici di radiologia, fisici medici e operatori sanitari. Questi professionisti devono possedere competenze specifiche e aggiornate per garantire un uso sicuro delle tecnologie radiologiche.

Medici e Tecnici di Radiologia sono responsabili della corretta esecuzione degli esami radiologici, della valutazione dei rischi e della comunicazione con i pazienti riguardo ai benefici e ai rischi associati all'esposizione alle radiazioni. Devono garantire che le procedure siano eseguite nel rispetto delle linee guida di radioprotezione. La responsabilità professionale si estende anche alla necessità di informare i pazienti sui rischi e sui benefici delle procedure radiologiche, in conformità con il principio di consenso informato.

I Fisici medici hanno un ruolo cruciale nella valutazione e nel monitoraggio delle dosi di radiazione, nella calibrazione delle apparecchiature e nella formazione del personale. La loro responsabilità include l'implementazione di protocolli di sicurezza e la supervisione delle pratiche di radioprotezione. In caso di incidenti, i fisici medici possono essere ritenuti responsabili per la mancata attuazione di misure di sicurezza adeguate.

Oltre alle responsabilità legali e professionali, esiste un'importante dimensione etica nella radioprotezione. I professionisti devono agire nel migliore interesse dei pazienti e della società, bilanciando il bisogno di diagnosi e trattamento con la necessità di minimizzare l'esposizione alle radiazioni. Questo implica una continua formazione e aggiornamento sulle migliori pratiche e sulle innovazioni tecnologiche.

Il principio di giustificazione, uno dei fondamenti della radioprotezione, stabilisce che ogni esposizione alle radiazioni deve essere giustificata da un beneficio sufficiente, come la diagnosi o il trattamento di una malattia. Inoltre, il principio di ottimizzazione richiede che le esposizioni siano mantenute al livello più basso possibile, compatibile con la realizzazione degli obiettivi diagnostici o terapeutici. I professionisti devono quindi essere in grado di valutare criticamente le indicazioni per l'uso delle tecnologie radiologiche e di adottare approcci alternativi quando possibile.

La negligenza in ambito di radioprotezione può avere gravi conseguenze, sia per i pazienti che per i professionisti. Gli effetti nocivi delle radiazioni possono manifestarsi anche anni dopo l'esposizione, rendendo difficile attribuire la responsabilità. Tuttavia, in caso di incidenti o esposizioni eccessive, i professionisti possono essere ritenuti responsabili sia a livello civile che penale.

La responsabilità civile si riferisce alla possibilità di essere chiamati a risarcire danni a terzi a causa di comportamenti negligenti. In ambito radiologico, ciò può includere esposizioni eccessive ai raggi X, errori nella somministrazione di trattamenti radioterapici o la mancata attuazione di protocolli di sicurezza. Le vittime di tali negligenze possono presentare richieste di risarcimento danni, e i professionisti coinvolti possono essere ritenuti responsabili in base al principio della colpa.

La responsabilità penale si verifica quando un professionista viola le leggi o le normative in materia di radioprotezione, con conseguenze che possono includere sanzioni pecuniarie o pene detentive. In Italia, il Codice Penale prevede specifiche disposizioni riguardanti la sicurezza sul lavoro e la protezione della salute pubblica. La violazione delle normative sulla radioprotezione può portare a procedimenti penali, specialmente in caso di incidenti gravi o esposizioni non autorizzate.

Un aspetto cruciale per garantire la responsabilità legale e professionale in ambito di radioprotezione è la formazione continua. I professionisti devono essere costantemente aggiornati sulle normative vigenti, sulle tecnologie emergenti e sulle migliori pratiche in radioprotezione. La formazione deve includere non solo aspetti tecnici, ma anche etici e legali, per garantire che i professionisti siano in grado di prendere decisioni informate e responsabili. In molti paesi, le autorità competenti richiedono che i professionisti della salute partecipino a programmi di formazione continua e che dimostrino competenze specifiche in radioprotezione. Questo non solo contribuisce a garantire la sicurezza dei pazienti, ma protegge anche i professionisti da potenziali responsabilità legali.

#### *4. Tecniche Radiologiche in Odontoiatria e applicazione clinica*

La diagnostica per immagini è un pilastro fondamentale dell'odontoiatria moderna, fornendo informazioni essenziali per la diagnosi, la pianificazione terapeutica e il follow-up dei trattamenti. Le diverse metodologie radiografiche permettono di analizzare con precisione la morfologia dentale, la salute del parodonto, l'integrità ossea e la presenza di eventuali patologie o anomalie strutturali.

Le tecniche radiografiche in odontoiatria si suddividono in:

1. **Radiografie endorali (periapicali, bitewing, occlusali)**
2. **Ortopantomografia (OPT o radiografia panoramica)**

### 3. Tomografia Computerizzata Cone Beam (CBCT)

Ognuna di queste metodologie ha specifiche indicazioni cliniche, vantaggi e limitazioni, che verranno analizzati in dettaglio nel presente elaborato.

#### 1. Radiografie Endorali: Tecniche e Applicazioni Cliniche

Le radiografie endorali rappresentano la metodica di imaging di prima linea in odontoiatria, caratterizzandosi per un'elevata risoluzione spaziale e la capacità di evidenziare dettagli anatomici con precisione submillimetrica.

##### 1.1 Radiografia Periapicale

La radiografia periapicale consente di ottenere un'immagine dettagliata di uno o più elementi dentari, comprendendo l'intera corona, la radice e i tessuti periapicali adiacenti. È eseguita mediante il posizionamento di un sensore digitale o una pellicola radiografica intraorale, parallela all'asse lungo del dente.

##### Indicazioni Cliniche

- Diagnosi di patologie endodontiche (pulpiti, necrosi pulpare, lesioni periapicali)
- Identificazione di processi cariosi profondi e carie interprossimali
- Valutazione della morfologia radicolare prima di interventi chirurgici
- Controllo post-operatorio di trattamenti endodontici e restaurativi
- Studio delle alterazioni parodontali (riassorbimenti ossei, lesioni del legamento parodontale)

##### Principi di Tecnica

Esistono due principali metodiche di acquisizione:

1. **Tecnica della bisettrice:** il fascio di raggi X è orientato perpendicolarmente alla bisettrice dell'angolo formato tra l'asse lungo del dente e il piano del sensore. Tale tecnica è più semplice da eseguire ma può generare lievi distorsioni.
2. **Tecnica del parallelismo:** il sensore è posizionato parallelamente all'asse lungo del dente e il fascio radiogeno è perpendicolare a entrambi. È la tecnica di riferimento per la sua elevata accuratezza diagnostica.

##### 1.2 Radiografie Bitewing

Le radiografie bitewing sono fondamentali per la diagnosi delle lesioni cariose interprossimali e il monitoraggio delle condizioni parodontali. La loro peculiarità è la capacità di evidenziare contemporaneamente la corona di più elementi dentari in entrambe le arcate.

##### Indicazioni Cliniche

- Diagnosi precoce di carie interprossimali
- Valutazione dello stato restaurativo (margini di otturazioni, infiltrazioni)
- Monitoraggio della perdita ossea orizzontale nel contesto delle patologie parodontali

##### 1.3 Radiografie Occlusali

Utilizzate per visualizzare estese porzioni delle arcate dentarie in proiezione assiale, sono particolarmente utili per lo studio delle inclusioni dentali, delle fratture mandibolari e delle anomalie dento-scheletriche.

## 1.4 I centratori in odontoiatria

Per garantire immagini di alta qualità con il minor numero possibile di distorsioni e ripetizioni, vengono utilizzati i centratori radiografici, dispositivi progettati per posizionare con precisione il sensore intraorale e garantire l'allineamento ottimale con il fascio radiogeno. Il loro utilizzo è particolarmente importante per le radiografie periapicali, bitewing e occlusali, riducendo errori comuni come la sovrapposizione delle strutture, la distorsione geometrica e le esposizioni ripetute. In questo elaborato verranno analizzati i principi di funzionamento dei centratori, i diversi tipi disponibili, il loro utilizzo nelle varie tecniche radiografiche e i vantaggi che apportano nella pratica clinica.

### 1.4.1 Principi di Funzionamento dei Centratori

I centratori sono dispositivi composti generalmente da tre elementi principali:

1. **Un supporto per il sensore o la pellicola radiografica:** mantiene il dispositivo intraorale in posizione corretta all'interno della cavità orale.
2. **Un braccio di connessione:** collega il supporto al puntatore esterno e garantisce stabilità.
3. **Un anello di centraggio:** viene posizionato all'esterno della bocca del paziente e serve come guida per l'allineamento del tubo radiogeno.

Il principio fondamentale del loro funzionamento è mantenere il sensore parallelo all'asse lungo del dente e perpendicolare al fascio di raggi X.

### 1.4.2. Tipologie di centratori e loro utilizzo

Esistono diversi tipi di centratori, ciascuno progettato per specifiche tipologie di radiografie intraorali.

#### Centratori per Radiografie Periapicali

Le radiografie periapicali consentono di visualizzare il dente nella sua interezza, compresa la radice e i tessuti periapicali. Per questo tipo di radiografia si utilizzano centratori specifici che consentono di applicare la tecnica del parallelismo, minimizzando la distorsione geometrica.

- **Sistema Rinn®:** uno dei più utilizzati, include supporti per arcata superiore e inferiore e permette un posizionamento preciso del sensore digitale o della pellicola.
- **Centratori tipo XCP (Extension Cone Paralleling):** composti da anelli, bracci e supporti per garantire allineamento ottimale.

#### Centratori per radiografie bitewings

Le radiografie bitewing sono utilizzate principalmente per la diagnosi di carie interprossimali e la valutazione dello stato parodontale. Questo tipo di radiografia richiede il posizionamento del sensore in modo da catturare contemporaneamente le corone di più denti adiacenti.

I centratori specifici per bitewing sono:

- **Centratori con morso adesivo o fessure guida:** stabilizzano il sensore e garantiscono la corretta inclinazione.

- **Sistemi XCP con anelli dedicati:** permettono il perfetto allineamento del tubo radiogeno con il sensore.

### **Centratori per Radiografie Occlusali**

Le radiografie occlusali vengono eseguite per ottenere un'immagine ampia dell'arcata dentale superiore o inferiore. Sebbene possano essere eseguite senza centratori, l'uso di dispositivi specifici migliora la precisione diagnostica.

Le tipologie di centratori per occlusali sono :

- **Supporti per il posizionamento della pellicola intraorale in posizione orizzontale o verticale.**
- **Anelli di allineamento con puntatori angolati per garantire una proiezione corretta.**

#### **1.4.3. Tecnica del Parallelismo e Bisettrice: Differenze nell'Utilizzo dei Centratori**

Le due principali tecniche per ottenere radiografie endorali sono:

1. **Tecnica del parallelismo (Paralleling Technique):** prevede che il sensore sia posizionato parallelamente all'asse lungo del dente e che il fascio radiogeno sia perpendicolare a entrambi. L'uso dei centratori è essenziale per garantire il corretto allineamento.
2. **Tecnica della bisettrice dell'angolo (Bisecting Angle Technique):** prevede che il fascio radiogeno sia diretto perpendicolarmente alla bisettrice dell'angolo formato tra il dente e il sensore. Sebbene possa essere eseguita senza centratori, è meno precisa e può causare distorsioni.

#### **1.4.4. Vantaggi dell'Uso dei Centratori in Odontoiatria**

L'impiego dei centratori radiografici offre numerosi vantaggi rispetto al posizionamento manuale del sensore intraorale:

- **Riduzione della Distorsione:** l'allineamento preciso elimina gli errori di angolazione che possono portare a immagini allungate o accorciate.
- **Minore Ripetizione delle Esposizioni:** un posizionamento accurato riduce la necessità di ripetere le radiografie, limitando l'esposizione del paziente ai raggi X.
- **Migliore Comfort per il Paziente:** i moderni centratori sono progettati per minimizzare il disagio durante l'esame.
- **Standardizzazione delle Procedure:** permette di ottenere immagini riproducibili e confrontabili nel tempo.

#### **1.4.5. Limitazioni e Considerazioni Cliniche**

Nonostante i numerosi vantaggi, l'uso dei centratori può presentare alcune limitazioni:

- **Ingombro del dispositivo:** in alcuni pazienti con limitata apertura orale, il posizionamento può risultare difficoltoso.
- **Costo e manutenzione:** i sistemi di centratori riutilizzabili devono essere sterilizzati correttamente per evitare contaminazioni crociate.
- **Curve anatomiche particolari:** in presenza di variazioni anatomiche (es. palato molto stretto), può essere difficile ottenere un perfetto parallelismo.

## **2. Ortopantomografia: Principi e Applicazioni Cliniche**

L'ortopantomografia (OPT), o radiografia panoramica, fornisce una visione d'insieme delle strutture orali e maxillo-facciali, ottenendo un'immagine bidimensionale con un'unica esposizione. Il principio di funzionamento si basa sulla tomografia stratigrafica, con il movimento sincrono della sorgente radiogena e del detettore attorno al cranio del paziente.

### **2.1 Indicazioni Cliniche**

- Valutazione dello sviluppo dentale nei pazienti in crescita
- Identificazione di inclusioni dentali (denti del giudizio, canini impattati)
- Studio delle malformazioni dento-scheletriche e anomalie di sviluppo
- Diagnosi di lesioni ossee, cisti odontogene e tumori mandibolari
- Pianificazione di interventi chirurgici e implantari

## 2.2 Vantaggi e Limiti della Tecnica

- Ampia copertura anatomica con una singola esposizione
- Dosaggio radiologico relativamente contenuto rispetto alla TC
- Minor risoluzione rispetto alle radiografie endorali
- Possibili artefatti e sovrapposizioni strutturali

## 3. Tomografia Computerizzata Cone Beam (CBCT): Imaging 3D ad Alta Risoluzione

La **tomografia computerizzata cone beam (CBCT)** rappresenta un'evoluzione fondamentale della diagnostica per immagini in odontoiatria. Si distingue per la capacità di generare immagini tridimensionali ad alta risoluzione delle strutture dento-maxillo-facciali con una dose di radiazioni inferiore rispetto alla TC convenzionale.

### 3.1 Principi di Funzionamento

La CBCT utilizza un fascio conico di raggi X che ruota attorno alla testa del paziente, acquisendo un volume di dati che viene elaborato per ottenere sezioni assiali, coronali e sagittali, oltre a ricostruzioni tridimensionali.

### 3.2 Indicazioni Cliniche

- **Implantologia dentale:** valutazione della quantità e qualità dell'osso alveolare, analisi della posizione dei nervi alveolari e del seno mascellare
- **Endodonzia avanzata:** studio della morfologia canalare complessa, diagnosi delle fratture radicolari
- **Chirurgia orale e maxillo-facciale:** programmazione di osteotomie, rimozione di lesioni cistiche e tumorali
- **Ortodonzia e cefalometria:** analisi scheletrica tridimensionale per il trattamento delle malocclusioni
- **Patologie dell'articolazione temporo-mandibolare (ATM):** valutazione morfologica delle componenti articolari in pazienti con disfunzioni e patologie degenerative

### 3.3 Vantaggi e Limiti della CBCT

- Elevata risoluzione spaziale e possibilità di visualizzazione multiplanare
- Diminuzione delle distorsioni e sovrapposizioni rispetto all'OPT
- Esposizione radiologica inferiore rispetto alla TC convenzionale
- Costo elevato delle apparecchiature e necessità di software avanzati per l'interpretazione
- Maggiore dose radiologica rispetto alle tecniche bidimensionali

## Conclusioni

Le tecniche radiografiche in odontoiatria rappresentano strumenti insostituibili nella pratica clinica. La selezione della metodica più adeguata dipende dal contesto diagnostico e dalle necessità terapeutiche. L'integrazione tra radiografie endorali, ortopantomografia e CBCT consente un approccio diagnostico completo, migliorando la precisione delle procedure odontoiatriche e minimizzando l'esposizione alle radiazioni.

## 5. Principi di Protezione Radiologica in Odontoiatria

L'uso delle radiazioni ionizzanti in odontoiatria è essenziale per la diagnosi e la pianificazione terapeutica, permettendo di visualizzare strutture dento-maxillo-facciali non direttamente osservabili clinicamente. Tuttavia, l'esposizione ai raggi X comporta un potenziale rischio biologico, che deve essere attentamente gestito per minimizzare gli effetti dannosi senza compromettere l'efficacia diagnostica.

La protezione radiologica in ambito odontoiatrico è regolata da enti internazionali come l'International Commission on Radiological Protection (ICRP) e l'International Atomic Energy Agency (IAEA), nonché da normative nazionali come il D.Lgs. 101/2020 in Italia, che recepisce la Direttiva Euratom 2013/59.

I tre principi fondamentali della protezione radiologica sono:

1. **Giustificazione:** ogni esposizione ai raggi X deve essere clinicamente necessaria e il beneficio deve superare il rischio.
2. **Ottimizzazione:** la dose deve essere mantenuta al livello più basso ragionevolmente ottenibile (principio **ALARA** - *As Low As Reasonably Achievable*).
3. **Limitazione della dose:** il personale esposto deve operare nel rispetto dei limiti di dose previsti dalla normativa.

Questi principi guidano l'uso sicuro della radiografia in odontoiatria e sono essenziali per proteggere sia il paziente che il personale sanitario.

### 5.1. Giustificazione e Ottimizzazione della Radiazione

#### 5.1.1 Il Principio di Giustificazione

Secondo l'ICRP Publication 103, la giustificazione dell'uso delle radiazioni ionizzanti si basa su tre livelli:

1. Giustificazione generica: stabilisce che l'uso delle radiazioni ionizzanti porta un beneficio alla società (es. utilizzo in medicina per la diagnosi e la terapia).
2. Giustificazione clinica: stabilisce che una determinata procedura radiografica è necessaria per la gestione del paziente.
3. Giustificazione individuale: il medico deve valutare il singolo caso clinico per determinare se l'esposizione è realmente necessaria.

Esempi di indicazioni giustificate per l'uso della radiografia:

- Radiografie periapicali → Diagnosi di carie profonda, lesioni periapicali, riassorbimenti radicolari, valutazione pre- e post-endodontica.
- Bitewing → Diagnosi di carie interprossimali, valutazione di margini protesici, monitoraggio della perdita ossea parodontale.
- Ortopantomografia (OPT) → Studio delle inclusioni dentali, valutazione delle patologie ossee, pianificazione ortodontica.
- CBCT (Cone Beam Computed Tomography) → Pianificazione implantare, chirurgia ortognatica, diagnosi di lesioni cistiche o neoplastiche.

Esempi di situazioni non giustificate:

- Radiografie di routine senza segni clinici di malattia.
- Ripetizione di esami radiografici già eseguiti senza variazioni cliniche.
- CBCT per la diagnosi di semplici carie (un'indagine bidimensionale è sufficiente).

#### 5.1.2 Il Principio di Ottimizzazione e il Concetto di ALARA

L'ottimizzazione dell'esposizione è regolata dal principio ALARA, che impone di mantenere la dose di radiazione al livello più basso possibile compatibilmente con la qualità diagnostica dell'immagine.

Tecniche per l'ottimizzazione della dose:

1. Uso della radiologia digitale → I sensori digitali (CCD, CMOS, PSP) riducono la dose del 60-80% rispetto alle pellicole tradizionali.
2. Collimazione del fascio radiogeno → L'uso di collimatori rettangolari (invece che circolari) riduce la dose al paziente fino al 60%.
3. Filtrazione del fascio → L'aggiunta di filtri in alluminio elimina le radiazioni a bassa energia, riducendo l'assorbimento di dose da parte dei tessuti.
4. Selezione dei parametri tecnici ottimali:
  - kV: generalmente 60-70 kV per le radiografie endorali, 70-90 kV per OPT e CBCT.
  - mA: 5-7 mA per le radiografie endorali, 10-15 mA per OPT.
  - Tempo di esposizione: regolato in base alla densità ossea del paziente.
5. Uso della tecnica del parallelismo → Riduce le distorsioni geometriche, evitando ripetizioni inutili.
6. Software di post-processing → L'elaborazione digitale dell'immagine migliora la qualità diagnostica senza aumentare la dose.

## 5.2. Protezione del Paziente Durante le Radiografie Odontoiatriche

### 5.2.1 Protezione Fisica

- Grembiuli piombati (0,25-0,5 mm Pb) → Protezione del torace e addome.
- Collari tiroidei piombati → Essenziali nei bambini e nei pazienti radiosensibili per ridurre l'esposizione della tiroide.
- Schermature ambientali → Pareti piombate o vetri piombati per ridurre la diffusione delle radiazioni.

### 5.2.2 Particolare Attenzione ai Pazienti Sensibili

- Donne in gravidanza → Evitare esami radiografici se non strettamente necessari. La dose fetale in una radiografia dentale è trascurabile, ma si raccomanda la protezione con grembiuli piombati.
- Bambini → Utilizzare protocolli a bassa dose, riducendo i tempi di esposizione.

## 5.3. Protezione del Personale Sanitario

L'esposizione del personale odontoiatrico è regolata dalla Direttiva Euratom 2013/59, che stabilisce limiti di dose per gli operatori:

- 20 mSv/anno per il personale esposto.
- 1 mSv/anno per la popolazione generale.
- 0,5 mSv/mese per le donne in gravidanza.

### 5.3.1 Distanza e Posizionamento Corretto

- Distanza di sicurezza: mantenere almeno 2 metri dalla sorgente radiogena.
- Angolo di sicurezza: posizionarsi tra 90° e 135° rispetto al fascio primario, riducendo l'esposizione alla radiazione diffusa.
- Barriere schermanti: pareti piombate o schermature mobili riducono l'irradiazione professionale.

## 3.2 Monitoraggio della Dose

- Dosimetri personali → Obbligatori per il personale esposto per monitorare l'accumulo di dose.
- Registrazione delle dosi → Le letture dosimetriche devono essere registrate e monitorate periodicamente.

## Conclusioni

L'applicazione dei principi di giustificazione, ottimizzazione e limitazione della dose è fondamentale per garantire un utilizzo sicuro delle radiazioni ionizzanti in odontoiatria. La tecnologia moderna offre strumenti per ridurre la dose senza compromettere la qualità diagnostica, mentre l'adozione di misure di protezione individuale e ambientale garantisce la sicurezza sia del paziente che dell'operatore. Un approccio consapevole e responsabile è essenziale per minimizzare i rischi e ottimizzare i benefici dell'imaging radiologico in odontoiatria.

## 6. Gestione delle situazioni di emergenza

Le radiazioni ionizzanti rappresentano una componente essenziale della medicina moderna, soprattutto nei settori della radiodiagnostica, radioterapia e medicina nucleare. Tuttavia, l'uso delle radiazioni comporta rischi biologici che devono essere attentamente gestiti per evitare esposizioni accidentali e minimizzare i danni per pazienti e operatori sanitari.

La radioprotezione è regolata da normative internazionali e nazionali che stabiliscono i limiti di esposizione, le procedure di sicurezza e le misure da adottare in caso di incidente radiologico. Tra gli enti di riferimento vi sono:

- **ICRP (International Commission on Radiological Protection)**
- **IAEA (International Atomic Energy Agency)**
- **EURATOM (European Atomic Energy Community)**
- **Direttiva 2013/59/Euratom**, recepita in Italia con il **D.Lgs. 101/2020**

Il concetto di emergenza in radioprotezione si riferisce a qualsiasi situazione in cui si verifichi un'esposizione non intenzionale a radiazioni ionizzanti, con una dose superiore ai limiti stabiliti per la popolazione o il personale esposto. Questi eventi possono derivare da:

- Guasti tecnici alle apparecchiature radiologiche
- Errori operativi nell'impostazione dei parametri di esposizione
- Malfunzionamenti dei dispositivi di protezione
- Perdite di materiali radioattivi
- Esposizioni accidentali di pazienti o operatori sanitari

La gestione di queste situazioni richiede protocolli rigorosi che comprendono la valutazione immediata dell'incidente, la protezione degli individui coinvolti, il contenimento della sorgente e il monitoraggio delle dosi assorbite.

Nelle sezioni seguenti, verranno analizzate le strategie di gestione delle esposizioni accidentali e l'importanza del monitoraggio continuo delle radiazioni in ambito medico.

### 6.1 Gestione dell'Esposizione Accidentale alle Radiazioni

#### 6.1.1 Classificazione delle Esposizioni Accidentali

Le esposizioni accidentali possono essere classificate in base alla dose assorbita e agli effetti biologici associati. L'ICRP distingue tra:

- Esposizione minima o trascurabile ( $<1$  mSv)
- Esposizione moderata (1-50 mSv)

- Esposizione elevata (>50 mSv, con potenziali effetti biologici a lungo termine)
- Esposizione acuta grave (>100 mSv, con rischio immediato per la salute)

### 6.1.2 Procedure Immediatamente Dopo un'Esposizione Accidentale

La risposta a un evento di esposizione accidentale segue una serie di fasi precise:

Fase 1: Contenimento della Sorgente

- Spegnerne immediatamente l'apparecchiatura radiologica.
- Evacuare l'area se l'esposizione è dovuta a una sorgente radioattiva dispersa.
- Applicare schermature protettive se la sorgente non può essere rimossa immediatamente.

Fase 2: Valutazione dell'Esposizione

- Dosimetria personale: analizzare i dati dei dosimetri indossati dal personale esposto.
- Misurazione ambientale: con contatori Geiger-Müller o camere a ionizzazione.
- Stima della dose assorbita: attraverso modelli di esposizione basati su parametri di esposizione (energia del fascio, tempo di esposizione, distanza).

Fase 3: Intervento Medico e Follow-up

- Valutazione clinica immediata: ricerca di sintomi acuti (eritema cutaneo, nausea, alterazioni ematologiche).
- Esami di laboratorio: emocromo con formula leucocitaria per valutare eventuali alterazioni midollari.
- Monitoraggio a lungo termine: valutazione oncologica e dermatologica nei mesi/anni successivi per rilevare effetti tardivi.

## 6.2. Monitoraggio e Registrazione delle Radiazioni in Ambito Medico

Il monitoraggio delle radiazioni è essenziale per prevenire esposizioni eccessive e per garantire che le procedure diagnostiche e terapeutiche siano conformi agli standard di sicurezza.

### 6.2.1 Strumenti di Monitoraggio della Dose

Esistono diversi strumenti per la misurazione e il monitoraggio della dose di radiazione:

- Dosimetri personali (TLD, film badge, dosimetri elettronici)
- Contatori Geiger-Müller per il rilevamento della radiazione diffusa
- Camere a ionizzazione per misurazioni di precisione in ambienti controllati
- Software di gestione delle dosi per la registrazione delle esposizioni nei pazienti

### 6.2.2 Normative sulla Registrazione delle Dosi

Il D.Lgs. 101/2020 prevede che:

- Il personale esposto debba essere monitorato con dosimetri personali, con registrazione mensile delle dosi assorbite.
- I pazienti debbano avere un registro delle dosi assorbite in esami ripetuti (es. TAC, CBCT).
- Le strutture sanitarie debbano effettuare verifiche periodiche sugli strumenti di rilevazione della dose.

### 6.2.3 Limiti di Dose per il Personale Sanitario

Secondo le linee guida ICRP ed Euratom:

- 20 mSv/anno per il personale esposto
- 1 mSv/anno per la popolazione generale
- 0,5 mSv/mese per donne in gravidanza

#### 6.2.4 Strategie di Riduzione dell'Esposizione per il Personale Sanitario

- Distanza di sicurezza: mantenere almeno 2 metri dalla sorgente
- Angolo di esposizione: posizionarsi tra 90° e 135° rispetto al fascio primario
- Barriere schermanti: utilizzo di pareti e schermi piombati
- Ottimizzazione dei parametri tecnici: ridurre il tempo di esposizione e utilizzare tecniche digitali

#### Conclusione

La gestione delle emergenze in radioprotezione richiede una risposta immediata, un'analisi accurata delle dosi assorbite e un monitoraggio costante del personale e dei pazienti. L'adozione di protocolli di sicurezza e l'uso di strumenti di dosimetria avanzata consentono di ridurre i rischi, garantendo un utilizzo sicuro ed efficace delle radiazioni ionizzanti in ambito medico.

L'evoluzione tecnologica, unita a una rigorosa applicazione delle normative, permette oggi di minimizzare gli incidenti radiologici e di proteggere in modo ottimale sia gli operatori sanitari che i pazienti.

## 7. Formazione e Sensibilizzazione

L'impiego delle radiazioni ionizzanti in medicina ha rivoluzionato la diagnosi e il trattamento di numerose patologie, migliorando significativamente l'efficacia clinica. Tuttavia, l'utilizzo dei raggi X e delle sorgenti radioattive comporta un rischio biologico che deve essere attentamente gestito per garantire la sicurezza di pazienti e operatori sanitari.

La radioprotezione è regolamentata da normative internazionali e nazionali, tra cui la Direttiva 2013/59/Euratom, recepita in Italia con il D.Lgs. 101/2020, che impone specifici obblighi in termini di formazione e sensibilizzazione del personale sanitario.

I due pilastri fondamentali per la sicurezza radiologica sono:

1. La formazione continua del personale sanitario, per garantire l'applicazione corretta delle tecniche di esposizione e la gestione sicura delle radiazioni.
2. La sensibilizzazione del personale e dei pazienti, per promuovere una cultura della sicurezza radiologica e migliorare la consapevolezza sui rischi e benefici della radiologia medica.

### 7.1 L'Importanza della Formazione Continua in Radioprotezione

#### 7.1.1 Obiettivi della Formazione in Radioprotezione

La formazione in radioprotezione ha diversi obiettivi fondamentali:

- Garantire l'uso sicuro delle radiazioni ionizzanti nelle procedure diagnostiche e terapeutiche.
- Ridurre al minimo la dose assorbita dai pazienti e dagli operatori, rispettando il principio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*).
- Fornire le conoscenze necessarie per l'uso ottimale delle apparecchiature radiologiche.
- Assicurare la conformità alle normative nazionali e internazionali sulla radioprotezione.
- Preparare il personale alla gestione delle emergenze radiologiche, come esposizioni accidentali o malfunzionamenti degli apparecchi.

La formazione deve essere erogata a tutto il personale coinvolto nell'uso delle radiazioni ionizzanti:

- Medici radiologi e specialisti di diagnostica per immagini

- Tecnici sanitari di radiologia medica (TSRM)
- Fisici sanitari
- Odontoiatri che eseguono esami radiografici
- Medici di altre specializzazioni (cardiologi, ortopedici, oncologi) che utilizzano radiazioni ionizzanti
- Infermieristica specializzata in radiologia

### 7.1.2 Normative e Obblighi di Formazione

La formazione in radioprotezione è obbligatoria e regolamentata da specifiche disposizioni legislative.

Direttiva 2013/59/Euratom

Questa direttiva stabilisce che tutti gli operatori sanitari esposti alle radiazioni ionizzanti devono ricevere una formazione specifica e periodica.

D.Lgs. 101/2020 (Italia)

Il decreto stabilisce che:

- Il personale esposto deve frequentare corsi ECM (Educazione Continua in Medicina) con moduli specifici sulla radioprotezione.
- I lavoratori esposti devono essere monitorati con dosimetria personale e la loro esposizione deve essere registrata.
- I datori di lavoro devono garantire corsi periodici di aggiornamento in radioprotezione, con una frequenza stabilita in base al livello di rischio dell'attività svolta.
- Devono essere implementati programmi di formazione per la gestione delle emergenze radiologiche.

I corsi di formazione devono includere aspetti teorici e pratici, come:

- Fisica delle radiazioni ionizzanti
- Interazione delle radiazioni con i tessuti biologici
- Normative di radioprotezione e limiti di dose
- Tecniche di ottimizzazione della dose
- Uso dei dispositivi di protezione individuale e collettiva
- Procedure di emergenza per esposizioni accidentali

### 7.1.3 Tecniche di Formazione e Aggiornamento

La formazione può avvenire attraverso diversi metodi:

- Lezioni frontali e corsi ECM → Organizzati da università, ospedali e società scientifiche.
- Formazione online e moduli e-learning → Sempre più diffusi per la flessibilità di accesso.
- Simulazioni pratiche → Fondamentali per preparare il personale alla gestione di situazioni di emergenza.
- Audit interni e revisioni periodiche → Per verificare l'applicazione delle buone pratiche di radioprotezione.

L'aggiornamento continuo è essenziale, soprattutto per i progressi tecnologici che modificano i parametri di esposizione e le metodologie di imaging.

## 7.2. Sensibilizzazione del Personale e dei Pazienti

### 7.2.1 Sensibilizzazione del Personale Sanitario

Oltre alla formazione tecnica, è essenziale promuovere una cultura della sicurezza radiologica.

Monitoraggio dell'Esposizione con Sistemi Digitali

L'implementazione di software di gestione della dose permette agli operatori di visualizzare le esposizioni accumulate e di adottare strategie per ridurle.

Audit e Revisione delle Procedure

La sensibilizzazione può essere rafforzata con controlli periodici sulla corretta applicazione delle norme radioprotezionistiche e sull'uso appropriato delle apparecchiature.

Coinvolgimento Attivo del Team Sanitario

La creazione di gruppi multidisciplinari (radiologi, TSRM, fisici sanitari) facilita la condivisione di informazioni e l'adozione di strategie di miglioramento.

### **7.2.2 Sensibilizzazione dei Pazienti**

Comunicazione Chiara e Trasparente

I pazienti spesso nutrono timori ingiustificati nei confronti delle radiazioni. È fondamentale fornire informazioni comprensibili sui benefici e sui rischi reali degli esami radiologici.

Prima di un esame, il paziente dovrebbe ricevere:

- Una spiegazione sui benefici diagnostici dell'esame radiologico.
- Un confronto tra la dose ricevuta e l'esposizione naturale (esempio: una radiografia toracica equivale a pochi giorni di esposizione alla radiazione di fondo).
- Informazioni sulla sicurezza e sulle misure adottate per minimizzare la dose assorbita.

Materiale Informativo e Campagne di Sensibilizzazione

Gli ospedali e le cliniche dovrebbero distribuire opuscoli, poster e video informativi che illustrano le misure di sicurezza in radiologia.

Ruolo del Consenso Informato

Il consenso informato deve essere parte integrante del processo di sensibilizzazione, fornendo dettagli chiari sulle radiazioni, sulle alternative diagnostiche e sui limiti di dose.

### **Conclusioni**

La formazione continua e la sensibilizzazione sono strumenti essenziali per garantire la sicurezza nell'uso delle radiazioni ionizzanti.

Per il personale sanitario, la formazione permette di ottimizzare i protocolli radiologici, ridurre le dosi e migliorare la qualità diagnostica.

Per i pazienti, una corretta informazione riduce paure infondate e favorisce la fiducia nei professionisti sanitari.

Investire nella radioprotezione significa garantire un uso consapevole e sicuro delle radiazioni ionizzanti, migliorando la qualità dell'assistenza sanitaria e la protezione della salute pubblica.

## ***8. Discussione e Conclusioni***

### **8.1 Riflessioni finali sulla radioprotezione in odontoiatria**

La radioprotezione in odontoiatria rappresenta un argomento di fondamentale importanza, spesso sottovalutato sia dai professionisti del settore che dai pazienti.

L'utilizzo delle radiazioni ionizzanti in ambito odontoiatrico ha rivoluzionato la diagnostica, consentendo di individuare precocemente carie, lesioni periapicali,

anomalie scheletriche e altre patologie dento-maxillo-facciali che, senza un'indagine radiologica, sarebbero difficili da rilevare in una fase iniziale. Tuttavia, come in ogni ambito della medicina in cui si fa uso di radiazioni, è essenziale trovare un equilibrio tra il beneficio clinico e il rischio potenziale associato all'esposizione. L'evoluzione tecnologica ha giocato un ruolo chiave nel miglioramento della sicurezza radiologica. L'introduzione delle apparecchiature digitali ha permesso di ridurre in modo significativo la dose di radiazioni rispetto ai vecchi sistemi analogici, garantendo al contempo immagini di elevata qualità diagnostica. L'uso della tomografia computerizzata cone beam (CBCT) ha ulteriormente ampliato le possibilità diagnostiche, offrendo una visione tridimensionale delle strutture anatomiche, ma ponendo anche nuove sfide in termini di gestione della dose. L'adozione di protocolli ottimizzati per la CBCT, con campi di vista limitati e parametri di esposizione personalizzati per ogni paziente, rappresenta una delle strategie più efficaci per minimizzare l'esposizione senza compromettere la qualità dell'immagine.

Un altro aspetto cruciale della radioprotezione in odontoiatria riguarda la corretta applicazione dei principi fondamentali stabiliti dall'International Commission on Radiological Protection (ICRP), ovvero la giustificazione, l'ottimizzazione e la limitazione della dose. Il principio di giustificazione impone che ogni esame radiografico venga eseguito solo se strettamente necessario per la diagnosi o la pianificazione terapeutica, evitando esposizioni inutili. In questo senso, il ruolo del professionista è determinante: il dentista deve valutare con attenzione la necessità dell'esame radiologico, evitando di prescrivere indagini radiografiche di routine in assenza di un reale bisogno clinico.

L'ottimizzazione, invece, è il pilastro che consente di ottenere immagini diagnostiche con la minima dose possibile. Questo principio si traduce nell'adozione di tecniche avanzate di esposizione, nell'uso di collimatori rettangolari per ridurre l'area irradiata, nell'impiego di filtri in alluminio per eliminare la radiazione a bassa energia e nella regolazione accurata dei parametri tecnici dell'apparecchiatura radiografica. La formazione continua degli operatori gioca un ruolo essenziale in questo processo: un professionista adeguatamente formato è in grado di applicare le tecniche corrette di posizionamento e di esposizione, riducendo al minimo la necessità di ripetere l'esame e abbattendo, di conseguenza, la dose di radiazione assorbita dal paziente.

Anche la protezione del paziente riveste un'importanza centrale nella radioprotezione odontoiatrica. Sebbene le dosi impiegate in radiologia odontoiatrica siano generalmente basse, è fondamentale adottare tutte le misure necessarie per ridurre l'esposizione ai tessuti sensibili, come la tiroide e il cristallino. L'uso del collare tiroideo piombato, raccomandato soprattutto nei pazienti pediatrici e nelle donne in gravidanza, rappresenta una pratica efficace per proteggere la tiroide, una delle ghiandole più radiosensibili del corpo umano. Tuttavia, la protezione non si limita all'uso dei dispositivi schermanti, ma passa anche attraverso un'adeguata comunicazione con il paziente. Informare correttamente il paziente sui rischi e benefici delle radiografie odontoiatriche è essenziale per evitare inutili paure o, al contrario, sottovalutazioni del problema. In molti casi, i pazienti non sono consapevoli del fatto che una radiografia dentale comporta un livello di esposizione molto basso, spesso inferiore alla radiazione naturale cui siamo quotidianamente esposti.

Oltre alla protezione del paziente, è imprescindibile considerare la sicurezza degli operatori sanitari. Il personale che lavora quotidianamente con le radiazioni ionizzanti deve adottare misure di protezione adeguate per ridurre al minimo l'esposizione professionale. Mantenere una distanza di sicurezza dal fascio primario, utilizzare barriere schermanti piombate e monitorare costantemente l'esposizione mediante dosimetri personali sono solo alcune delle strategie chiave per garantire un ambiente di lavoro sicuro. Le normative, come il D.Lgs. 101/2020, impongono limiti rigorosi per l'esposizione del personale sanitario e stabiliscono l'obbligo di formazione periodica per garantire l'aggiornamento continuo sulle migliori pratiche di radioprotezione.

Infine, un aspetto che merita particolare attenzione è l'integrazione della radioprotezione nella cultura professionale. La sicurezza radiologica non deve essere vista come un insieme di regole imposte dalle normative, ma come un principio etico e deontologico che ogni professionista della salute dovrebbe adottare per garantire il massimo livello di sicurezza ai pazienti e a se stesso. L'educazione alla radioprotezione dovrebbe iniziare già durante la formazione universitaria, in modo che i futuri odontoiatri acquisiscano fin da subito la consapevolezza dell'importanza di un utilizzo prudente e responsabile delle radiazioni ionizzanti.

La formazione continua degli operatori rappresenta un pilastro fondamentale per garantire un'applicazione corretta delle normative e delle migliori pratiche radiologiche. La partecipazione a corsi ECM specifici per la radioprotezione, l'aggiornamento sulle nuove tecnologie radiologiche e la conoscenza delle procedure di emergenza in caso di esposizione accidentale sono elementi chiave per garantire un ambiente sicuro sia per i pazienti che per il personale sanitario.

La radioprotezione in odontoiatria non deve essere vista come un semplice adempimento normativo, ma come un valore etico e professionale che ogni operatore deve adottare nella pratica quotidiana. L'integrazione della radioprotezione nella cultura odontoiatrica, la corretta gestione dell'esposizione, l'uso consapevole delle nuove tecnologie e la formazione continua sono gli strumenti che permettono di garantire un approccio diagnostico efficace, sicuro e responsabile. Solo attraverso un impegno costante sarà possibile migliorare ulteriormente la sicurezza radiologica, proteggendo la salute di pazienti e operatori, e promuovendo una pratica odontoiatrica sempre più sicura e avanzata.

In conclusione, la radioprotezione in odontoiatria non è un argomento secondario, ma un elemento essenziale della pratica clinica moderna. La combinazione tra progresso tecnologico, formazione continua, adozione di protocolli ottimizzati e una comunicazione trasparente con il paziente rappresenta la chiave per garantire un uso sicuro ed efficace delle radiazioni ionizzanti. Solo attraverso un impegno costante nella prevenzione e nella sensibilizzazione sarà possibile ridurre ulteriormente i rischi associati alle esposizioni radiologiche e migliorare la qualità dell'assistenza odontoiatrica nel rispetto della salute dei pazienti e degli operatori.

## ***9. Bibliografia e Risorse Utili***

La radioprotezione è un settore fondamentale della medicina e dell'odontoiatria che si occupa della gestione sicura delle radiazioni ionizzanti per ridurre i rischi sia per i pazienti sia per gli operatori sanitari. Grazie alla continua evoluzione normativa e tecnologica, la conoscenza dei principi della radioprotezione è oggi più che mai indispensabile per garantire un uso consapevole e responsabile delle radiazioni in ambito diagnostico e terapeutico.

Per approfondire la radioprotezione, esistono diverse fonti affidabili, tra cui libri di testo, articoli scientifici, normative ufficiali e risorse online fornite da enti governativi e istituzioni internazionali. In questo elaborato, vengono presentate due categorie principali di risorse:

1. **Libri e articoli scientifici di riferimento**, fondamentali per lo studio approfondito della materia.
2. **Siti web e risorse online**, utili per aggiornamenti normativi, linee guida e corsi di formazione.

### **9.1. Libri e Articoli di Riferimento**

#### **9.1.1 Libri di Testo sulla Radioprotezione**

Per chi desidera approfondire la radioprotezione in ambito medico e odontoiatrico, esistono numerosi testi che trattano i principi fisici delle radiazioni ionizzanti, gli effetti biologici, le normative di sicurezza e le tecniche di ottimizzazione della dose.

Principali libri di riferimento

1. "Radiation Protection in Medical Radiography" – Mary Alice Statkiewicz Sherer, Paula J. Visconti, E. Russell Ritenour
  - Questo libro è uno dei testi più utilizzati nei corsi di radioprotezione in ambito medico. Fornisce un'analisi dettagliata dei principi fisici delle radiazioni, delle dosi assorbite, degli effetti biologici e delle tecniche di riduzione dell'esposizione.
2. "Radiation Protection in Dentistry" – International Atomic Energy Agency (IAEA)
  - Pubblicazione dell'IAEA specifica per l'odontoiatria, con linee guida dettagliate su come applicare i principi della radioprotezione nelle pratiche odontoiatriche quotidiane.
3. "Medical Radiological Physics" – W. R. Hendee & E. Russell Ritenour
  - Approfondisce la fisica delle radiazioni, il loro impiego in diagnostica e le strategie per minimizzare l'esposizione.

4. "Principles of Radiological Health and Safety" – James E. Martin
  - Tratta le basi della radioprotezione, inclusi i limiti di dose, il monitoraggio dell'esposizione e le tecniche di riduzione della radiazione nei diversi ambienti sanitari.
5. "Fundamentals of Radiation Safety and Protection" – Joseph John Bevelacqua
  - Manuale completo che copre gli aspetti teorici e pratici della sicurezza nelle applicazioni radiologiche, inclusi protocolli di emergenza e gestione delle esposizioni accidentali.

### 9.1.2 Articoli Scientifici e Pubblicazioni Accademiche

Oltre ai libri di testo, gli articoli scientifici rappresentano una fonte essenziale per rimanere aggiornati sugli sviluppi più recenti in radioprotezione. Di seguito, alcuni articoli chiave:

- "Dose Reduction Strategies in Dental Radiology" – European Journal of Radiology (2020)
  - Analizza le tecniche di riduzione della dose nelle radiografie odontoiatriche, con particolare attenzione all'uso della CBCT e delle radiografie digitali.
- "ALARA in Dental Radiology: How Low Can We Go?" – British Journal of Radiology (2018)
  - Discute l'applicazione del principio ALARA e le strategie per ridurre al minimo l'esposizione in odontoiatria.
- "Optimization of Radiation Exposure in Digital Radiography" – Journal of Applied Clinical Medical Physics (2019)
  - Approfondisce l'uso delle tecnologie digitali per la minimizzazione della dose di radiazioni ionizzanti.
- "Radiation Protection of Staff and Patients in Medical Imaging" – Radiological Protection Bulletin (2021)
  - Esamina le principali normative europee e internazionali e fornisce suggerimenti pratici per migliorare la sicurezza nelle strutture sanitarie.

Questi articoli sono disponibili su banche dati scientifiche come **PubMed, ScienceDirect e Google Scholar**.

## 9.2 Siti Web e Risorse Online

La radioprotezione è un settore in continua evoluzione, e per questo motivo è fondamentale avere accesso a fonti aggiornate. Diversi enti e istituzioni offrono risorse gratuite, linee guida, corsi di formazione e materiali di approfondimento.

### 9.2.1 Siti Web Istituzionali e Normativi

- International Commission on Radiological Protection (ICRP) – [www.icrp.org](http://www.icrp.org)
  - L'ICRP è l'organismo di riferimento mondiale per la radioprotezione. Fornisce raccomandazioni sulle dosi limite, sugli effetti delle radiazioni ionizzanti e sulle strategie di protezione per pazienti e operatori.
- International Atomic Energy Agency (IAEA) – [www.iaea.org](http://www.iaea.org)
  - L'IAEA pubblica linee guida internazionali sulla sicurezza radiologica, compresi protocolli per la radioprotezione in medicina e odontoiatria.
- European Radiation Protection Authorities (HERCA) – [www.herca.org](http://www.herca.org)
  - HERCA coordina le attività degli enti regolatori europei e pubblica aggiornamenti sulle normative Euratom e sui limiti di dose per il personale esposto.
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) – [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)
  - In Italia, ISPRA è l'ente che regola la sicurezza radiologica, fornisce linee guida aggiornate e supervisiona l'applicazione del D.Lgs. 101/2020.

### 9.2.2 Corsi di Formazione Online e Webinar

Per il personale sanitario, è essenziale frequentare corsi di formazione continua. Molti enti offrono corsi ECM (Educazione Continua in Medicina) online, alcuni gratuiti e altri a pagamento.

- Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA) – Radiation Protection of Patients (RPOP)
  - Corsi gratuiti su radioprotezione per medici, odontoiatri e tecnici di radiologia.
- Società Italiana di Radioprotezione Medica (SIRM) – [www.sirm.org](http://www.sirm.org)
  - Offre corsi ECM in radioprotezione per medici radiologi e odontoiatri.
- Health Physics Society – [www.hps.org](http://www.hps.org)
  - Webinar e materiali formativi sulla sicurezza delle radiazioni ionizzanti.
- Radiation Safety Institute of Canada – [www.radiationsafety.ca](http://www.radiationsafety.ca)
  - Corsi online di formazione sulla sicurezza radiologica in ambito medico.

### Fonti Ministeriali

Ministero della Salute: Linee guida nazionali per la diagnostica radiologica odontoiatrica in età evolutiva (novembre 2017)

[https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_2690\\_allegato.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2690_allegato.pdf)

Raccomandazioni per l'impiego corretto delle apparecchiature TC volumetriche «Cone beam» (10A06042) ([GU Serie Generale n.124 del 29-05-2010](#))

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/05/29/10A06042/sg>

GAZZETTA UFFICIALE N. 261 DEL 9 NOVEMBRE **2015**: «LINEE GUIDA PER LE PROCEDURE INERENTI LE PRATICHE RADIOLOGICHE CLINICAMENTE SPERIMENTATE (ARTICOLO 6, DECRETO LEGISLATIVO N. 187/2000)»

DECRETO LEGISLATIVO 31 LUGLIO 2020, N. 101. ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2013/59/EURATOM, CHE STABILISCE NORME FONDAMENTALI DI SICUREZZA RELATIVE ALLA PROTEZIONE CONTRO I PERICOLI DERIVANTI DALL'ESPOSIZIONE ALLE RADIAZIONI IONIZZANTI, E CHE ABROGA LE DIRETTIVE 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM E 2003/122/EURATOM E RIORDINO DELLA NORMATIVA DI SETTORE IN ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 20, COMMA 1, LETTERA A), DELLA LEGGE 4 OTTOBRE 2019, N. 117.

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/08/12/20G00121/sg>

DOCUMENTO INTERSOCIETARIO AIFM-AIMN-AINR-AIRB-AIRO-SIRM : D.LGS.101/20: NOVITÀ E CONFERME IN RIFERIMENTO ALLE ESPOSIZIONI MEDICHE. 2020, SIRM EDITORE. ISBN: 979-12-80086-41-9 ISBN (E-BOOK): 979-12-80086-35-8

Nome Cognome	Professione	Disciplina	Ente di appartenenza/libera professione	Descrizione attività professionale/formativa
Villani Fedirico alcide	Odontoiatra	Odontoiatra	Libero professionista	Laureato all'università di Valencia e specializzato in Endodonzia Clinica Università di Bologna Alma Mater. Lavora a Milano all'istituto stomatologico Italiano
DINO RE Responsabile Scientifico	Professore Associato	Odontoiatria protesica	Università degli Studi di Milano	<p>Laureato in Medicina e Chirurgia presso l'Università degli Studi di Milano nel 1984, si è specializzato nello stesso Ateneo in Odontostomatologia nel 1987 e in Ortognatodonzia nel 1991. Professore Associato Dipartimento di Scienze Biomediche, Chirurgiche ed Odontoiatriche, Università degli studi di Milano. E' titolare dell'insegnamento di protesi dentaria, polo centrale, per il corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria dell'Università degli studi di Milano, E' autore di oltre 200 pubblicazioni scientifiche e relatore a numerosi corsi e congressi in campo nazionale e internazionale. La sua attività di ricerca riguarda prevalentemente l'odontoiatria restauratrice e la protesi.</p> <p>Dal Novembre 2011 è direttore del reparto Universitario di Estetica dell'Istituto Stomatologico Italiano. Da Giugno 2024 è Consulente per Quintessenza Edizioni</p>
BENETTI CESARE	medico l.p.	radiologia e med del lavoro	l.p. già resp rep radiologia istituto stomat italiano	<p><u>laurea in medicina 1974</u>, spec in radiologia 1977 Spec med del lavoro 1981 medico autorizzato per la radioprotezione 1980 Autore di numerose pubblicazioni inerenti la radiologia odonto-maxillo-facciale su riviste di radiologia, chirurgia maxillo facciale e odontostomatologia. Tutore al corso di specializzazione in Chirurgia Maxillo facciale presso l'ISI negli anni accademici 92-93 e 93-94, docente per la scuola di specializzazione in Odontostomatologia nell'anno 93-94, relatore in radiologia odonto-stomatologica presso l'ANDI di Varese e di Sanremo, nonché presso l'unità operativa di Odontostomatologia dell'Ospedale di Legnano</p>