

Relazione

## Tomografia volumetrica digitale

Minima dose di esposizione, massima sicurezza

**I moderni sistemi di imaging medicale, come la Tomografia volumetrica digitale (DVT), rappresentano anche in ambito odontoiatrico la base per un trattamento di successo. Per uno studio medico, la decisione se acquistare o no un apparecchio per la DVT è, spesso, una questione di costi, spazi necessari e complessità di uso. Nelle applicazioni odontoiatriche i fattori principali sono invece il Field of View (FOV) e la dose di esposizione. La riduzione della dose di esposizione è, oltre le misure di protezione dalle radiazioni, uno dei principali obiettivi della moderna diagnostica per immagini. La dose di esposizione somministrata a un paziente in seguito a esami medici o odontoiatrici rappresenta, infatti, la percentuale principale di esposizione a una sorgente artificiale di radiazioni. Uno degli obiettivi di riduzione della dose è quello che prevede di realizzare un FOV più piccolo possibile ma allo stesso tempo di dimensioni adeguate per ottenere il massimo nei risultati diagnostici e nella protezione dalle radiazioni.**

Gli attuali apparecchi radiologici sono indissolubilmente legati a un nome: Wilhelm Conrad Röntgen. I raggi che hanno preso il suo nome hanno reso possibile quello che prima si credeva impossibile: rendere visibile senza interventi chirurgici l'interno di un corpo. La scoperta dei raggi x ha rappresentato una vera e propria rivoluzione in ambito diagnostico. In seguito furono realizzati sistemi basati sull'impiego delle pellicole, sistemi di intensificazione di brillanza e mezzi di contrasto, grazie ai quali è possibile oggi rappresentare persino vasi sanguigni piccolissimi. La tomografia computerizzata (TC) ha conseguito successivamente la rappresentazione tridimensionale di strutture anatomiche senza perdita di una dimensione. La tomografia volumetrica digitale [1], scoperta relativamente di recente, che, rispetto alla TC richiede una dose ridotta di radiazioni, sta

conquistando sempre più campi di applicazione in ambito odontoiatrico. In seguito alla scoperta dei raggi X si venne però anche a conoscenza degli effetti dannosi ad essi connessi. Fino ad oggi, per questo motivo si devono sempre considerare, oltre i vantaggi dell'esame, anche il rischio dovuto alle radiazioni.

### **DVT – anche per essa è necessaria un'indicazione medica**

Come per l'esame radiologico, anche per la DVT si applica il principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), vale a dire il livello più basso ragionevolmente ottenibile. L'applicazione ha luogo sempre con la minor dose possibile, per poter dare risultati significativi in base all'indicazione per lo specifico esame. L'Ordinanza sui raggi X (RöV), che vige in Germania, prevede per l'esecuzione degli esami tre principi radiologici: giustificazione (§ 2a), limitazione della dose (§ 2b) e evitare un'esposizione inutile del paziente e riduzione della dose (§ 2c). L'indicazione che giustifica l'esame viene descritta al § 23, Sezione 1, e prevede "la constatazione che i vantaggi per la salute del paziente prevalgano sul rischio comportato dalle radiazioni" [2]. In generale si deve tenere inoltre conto del fatto che il rischio di danni conseguenti alla somministrazione di raggi ionizzanti (come i raggi X) è molto più elevato nei confronti di bambini e giovani [3]. Per questi gruppi di pazienti, e inoltre anche per le donne in gravidanza, è necessario pertanto una valutazione molto accurata dei vantaggi e dei rischi connessi. Per gli odontoiatri che praticano la loro attività in studi vigono, per quanto riguarda l'uso ragionevole dei sistemi di imaging medicale, le raccomandazioni date dall'organismo internazionale ICRP (International Commission on Radiological Protection). In Germania esiste attualmente la linea guida della Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), [Società Tedesca di Odontoiatria, Ortodonzia e Gnatologia] che concretizza la gamma di indicazioni raccomandata [4].

### **Dose effettiva come valore di riferimento**

Per una comparazione tra le diverse esposizioni alle radiazioni è stato introdotto il concetto di "dose effettiva" che tiene conto della diversa sensibilità di organi e tessuti nei confronti dell'incidenza di tumori o difetti genetici connessi all'esposizione (unità: Sievert, Sv). Generalmente ogni persona è esposta a una

certa dose di radiazioni provenienti da fonti naturali come la terra (radiazione terrestre) o dal cosmo (radiazione cosmica). Il livello di radiazioni da fonti di esposizione naturale aumenta con l'altitudine. Secondo quanto indicato dall'Università di Zurigo a una quota di 11.000 m sopra il livello del mare è pari a 0,012 mSv. Se si vola per dieci ore a questa quota, la dose di radiazione è pari a 0,12 mSv [5]. Ciò corrisponde, da quanto si può desumere dai numeri pubblicati dal Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) [Ufficio Federale per la Protezione dalle radiazioni], a circa un esame radiologico della colonna vertebrale o a circa dieci radiografie dentali [6]. Le radiazioni da fonti naturali è pari, secondo i dati desunti dal BfS, in media, a circa 2,1 mSv/anno, la quantità di radiazioni da sorgenti artificiali a circa 1,8 mSv. Le radiazioni da sorgenti artificiali provengono in gran parte da esami diagnostici e trattamenti medicali. Gli esami diagnostici in ambito odontoiatrico e gnatologico rappresentano il 37% di questa dose, ma se si considera la dose di esposizione effettiva totale essa si riduce a solo 0,2% [7]. La dose di esposizione di gran lunga maggiore è pertanto quella proveniente da applicazioni medicali. Per questo motivo è necessario prestare la massima attenzione alla protezione da radiazioni e alla riduzione al minimo della dose di esposizione. Questo vale naturalmente anche in ambito odontoiatrico.

### **La protezione dalle radiazioni ha la priorità assoluta**

Mentre il personale che esegue l'esame può proteggersi con occhiali con vetro al piombo, protezione per la ghiandola tiroidea, grembiuli e coperte di piombo, il paziente è soggetto alle radiazioni non solo nelle regioni oggetto dell'esame ma anche nelle restanti parti del corpo. Dotare il paziente di un grembiule di piombo e di una protezione delle gonadi non è solo un obbligo assoluto, ma deve essere anche realizzato in modo adeguato. Si dovrà spiegare al paziente la necessità e i vantaggi offerti dall'esame DVT previsto, ma anche i rischi connessi. Può essere vantaggioso far presente al paziente che l'esposizione alle radiazioni viene limitata al minimo possibile, ma anche l'affidabilità della DVT. Per i pazienti esiste la possibilità di avere un tesserino sugli esami radiografici effettuati. Si tratta di una misura volontaria che viene però vivamente raccomandata (gli studi e le cliniche odontoiatriche sono tenuti per legge, in base alla § 28 RöV, a tenere e offrire tali tesserini). I vantaggi non richiedono spiegazioni. Grazie a ciò l'operatore può inoltre evitare esami radiografici inutili.

## **Funzioni che riducono al minimo la dose di esposizione**

Anche i produttori di apparecchiature radiologiche si sforzano continuamente di ridurre la dose somministrata con la DVT e mettono a disposizione diverse funzioni per la riduzione delle radiazioni. Essendo il sistema DVT relativamente recente non si ha a disposizione un gran numero di dati con elevato grado di evidenza. Sembra comunque accertato che la dose di esposizione dipenda dal tipo di apparecchio, dai parametri tecnici (ad esempio la tensione massima di un tubo radiogeno, la corrente massima del tubo) e dal FOV selezionato. Tanto più grande è il FOV, tanto meglio può l'utilizzatore delimitare il campo d'indagine e minimizzare la dose di esposizione. I moderni sistemi dispongono pertanto di una vasta scelta di FOV (ad esempio 3D Accuitomo 170, Morita). Con 3D Accuitomo 170, ad esempio, l'operatore dispone di nove diversi volumi di scansione che vanno da un diametro di 40 x 40 mm a un diametro di 80 x 80 mm per finire a un diametro di 170 x 120 mm. Un confronto di valori, sulla base di misurazioni effettuate dal produttore Morita con il valore CTDI<sub>w</sub> per scansioni della regione della testa e del collo, mostra inoltre che la dose di radiazioni per una scansione di 18 secondi nella modalità standard è pari a meno di 1/7 del corrispondente valore dell'immagine di una normale scansione TC. [8] Nella cosiddetta modalità ad alta velocità, l'operatore è in grado di realizzare un'immagine a 360° in soli 10,5 secondi riducendo ulteriormente la dose di esposizione e gli artefatti da movimento.

Un ulteriore approccio è l'adattamento del FOV alla Region of Interest, ad esempio sotto forma di un innovativo "triangolo Reuleaux", per aumentare la corrispondenza alla naturale arcata mandibolare (FOV R100, la „R“ è l'abbreviazione di Triangolo „Reuleaux“). Questo campo di vista di cui è dotato il sistema combinato Veraviewepocs 3D R100 (per imaging panoramico, cefalometrico e 3D, Morita) mantiene basso il volume irradiato e la dose di esposizione somministrata (fig. 1). In numeri, il campo di vista del R100 nella regione molare corrisponde a un diametro di 100 x 80 mm, ma con una dose di esposizione corrispondente al diametro Ø 80 x 80 mm. Per ridurre al minimo la dose di esposizione, il sistema dispone inoltre di un Panoramascout che calcola la sezione necessaria per l'immagine DVT prima dell'esame e di un programma di riduzione della dose di esposizione che riduce la dose effettiva anche del 40% rispetto al programma

standard. Grazie alla rotazione del braccio di 180°, il paziente viene sottoposto alle radiazioni per un periodo di tempo relativamente breve di 9,4 secondi. La dose effettiva è pari a solo 1/8 della dose di esposizione di normali apparecchi ortopantomografici che utilizzano il film come supporto [9] e il valore CTDI<sub>w</sub> a solo un 1/5 rispetto a quello di normali apparecchiature TC [10] (i valori si basano su misurazioni effettuate dal produttore). Indipendentemente dal modello, è necessario per l'applicazione mettere in atto tutte le misure di garanzia qualità comprendenti sia la tecnologia sia la procedura. L'apparecchio radiografico dovrebbe inoltre essere sempre in uno stato ineccepibile dal punto di vista tecnico. Si consiglia di mettere in atto ulteriori misure di riduzione della dose di esposizione solo se la qualità dell'immagine necessaria per rispondere al quesito diagnostico non ne viene pregiudicata.

## Conclusione

Il sistema DVT si è oggi affermato come ampliamento dei sistemi radiologici in ambito odontoiatrico. Specialmente in quei casi "per i quali è particolarmente necessario ridurre al minimo la dose di esposizione, accettando il cambiamento, insito nel sistema, dei parametri operativi, ad esso connesso, si dovrà preferire la DVT" [4]. Oggi come in passato, il mantenimento al minimo e l'ulteriore riduzione dell'esposizione alle radiazioni rimane la massima priorità di tutti i soggetti coinvolti. Nonostante il rischio insito nell'esposizione alle radiazioni, il vantaggio offerto dalla DVT per un'ampia gamma di indicazioni odontoiatriche è innegabile. Questo vantaggio si estende sempre di più a ulteriori campi di applicazione.

## Bibliografia

[1] European Commission. Radiation Protection no 172: Cone beam ct for dental and Maxillofacial radiology. Evidence based guidelines: Evidence based guidelines. A report prepared by the sedentext project (2012)

[2] Röntgenverordnung (RöV) [Ordinanza sui raggi X]. Rifusione del 30 aprile 2003, per ultimo modificata il 4 ottobre 2011, § 23, pagina 14. Consultato il 12.11.2014, disponibile all'indirizzo: [http://www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/1A\\_Atomrecht/1A\\_14\\_RoeV\\_1011.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/1A_Atomrecht/1A_14_RoeV_1011.pdf)

[3] Horner K, Rusthon V, Walker A, Tsiklakis K, Hirschmann PN, van der Stelt, PF et al. European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice: European Commission (2004)

[4] Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) [Società Tedesca di Odontoiatria, Ortodonzia e Gnatologia]. S2k-Leitlinie - Dentale digitale Volumetomographie. Versione n. 9 del 5 agosto 2013. Consultato il 12.11.2014, disponibile all'indirizzo:

[http://www.dgzmk.de/uploads/tx\\_szdgzmkdocuments/083-005l\\_S2k\\_Dentale\\_Volumentomographie\\_2013-10.pdf](http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/083-005l_S2k_Dentale_Volumentomographie_2013-10.pdf)

[5] Universitätsspital Zürich [Ospedale dell'Università di Zurigo]. Strahlendosen verschiedener Röntgenuntersuchungen. Consultato il 12.11.2014, disponibile all'indirizzo:  
<http://www.radiologie.usz.ch/patientenundbesucher/sicherheitstrahlenschutz/roentgendiagnostik/seiten/strahlendosen.aspx>

[6] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) [Ufficio Federale per la Protezione dalle radiazioni]. Röntgend: Nutzen und Risiko. Settembre 2013. Consultato il 12.11.2014, disponibile all'indirizzo:  
[http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende\\_strahlung/medizin/BRO\\_Roentgen\\_Nutzen\\_und\\_Risiko.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende_strahlung/medizin/BRO_Roentgen_Nutzen_und_Risiko.pdf)

[7] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) [Ufficio Federale per la Protezione dalle radiazioni]. Röntgendiagnostik – schädlich oder nützlich? Luglio 2013. Consultato il 12.11.2014, disponibile all'indirizzo:  
[http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende\\_strahlung/medizin/STTH\\_Roentgen.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende_strahlung/medizin/STTH_Roentgen.pdf)

[8] Comparazione del valore CTDI<sub>w</sub> ai sensi di IEC 60601-2-44 con i parametri di scansione consigliati da Morita e il valore di riferimento diagnostico CTDI<sub>w</sub> per faccia, seno mascellare e seni paranasali indicati nell'Appendice della pubblicazione ICRP 87.  
[http://www.morita.com/anz/root/img/pool/products/ent/diagnostic\\_and\\_imaging\\_equipment/3d\\_accuitomo\\_170/3DAccuitomo\\_SCS\\_klein.pdf](http://www.morita.com/anz/root/img/pool/products/ent/diagnostic_and_imaging_equipment/3d_accuitomo_170/3DAccuitomo_SCS_klein.pdf)

[9] La dose effettiva è stata calcolata sulla base di ICRP 2007 per scansioni della regione molare con i valori consigliati da Morita (80 kV, 3 mA, 9,4 sec., ø40 x H 40 mm), per il confronto è stato utilizzato il film Veraviewepocs (75 kV, 8 mA, 16 sec.) [http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d\\_de.pdf](http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d_de.pdf)

[10] Il calcolo del valore CTDI<sub>w</sub> è stato effettuato secondo IEC 60601-2-44 con i valori consigliati da Morita. Si è usato per il confronto il valore CTDI<sub>w</sub> per il seno maxillofaciale e paranasale indicato nella pubblicazione ICRP 87, Appendice A (immagine per ø 40 x H 40 mm). [http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d\\_de.pdf](http://www.jmoritaeurope.de/3d-imaging/img/veraviewepocs3d_de.pdf)

## Figure



Fig. 1: corrisponde alla forma naturale dell'arcata mandibolare per la riduzione al minimo della dose di esposizione: FOV R100 (Morita)