

Il Sole **24 ORE**

# Sanità

MAGGIO 2011

I QUADERNI DI MEDICINA



KaVo. Dental Excellence.



## Immagini dal futuro.

La Radiologia 3D  
in Odontoiatria.



Supplemento al numero odierno de "Il Sole-24 Ore-Sanità" - Poste Italiane Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 conv. L. 46/2004, art. 1, c. 1, DCB Roma

**SOMMARIO**

■ <b>Presentazione</b>	<i>di Roberto Barbieri</i>	<b>5</b>
■ <b>Si chiama «Tc cone beam» l'ultima evoluzione in odontoiatria della tomografia computerizzata</b>	<i>di Sandro De Nardi</i>	<b>7</b>
■ <b>Con l'avvento della «Cbct» la radiologia hi-tech entra nello studio e manda in soffitta le vecchie tecnologie</b>	<i>di Achille Perillo</i>	<b>9</b>
■ <b>Tc volumetrica cone beam: prove di bilancio clinico ed economico-gestionale a 30 mesi dall'installazione</b>	<i>di Mario R. Cappellin</i>	<b>12</b>
■ <b>Così la tomografia computerizzata a fascio conico fotografa il sorriso del paziente e tutela la salute</b>	<i>di Mauro Badino e Vincenzo Bruno</i>	<b>15</b>
■ <b>I progressi delle tecniche diagnostiche per immagini 3D aprono una nuova era nella radiologia odontoiatrica</b>	<i>di Michele M. Figliuzzi</i>	<b>17</b>
■ <b>Diagnosi e pianificazione del trattamento ortodontico: la tomografia 2 e 3D come guida per scegliere la terapia</b>	<i>di Giampietro Farronato</i>	<b>20</b>
■ <b>Dall'odontoiatria fino all'ortodonzia: così gli esami diventano in 3D con la tomografia a fascio conico</b>	<i>di Alessandra Grandi</i>	<b>23</b>
■ <b>Chirurgia maxillo-facciale, impianti e odontoiatria: le nuove frontiere dell'imaging nella scelta delle cure</b>	<i>di Giorgio Pedretti</i>	<b>25</b>

QUADERNI  
**Sanità**

direttore responsabile  
ELIA ZAMBONI  
coordinatore editoriale  
Roberto Turno

Allegato al n. 20  
del 24-30 maggio 2011  
reg. Trib. Milano n. 679 del 7/10/98



## Presentazione

di **Roberto Barbieri** \*

**N**el corso degli ultimi anni il settore odontoiatrico è stato testimone dell'introduzione di apparecchiature sempre più sofisticate e performanti. Tutte le specialità odontoiatriche hanno potuto avvalersi di nuove tecnologie sempre più avanzate e dalle prestazioni, sino a pochi anni fa, inimmaginabili. È sufficiente ripercorrere le novità presentate al recente salone Ids di Colonia nei settori quali la microscopia, Cad/Cam, radiologia odontoiatrica, per toccare con mano la qualità e la quantità delle soluzioni ora disponibili.

In questo contesto il gruppo di aziende che fanno capo alla multinazionale Danaher hanno senza dubbio rivestito un ruolo di primissima importanza confermando un impegno preciso assunto da tempo, cioè fornire alla comunità dentale soluzioni all'avanguardia e di grande qualità. Marchi come KaVo, Gendex, Instrumentarium e DEXIS, per citarne alcuni, hanno presentato molte novità di altissimo livello tecnologico: un valido e talvolta indispensabile compendio all'attività del professionista odontoiatrico.

In considerazione dell'importante diffusione della tecnologia cone beam nel settore odontoiatrico avvenuta nel corso degli ultimi tre anni, ci siamo spesso interrogati sui motivi del suo successo.

Noi crediamo che la tecnologia Cbct convince perché è una tecnologia sicura.

Poter valutare correttamente la zona anatomica d'interesse si traduce sempre in un indubbio beneficio per il paziente e per il professionista odontoiatrico. Nella pianificazione implantoprotesica e in tutti i casi

dove l'intervento chirurgico è da eseguirsi in prossimità di strutture anatomiche particolarmente sensibili, una corretta diagnosi diviene un requisito irrinunciabile per la riuscita del trattamento e per la sicurezza del paziente. Inoltre, con dosi di radiazioni assorbite molto basse, paragonabili a sistemi diagnostici tradizionali di minor precisione, si possono ottenere immagini perfette da un punto di vista clinico. Per disporre di una diagnosi certa, affidabile e riproducibile oggi non è più necessario compromettere la sicurezza del paziente.

La sicurezza è importante ma non è il solo motivo. Pensiamo anche che la tecnologia Cbct piace perché è una tecnologia innovativa.

La tecnologia Cbct ha potenzialità enormi che vanno dalla diagnosi all'integrazione con le applicazioni più innovative in campo odontoiatrico. Lo sviluppo di specifici software dedicati consente di abbinare informazioni radiologiche volumetriche alla tecnologia Cad/Cam per la pianificazione e realizzazione di protesi con un elevato livello di accuratezza e precisione in tempi di esecuzione che soltanto qualche anno fa non erano nemmeno concepibili.

Abbiamo ritenuto utile raccogliere le testimonianze di alcuni clinici che già da tempo hanno introdotto in diversi settori della pratica odontoiatrica questa tecnologia e portare così un contributo informativo a tutti i professionisti odontoiatrici e a chi, come noi, è un loro paziente.

Invito i lettori a cercare nei contenuti di questa raccolta altre ragioni che motivano questo successo. ●

\* Amministratore Delegato, KaVo Italia



# Si chiama «Tc cone beam» l'ultima evoluzione in odontoiatria della tomografia computerizzata

di Sandro De Nardi \*

**N**ella pratica medica la tomografia computerizzata (Tc) è comparsa negli anni Settanta ed è stata per la scienza medica una rivoluzione paragonabile alla scoperta dei raggi X, tanto che il suo inventore, Sir Godfrey Hounsfield, fu insignito del premio Nobel per la medicina. Il principio matematico su cui si basa la Tc asserisce che un'immagine tridimensionale può essere calcolata da un infinito numero di immagini a due dimensioni.

La prima Tc comparsa sul mercato si chiamava Emi scanner, è stata prodotta dalla Emi la casa discografica dei primi dischi dei Beatles, ed è stata progettata per produrre sezioni assiali dell'encefalo. Da questa metodica fu coniato il nome di tomografia assiale computerizzata (Tc). Poco dopo arrivarono le apparecchiature capaci di fornire immagini di tutto il corpo del paziente (total body).

Negli anni Ottanta sono stati elaborati particolari software capaci di ricostruire immagini su piani frontali e laterali a partire da scansioni assiali, tra questi quello più largamente utilizzato nell'ambito dell'odontoiatria è il Dentascan.

Negli anni Novanta è stata introdotta la Tc spirale a singolo strato la quale costituisce un ulteriore avanzamento tecnologico.

I vantaggi di queste nuove apparecchiature furono particolarmente apprezzati nella Tc angiografica, dove è fondamentale poter indagare un ampio volume in un tempo breve.

*Con la diagnosi radiologica in 3D la rappresentazione è più esaustiva, inoltre si impiega una dose di radiazioni comparabile con l'esecuzione di radiografie proiettive*

I software applicativi per programmi di interesse odontostomatologico (Dentascan) possono essere utilizzati anche con gli scanner spirali. L'introduzione di apparecchiature capaci di acquisire contemporaneamente più strati portò ulteriori progressi nella potenzialità di copertura volumetrica in un tempo sempre più limitato. Nel 1993 comparvero gli scanner a 2 strati e nel 1998 quelli a 4 strati.

Uno scanner a 4 strati è in grado di esplorare un determinato volume in un tempo 8 volte inferiore di uno scanner monostrato. Questa maggior velocità di copertura volumetrica permette una maggior definizione delle immagini. Attualmente possiamo disporre di scanner multistrato fino a 128 strati di rilevazione. La miglior definizione di queste ultime apparecchiature è naturalmente vantaggiosa anche per le applicazioni odontoiatriche.

Le indagini diagnostiche più frequentemente richieste nella diagnosi clinica in Odontostomatologia sono l'ortopantomografia delle arcate dentali, la teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale, postero-anteriore e submento-vertice.

Queste radiografie sono immagini proiettive e forniscono una rappresentazione bidimensionale di strutture tridimensionali del cranio, offrendo per ogni proiezione soltanto la valutazione di due dimensioni (2D). L'esecuzione di Rx proiettive comporta una serie di problematiche tra cui la sovrapposizione delle strutture anatomiche e la rappresentazione non corretta nella forma e dimensione delle eventuali patologie presenti. Questo rappresenta un limite e non permette di valutare il caso clinico in modo reale e puntuale nello stesso istante, al fine di effettuare una diagnosi corretta.

Recentemente sono state introdotte sul mercato alcune Tc volumetriche dedicate all'odontoiatria denominate "Tc cone beam" che si avvalgono dell'uso di un fascio conico di raggi X.

Nell'ambito dell'odontoiatria si sta assistendo al passaggio graduale ma costante dall'utilizzo delle radiografie proiettive (ortopantomografia, teleradiografie) alla Tc cone beam.

I vantaggi di una diagnosi radiologica 3D si possono individuare nella rappresentazione reale del distretto anatomico analizzato con una conseguente diagnosi esaustiva, tutto ciò impiegando una dose di radiazioni X comparabile con l'esecuzione di radiografie proiettive.

\* Medico-chirurgo, odontoiatra, fisico

La Tc cone beam è una tomografia assiale computerizzata a basso dosaggio. Questo permette di limitare notevolmente la probabilità stocastica del detrimento biologico del paziente, cioè quella probabilità, difficilmente determinabile, di produrre un danno all'organismo pur rimanendo al di sotto dei valori soglia di irradiazione. Il nostro organismo è dotato di meccanismi di difesa verso le radiazioni ionizzanti, ed è in grado di adattarsi e riparare efficacemente l'effetto che queste possono produrre su molecole sensibili come il Dna. Questi meccanismi si sono sviluppati perché siamo esposti in maniera naturale e continua alle radiazioni ionizzanti provenienti dal cosmo e dalla terra. Tuttavia è bene non abusare e sottoporre a inutili sollecitazioni queste difese: quando è necessario ricorrere a un esame radiologico, la tecnologia che consente una minima esposizione, assicurando un'immagine di alta qualità per la diagnosi, è la scelta da preferire.

La qualità d'immagine delle Tc cone beam risulta favorevole rispetto alla Tc multislice in quanto gode del minimo rumore d'immagine e del massimo Snr (rapporto segnale/rumore). La dose efficace di un esame radiologico effettuato con la Tc cone beam "I-Cat" mediante un'esposizione di raggi X di 10 secondi risulta di poco superiore alla dose fornita dalla tradizionale ortopantomografia (Opt), come riportato in letteratura.

La dose efficace irradiata al paziente di un esame con Tc cone beam "I-Cat" è molto inferiore alla dose efficace di un esame con Tc multislice; in particolare, la dose efficace della Tc cone beam "I-Cat" risulta essere 20 volte minore della dose della Tc multislice Toshiba 64 slice.

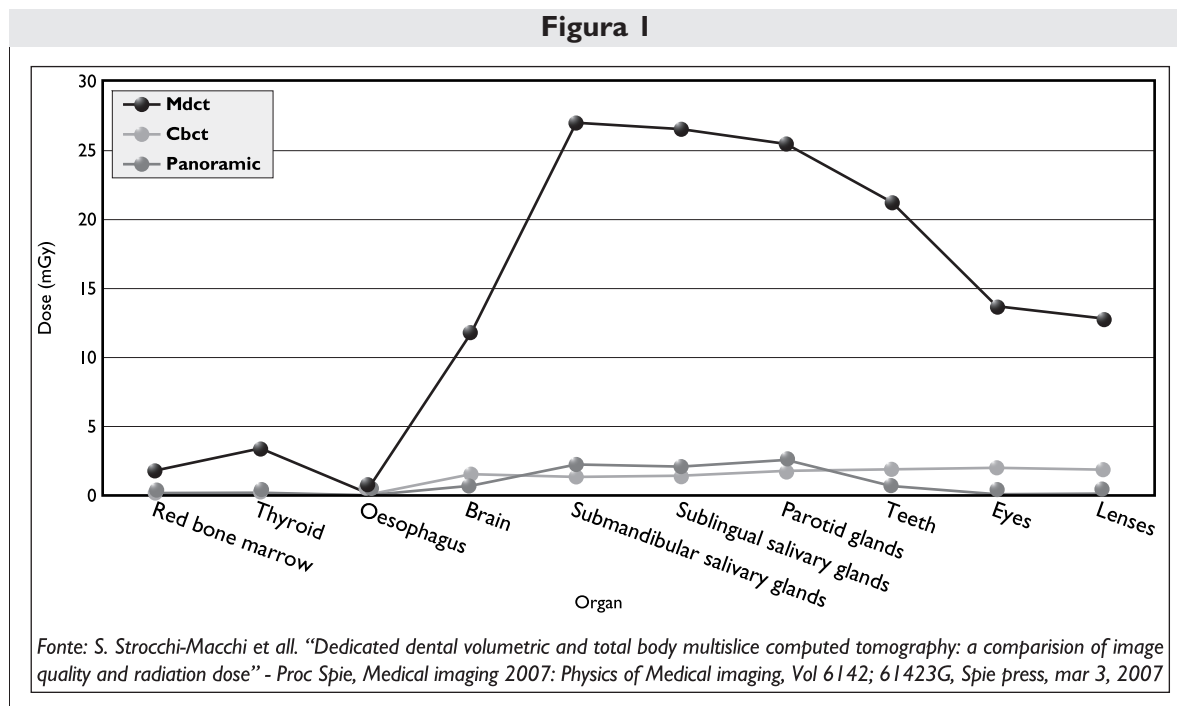
La distribuzione della dose ai vari organi di un esame con Tc cone beam rispetto alla Tc multislice è differente; la dose assorbita in organi come la tiroide e le ghiandole salivari è da 20 a 40 volte inferiore della dose assorbita con Tc multislice (figura 1).

La Tc a basso dosaggio (cone beam) impiegata prevalentemente nell'ambito dell'implantologia, si sta diffondendo anche nelle altre branche dell'odontoiatria, parodontologia, chirurgia odontostomatologica, traumatologia e ortodonzia.

Un esempio è la scuola di specializzazione di Ortognatodonzia all'Università degli Studi di Milano diretta dal professor Farronato, dove è stata messa a punto una metodica di lavoro Cad/Cam comprensiva di un'analisi cefalometrica 3D semplificata per la costruzione dei manufatti ortodontici partendo dalla Tc cone beam a basso dosaggio e dallo scanner delle impronte dentarie.

In definitiva la Tc cone beam a basso dosaggio permette di avere a disposizione del medico clinico uno strumento che, quasi allo stesso livello di esposizione di un 2D, garantisce una precisa diagnosi tridimensionale, quindi reale e non approssimativa, come avviene con le indagini proiettive.

Figura 1



## Con l'avvento della «Cbct» la radiologia hi-tech entra nello studio e manda in soffitta le vecchie tecnologie

di Achille Perillo \*

L'avvento dell'era digitale ha apportato da tempo nel campo della medicina numerosi vantaggi sia da un punto di vista diagnostico, sia terapeutico, grazie ad apparecchiature sofisticate che permettono di eseguire esami specifici quali risonanza magnetica, Tac, ecografia ad altissima risoluzione, laser con applicazione in tutti i settori.

Il settore odontoiatrico, affidato quasi esclusivamente al compartimento della Sanità privata, ha assistito a un notevole sviluppo in alcuni campi, tra cui quello implantare, ortodontico e protesico, grazie ad apparecchiature a elevatissimo contenuto tecnologico. Citiamo, come esempio, la tecnologia Cad/Cam applicata all'odontoiatria, che ha permesso l'introduzione di scanner 3D altamente sofisticati capaci di leggere l'impronta del dente preparato, trasformare l'informazione in formato digitale e comunicarla a un frestatore dedicato che, in maniera automatizzata, "scolpirà" l'elemento protesico in modo assolutamente fedele all'originale. Questo processo si realizza ogni giorno nelle industrie manifatturiere tecnologicamente più avanzate per la produzione di migliaia di esemplari dello stesso prodotto. Se pensiamo che in odontoiatria la medesima tecnologia è applicata alla produzione di un manufatto unico, ci rendiamo conto che il livello di precisione che attualmente

*Con i tomografi a fascio conico ora è possibile avere uno strumento ad altissima risoluzione di piccolo ingombro e di facile utilizzo che rende obsoleti i vecchi apparecchi*

l'odontoiatria vuole offrire al paziente non conosce compromessi. Se alcuni settori legati alla pratica odontoiatrica si sono arricchiti di un contenuto tecnologico all'avanguardia, altri sembrano meno sensibili a recepire le innovazioni tecnologiche presenti sul mercato. Fra questi vorrei richiamare l'attenzione sulla radiologia del compartimento odontoiatrico, che ha continuato a servirsi di immagini che, se pur migliorate nella risoluzione, restano proiezioni di tipo bidimensionale di strutture tridimensionali, lasciando la diagnostica affidata alla capacità personale del professionista e, molto spesso, alla libera interpretazione del dato radiografico.

In un nuovo panorama odontoiatrico che richiede non solo un elevato livello di specializzazione ma anche di attrezzature dedicate, penso sia consigliabile, in alcu-

ni casi necessario, sostituire le vecchie immagini bidimensionali con quelle tridimensionali.

Disporre di una moderna Tc (Tomografia computerizzata) volumetrica nel proprio studio o acquistandola insieme ad altri professionisti e posizionandola presso uno studio radiologico nelle vicinanze, offre sia una serie di vantaggi nell'attività lavorativa dal punto di vista tecnico e diagnostico, sia un beneficio diretto per il paziente.

I tomografi a fascio conico (Cbct: Cone beam computed tomography), invece di servirsi di un fascio a ventaglio, ne utilizzano uno a forma di cono per acquisire l'intero volume con una singola rotazione attorno al paziente, con conseguente riduzione dei tempi dell'esame e soprattutto, cosa molto più importante, con una notevole diminuzione della dose di radiazioni assorbite.

In una scansione di 23 secondi l'esposizione totale è limitata a circa 11 secondi, con una dose di radiazioni inferiore di circa 200-300 volte rispetto alla Tac medica tradizionale e di 10-20 rispetto a una Tac medica multislice di ultima generazione.

Grazie all'avvento della Cbct finalmente è possibile avere in studio un apparecchio ad altissima risoluzione, di piccolo ingombro e di facile utilizzo. Tale apparecchio rende certamente obsoleto l'utilizzo delle tecnologie radiografiche quali l'ortopantomografia e la teleradiografia fin ora applicate. L'esame vie-

\* Studio odontoiatrico Perillo, Napoli



ne svolto da seduto e impiega pochissimi secondi. Comporta, come detto prima, un assorbimento molto ridotto di radiazioni e consente un'interpretazione molto semplice dei dati radiografici.

Risulta evidente che tale esame è forse la vera rivoluzione diagnostica nel nostro settore e il suo uso dovrebbe essere di routine: la ricaduta positiva sulla qualità della terapia e l'ottimizzazione del trattamento sia per il paziente sia per il clinico sono elementi che incidono in maniera estremamente favorevole sull'ammortamento del costo dell'apparecchio. Pensiamo infatti che il professionista che non dispone di una Cbct richiede comunque ai pazienti di eseguire una Tac che forzatamente dovrà essere eseguita presso centri radiologici o strutture ospedaliere. Queste strutture si trovano spesso distanti, costringendo il paziente a spostamenti e a un allungamento dei tempi: bisogna prendere un appuntamento per la radiografia e aspettarne la risposta che non sempre è contestuale all'esame.

A tutto ciò si aggiunge un problema squisitamente tecnico: non essendo tutte le apparecchiature tarate in maniera equivalente, gli esami possono risultare calibrati diversamente rispetto al preciso intento dell'odontoiatra. Il professionista sempre più sovente ricorre a software dedicati all'implantologia che, con precisione e accuratezza, simulano il posizionamento degli impianti basandosi sul dato radiografico, in base al risultato del progetto si costruiscono apparecchiature mirate che permettono il posizionamento degli impianti in maniera precisissima in modo da non eseguire lembi e suture. Stiamo parlando della Chirurgia guidata, una tecnica che offre molteplici vantaggi per il paziente sia nella fase intra-operatoria sia

nella fase post-operatoria riducendo la formazione di edemi, ematomi e dolore. La Chirurgia guidata garantisce inoltre, nel caso si sia scelta la tecnica del carico immediato, di avere già disponibile una protesi provvisoria costruita precedentemente all'intervento e di poterla montare subito al termine della seduta operatoria in un tempo che, complessivamente, non supera le due ore. Questa tecnica permette al clinico di ridurre al minimo i rischi legati all'intervento e diminuire le conseguenze post-operatorie per il paziente, ma può essere eseguita in totale sicurezza solo se si rispettano tutti i parametri tecnici e le condizio-

*La rappresentazione tridimensionale delle parti anatomiche permette l'esatta collocazione di denti inclusi e soprannumerari*

ni imposte dal protocollo. Un'imprecisione può vanificare ogni vantaggio e paradossalmente rendere una tecnica molto sicura un sicuro insuccesso.

L'ortodonzia è fra le applicazioni dell'odontoiatria che recentemente hanno suscitato un maggior interesse in fasce diverse di pubblico. Se fino a qualche anno fa era una disciplina esclusivamente dedicata all'età pediatrica, assistiamo ad aumento della richiesta da parte di pazienti in età adulta, che per esigenze sia estetiche sia funzionali si dimostrano sempre più aperti ad accettare un adeguato trattamento ortodontico. Ritengo che l'introduzione più diffusa della tecnologia Cbct in ortodon-

zia sarebbe di fondamentale importanza per ottenere una diagnostica radiologica ortodontica corretta con un'unica scansione del cranio, quindi con minore assorbimento di radiazioni. I vantaggi sono due: i ragazzi, ancora i principali fruitori di questa tecnica, nonché categoria altamente sensibile agli effetti delle radiazioni ionizzanti, sarebbero sottoposti a un assorbimento di radiazioni poco superiore rispetto a una singola panoramica dentale, ottenendo però da un'unica indagine le due proiezioni necessarie all'ortodontista per impostare il proprio intervento (Rx telecranio, Rx ortopantomografia). Il secondo vantaggio principale consiste nel fatto che la Cbct permette la vista cefalometrica di ogni singolo lato senza sovrapposizioni delle strutture, consentendo un'analisi che tiene conto delle naturali asimmetrie del volto o di più evidenti asimmetrie causate da dimorfismi conseguenti a traumi o malformazioni.

Che un'immagine più aderente alla realtà permetta una diagnosi di gran lunga più accurata è un principio generale valido per l'ortodonzia, come per tutti i campi dell'odontoiatria.

La rappresentazione tridimensionale delle parti anatomiche negli esami Cbct risulta molto preziosa per evidenziare l'eventuale presenza e quindi l'esatta collocazione di denti inclusi (più frequentemente canini e denti del giudizio) e denti soprannumerari. La conoscenza accurata della loro posizione permette al chirurgo orale di individuare con maggiore facilità la via di accesso, e nel caso degli inclusi, all'ortodontista, di valutare la direzione ideale di trazione per la loro traslazione in arcata. Ne consegue una velocizzazione del tempo di cura nel pieno rispetto delle compagini anatomiche.

che strettamente attigue agli elementi in questione.

Anche nel caso di patologie particolari come l'alterato stato funzionale dell'articolazione temporo-mandibolare, le mal occlusioni di pertinenza ortodontico-chirurgica e le grandi malformazioni cranio-facciali, le eccezionali caratteristiche qualitative delle immagini e le infinite possibilità di manipolazione e di ricostruzione volumetrica offerte dai software dedicati garantiscono un inequivocabile beneficio diagnostico.

Ultimo, ma non meno importante, è il contributo che la tecnologia Cbct ha apportato alla diagnosi di patologie maggiori come cisti e tumori. La visualizzazione volumetrica permette una più facile individualizzazione di queste alterazioni tissutali e la frequenza con cui queste queste patologie vengono diagnosticate è di gran lunga maggiore negli esami Cbct rispetto agli esami tradizionali. L'importanza per il paziente di questa constatazione è evidente: capita spesso che, con la Cbct

eseguita su indicazioni di natura odontoiatrica, ci si trovi di fronte a situazioni patologiche ben più gravi, la cui evidenziazione risulta di vitale importanza per il soggetto in esame.

Spero che questo mio personale contributo possa essere utile alla diffusione delle conoscenze di base della tecnologia Cbct e di alcune delle sue applicazioni più innovative in odontoiatria da cui sia il paziente sia il professionista possono trarre reali benefici in termini di cura e sicurezza. ●

## Tc volumetrica cone beam: prove di bilancio clinico ed economico-gestionale a 30 mesi dall'installazione

di Mario R. Cappellin \*

L'acquisto di una Tc volumetrica cone beam da parte di uno studio dentistico nel 2008 appariva nella migliore delle ipotesi azzardato, anche agli occhi di colleghi con un livello professionale elevato: ancora oggi, a distanza di quasi tre anni, molti odontoiatri non conoscono le differenti potenzialità di una Tc volumetrica da studio rispetto a una Tc multislice ospedaliera. Personalmente, ho avuto la fortuna di potermi laureare con una tesi sulle Tc cone beam e pertanto già da tempo avevo sperimentato i notevoli vantaggi di tali apparecchiature, ma a quei tempi i costi di acquisto erano difficilmente giustificabili in uno studio dentistico. Nel 2008 diverse grandi case produttrici si adoperarono per rendere accessibile agli odontoiatri questa tecnologia, soprattutto mediante il ridimensionamento del sensore di acquisizione e limitandolo al campo necessario per la ripresa delle arcate dentali: non tutti i prodotti ebbero esiti felici. L'investimento, benché sostenibile, meritava un'attenta indagine tecnica da parte nostra che ci portò ad acquistare non l'apparecchiatura più economica del mercato, ma quella che offriva un rapporto qualità prezzo decisamente migliore rispetto ai concorrenti. In generale comunque, la volontà da parte dei produttori di uscire dalla nicchia dei centri radiologici per venire incontro alle esi-

*Per uno studio odontoiatrico investire in tecnologie come questa significa fare la migliore scelta sulla base di una valutazione costo-benefici*

genze degli studi dentistici permise di dimezzare il prezzo rispetto alla precedente generazione di Tc cone beam, portando finalmente in attivo il rapporto fra vantaggi e costi anche per realtà professionali non particolarmente grandi; nel nostro caso, anche grazie all'investimento in questa tecnologia, abbiamo potuto trasformare la nostra struttura da studio monoprofessionale di provincia (quale era a Scalenghe prima del 2000) in una modernissima clinica dentale alle porte della città di Pinerolo, con quattro professionisti specializzati nelle varie discipline. Scopo del presente lavoro è quello di ripercorrere i passi di questo cammino e stendere un bilancio dei primi 30 mesi di utilizzo, che rappresentano simbolicamente la metà del percorso fissato inizialmente per il pagamento ra-

teale dell'apparecchiatura (5 anni in noleggio operativo).

Il primo dato oggettivo è rappresentato dal numero di casi esaminati in questi mesi: si tratta di 728 esami, eseguiti su 523 pazienti (in alcuni casi è stato necessario eseguire un controllo a distanza di tempo, dopo importanti interventi di ricostruzione ossea, per verificare il grado di osteointegrazione dei materiali sintetici inseriti); contando che mensilmente sono necessari 14 esami per coprire la rata del noleggio e dividendo 728 esami per i 30 mesi di utilizzo, otteniamo una media mensile di 24 esami, significativamente superiore al costo vivo dell'apparecchiatura.

Questo dato potrebbe sembrare il più importante, ma la nostra esperienza pratica conferma che si tratta di una considerazione marginale nel ponderare l'acquisto di una Tc volumetrica: di seguito cercheremo dunque di illustrare le motivazioni di questa nostra ferma convinzione.

Anzitutto, prima di acquistare una Tc per il nostro studio, noi prescrivevamo già ai pazienti esami tomografici, per pianificazione di casi implantari complessi e per la verifica della posizione del nervo mandibolare in casi di estrazioni di terzi molari inclusi; analizzando la nostra media mensile di esami prescritti nel 2007 e primi nove mesi del 2008, abbiamo un misero 5 casi mensili. Se avessimo tenuto conto di questo dato, certo l'investimento in una Tc

\* Dottore odontoiatra, libero professionista - Direttore della Clinica dentale Cappellin (Pinerolo, To)

per lo studio non sarebbe stato giustificato e avremmo perso una grande opportunità. Tengo tuttavia subito a precisare che l'introduzione di una Tc in studio non è stato per noi motivo di esami "a raffica", con lo scopo di ottimizzare l'investimento! Avendo frequentato il mondo della radiologia come tesista e avendo condotto studi dosimetrici proprio sulle apparecchiature Tc volumetriche, la mia personale sensibilità sulla necessità di limitare l'esposizione radiologica dei pazienti è uguale, o forse anche superiore, a quella dei colleghi.

Come si spiega dunque questa apparente contraddizione? Ci sono diverse cause, ma la prima, in ordine di importanza statistica, è la riluttanza dei pazienti a recarsi presso strutture ospedaliere pubbliche per eseguire esami o di sostenere costi importanti per eseguirli presso centri radiologici privati. Questa scarsa compliance si traduce in una dura alternativa per il professionista: scontrarsi con il paziente, rifiutandogli l'intervento se non esegue l'esame prescritto (e rischiare di perdere il paziente, che si rivolgerà a un altro professionista meno intransigente), oppure assecondare il paziente rinunciando all'esame e accontentandosi di esami radiologici come la panoramica dentaria, da cui tuttavia manca completamente ogni informazione tridimensionale.

Occorre inoltre considerare che attualmente i pazienti sono molto informati sulle tecnologie mediche e accettano di malgrado esami Tc ospedalieri, perché le apparecchiature multislice comportano una dose raggi da 5 a 20 volte maggiore rispetto alle Tc volumetriche cone beam (fonte ministero della Salute).

Appare dunque chiaro che la prescrizione di un esame Tc rappre-

senta un motivo di stress per il professionista, preso tra la necessità di non scontentare il paziente e la giusta esigenza di poter operare nella massima sicurezza, disponendo di dati diagnostici adeguati; poiché non c'è soluzione al dilemma, solitamente si opta per proporre al paziente un trattamento chirurgico meno complesso (evitando per esempio il carico immediato oppure zone anatomiche sfavorevoli) e un risultato protesico con compromessi estetico-funzionali più o meno importanti (per esempio non proponendo protesi completamente fisse, ma solo semi-mobili, che necessitano del posizionamento di un nume-

*In controtendenza rispetto al trend diffuso, crescono i pazienti nelle strutture odontoiatriche di livello medio-alto*

ro minore di impianti).

La conseguenza di questo comportamento non sempre è percepita dal professionista, anzi può essere mascherata dalla convinzione che proponendo lavori di minore impegno economico la percentuale di accettazione dei preventivi sarà maggiore: è purtroppo vero il contrario, perché molti pazienti sono disposti a investire sulla propria salute dentale, pur di avere un trattamento eccellente; gli stessi pazienti sono tuttavia molto esigenti e non tollerano compromessi, come doversi adattare a una protesi semi-mobile, quando il loro desiderio è quello di avere un lavoro fisso, a qualunque costo.

Prendiamo come esempio il trattamento più costoso che si possa proporre nel caso di un paziente edentulo: analizzando il numero di casi di protesi fisse a carico immediato da noi eseguite nei primi nove mesi del 2008, ne troviamo 2 (a fronte di 4 preventivi realizzati, il che significa che 2 casi non hanno accettato e hanno optato per lavori meno impegnativi dal punto di vista chirurgico ed economico); negli ultimi tre mesi dello stesso anno (dopo l'introduzione in studio della Tc volumetrica) abbiamo portato questo numero a 5 casi (su 5 preventivi), un incremento del 750%!

La possibilità di introdurre protocolli operativi più complessi, con la sicurezza derivante dal disporre di dati diagnostici più precisi, unitamente al ritorno di immagine nel poter proporre al paziente di eseguire presso il nostro studio un esame tomografico, che egli collega a strutture di grande specializzazione, ha permesso in questi ultimi due anni di migliorare così tanto il nostro lavoro da rendere necessario l'acquisto di una struttura quattro volte più grande, trasferendo lo studio in città, in considerazione del numero di pazienti che venivano a noi riferiti per il passaparola positivo: questo risultato non è stato possibile esclusivamente grazie all'investimento in una Tc volumetrica, ma naturalmente è frutto di diverse strategie miranti all'introduzione di nuove tecniche specialistiche e apparecchiature all'avanguardia, nell'ottica di distinguersi nel panorama odontoiatrico attuale, soprattutto in un periodo di crisi.

Gli esperti in gestione degli studi odontoiatrici confermano che la nostra intuizione era corretta: le ultime ricerche di mercato indicano in controtendenza rispetto a una drammatica diminuzione di

prime visite negli studi monoprofessionali, si misura un significativo incremento di nuovi pazienti nelle strutture di livello medio-alto; in un momento di minore disponibilità finanziaria infatti, i pazienti di fascia economico medio-bassa si rivolgono, magari anche contro voglia, a strutture low cost, in cui l'unico vantaggio immediato è rappresentato dal costo contenuto delle prestazioni, mentre i pazienti di fascia medio-alta investono nella qualità, affrontando la spesa odontoiatrica solo in strutture che possano corrispondere al loro sforzo economico in vista di un risultato eccellente. Questa forbice si allarga a tal punto che gli studi di livello medio-alto si trovano naturalmente con una clientela selezionata, caratterizzata da buone possibilità

economiche e da esigenze estetico-funzionali elevate: in passato, per ottenere lo stesso risultato occorrevano anni di lavoro per "farsi il nome" e l'impegno da parte del professionista non sempre era coronato dal successo.

Nelle presentazioni che abbiamo tenuto in diverse sedi e congressi dal 2008 a oggi, le prime considerazioni sono state quelle appena esposte: allora si trattava di intuizioni, oggi possiamo sostenere che siamo di fronte a fatti suffragati dall'esperienza. I professionisti che non sono stati così lungimiranti da investire nelle nuove tecnologie si trovano oggi schiacciati da una guerra al ribasso dei prezzi da parte delle strutture low cost e non hanno gli strumenti per poter proporre al paziente un tratto distintivo che possa giu-

stificare, grazie alla maggiore qualità, anche un costo maggiore delle prestazioni.

In conclusione, dopo l'investimento nelle tecnologie Cad/Cam (la nuova sfida per mantenersi al passo con i tempi: non a caso le grandi case stanno presentando fresatori da studio dal costo più contenuto rispetto a quelli da laboratorio e anche questa volta Kavo è in pole position), l'investimento nella Tc volumetrica è stato il migliore considerando i benefici ottenuti in relazione ai costi sostenuti; considerando infine che il costo dell'apparecchiatura si è notevolmente abbassato in questi ultimi due anni, alla luce della mia personale esperienza mi chiedo quali remore si possano ancora avere all'acquisto di una tale apparecchiatura. ●

# Così la tomografia computerizzata a fascio conico fotografa il sorriso del paziente e tutela la salute

di Mauro Badino\* e Vincenzo Bruno\*\*

**N**ome in codice Cbct: acronimo di Cone beam computer tomography. È la nuova frontiera della diagnostica, che sta portando grandi cambiamenti in tutto il panorama della odontoiatria mondiale, grazie alla sua crescente diffusione. La tomografia computerizzata a fascio conico, già largamente in uso negli Stati Uniti, permette, infatti, un grande passo avanti rispetto alle radiografie panoramiche tradizionali, che producono una visione bi-dimensionale.

La più moderna tecnica di diagnostica, invece, riproduce l'apparato dento-maxillo-facciale in modo estremamente preciso, fornendo contemporaneamente la possibilità di avere una ricostruzione digitale tridimensionale immediata, visionabile da tutte le angolazioni: una vera e propria evoluzione della Tac applicata all'odontoiatria.

La Cbct - con la riproduzione esatta della struttura anatomica del paziente in esame, senza errori, e una definizione perfetta e mirata - permette una corretta diagnosi e la possibilità di scegliere la terapia o il trattamento chirurgico da seguire più adeguato. Ma offre anche un vantaggio in più: nel corso dell'esame, infatti, il paziente è esposto a una minor dose di radiazioni: fino a 15 volte inferiori rispetto a una Tac medicale di ultima generazione (Ludlow J.B. et al. *Comparative dosimetry of dental Cbct devices and 64-slice Ct for oral and maxillofacial*

*Con la Cbct si ottiene una riproduzione perfetta dell'anatomia e si riducono i rischi, con un'esposizione alle radiazioni fino a 15 volte inferiore rispetto a una Tac di ultima generazione*

*radiology. Oral and maxillofacial Radiology. Vol. 106 n. 1. 2008).*

Più laboriosa la scansione tradizionale della Tac, con l'utilizzo di un fascio radiogeno a ventaglio che ruota più volte attorno al paziente, per acquisire le immagini necessarie alla ricostruzione anatomica (nel nostro caso, del distretto cranio-facciale). Il tempo d'esecuzione di una Tac è inevitabilmente più lungo e la possibilità che il paziente si muova, durante la scansione, è significativa. Non di rado, infatti, capita che un esame debba essere ripetuto, con il conseguente raddoppio della dose di raggi assorbiti. La Cbct, invece, consente di riprodurre sezioni (tomografie) e generare un'immagine tridimensionale del cranio (o di alcune sue aree) attraverso l'emissione di raggi X, acquisite da un sensore digitale ed elaborate dal computer. I tempi di

esecuzione sono ridotti al minimo dal raggio di forma conica che permette, con un'unica rotazione di 360 gradi intorno al paziente, di acquisire l'intero volume scansionato, in pochi secondi.

La sorgente radiogena di forma conica, esegue la scansione con un'unica rotazione di 360 gradi intorno al paziente acquisendo il volume in pochi secondi e di conseguenza il rischio che il paziente compia movimenti indesiderati è pressoché nullo.

Indubbi i vantaggi di questa diagnostica, ben evidenziati dalla comparazione delle dosi di radiazioni assorbite dal paziente. Con una scansione da 8,9 secondi (tempo standard) effettuata con questa nuova concezione tecnologica, il paziente può assorbire fino a 87  $\mu$ Sv (*microsievert, sottomultiplo del sievert: unità di misura nel sistema internazionale che quantifica gli effetti biologici delle radiazioni*); con una Tac medicale, invece, la dose di assorbimento sale tra 800 e 1.000  $\mu$ Sv (Ludlow et al. 2008).

Il "risparmio" della dose assorbita di radiazioni è una caratteristica importantissima, per una società sempre più sensibile alle problematiche generate dai "troppi" esami invasivi. Ma i vantaggi sono anche di natura pratica. La Cbct di ultima generazione è, infatti, una apparecchiatura verticale e aperta; l'esame viene dunque eseguito con il paziente seduto, senza stress e senza eventuali attacchi di panico (come potrebbe accadere durante una Tac tradizio-

\* Medico chirurgo specialista in Odontostomatologia, libero professionista in Pinerolo

\*\* Odontoiatra, specialista in Chirurgia odontostomatologica, libero professionista in Napoli

nale con il paziente in posizione supina all'interno di un dispositivo chiuso). La poltrona consente inoltre un posizione più naturale e confortevole e il brevissimo tempo di esposizione rende l'esame adatto anche ai bambini. Procedura più semplice e rapida, insomma, al punto da poter essere eseguita direttamente nello studio odontoiatrico. Quanto dura un esame, tecnicamente? I protocolli del tempo di acquisizione sono definiti in funzione del tipo di risultati che si vogliono ottenere; variando il volume da indagare e il grado di risoluzione, in sostanza, l'esame può quindi durare dagli 8,9 ai 23 secondi. Il fascio conico emette le radiazioni a intermittenza e non in modo continuo, quindi, il tempo di esposizione reale ai raggi diminuisce a 6 o 11,5 secondi in funzione della modalità di indagine prescelta.

Durante la scansione, come già evidenziato, il paziente è comodamente seduto sulla poltrona e non servono particolari accorgimenti. Quando la torretta della Cbct inizia a ruotare intorno alla testa del paziente emette un "cicalino". Pochi istanti e tutto è fatto. Sul monitor, posizionato all'esterno, compaiono dopo pochi secondi le immagini tridimensionali della scansione perfettamente corrispondenti alla reale morfologia, senza margini di errore.

Nel nostro ambulatorio, ormai da tre anni, i pazienti possono effettuare l'esame e conoscere in tempo reale i risultati. Facilmente si intuisce che le informazioni raccolte, nel caso di una terapia implantare, permettono di pianificare immediatamente l'intervento stesso con il paziente, che si sente coinvolto e partecipe, anche emotivamente, senza la necessità di un successivo appuntamento.

Questo evita anche i lunghi tempi di attesa nelle strutture sanitarie pubbliche alle quali, normalmente,

l'odontoiatra indirizza il paziente per la Tac medica.

L'odontoiatra, dal canto suo, ha l'opportunità di impiegare uno strumento che visualizza accuratamente le aree anatomiche particolarmente critiche, e fornisce una rappresentazione grafica delle strutture anatomiche sensibili, quali per esempio il nervo mandibolare o il seno mascellare. Sono tutti elementi che rendono questo strumento diagnostico, tecnologicamente così avanzato, estremamente utile all'odontoiatria moderna.

La Cbct risulta, infatti, fondamentale per evidenziare l'eventuale presenza - e quindi l'esatta posizione - di denti inclusi (canini e denti del

*Risultati in tempo reale: ciò consente di rendere più partecipe il paziente e di ridurre le attese consuete nei centri pubblici*

giudizio) o denti in soprannumero. Questo permette al chirurgo orale di individuare con precisione la via di accesso per la loro estrazione o la direzione ideale per il loro riposizionamento in arcata, in caso di trazione ortodontica. Inoltre - altro vantaggio non di poco conto - con la Cbct si possono individuare cisti e neoplasie a carico delle strutture craniche non facilmente individuabili, o diagnosticare patologie dell'articolazione temporo-mandibolare. Nell'implantologia, con le immagini della Cbct è subito possibile individuare la posizione esatta dove inserire gli impianti, valutare la morfologia e la qualità delle strutture ossee, e in particolare il percorso delle arterie e dei nervi. L'odontoi-

tra, attraverso i dati raccolti, può decidere il tipo di impianto (per morfologia, superficie e dimensione) e la tecnica chirurgica più idonea con una miglior prevedibilità sulla prognosi. L'accesso chirurgico, inoltre, potrà essere minimamente invasivo, con la riduzione del dolore e del gonfiore post-operatorio. Questo fa sì che il paziente possa ottenere un progetto terapeutico preciso: sia per quanto riguarda l'intervento, sia per i suoi costi.

Per il chirurgo ne deriva invece una totale tranquillità, grazie alla possibilità di visualizzare le aree anatomiche interessate prima di iniziare l'intervento, con una visione più ampia e precisa.

Le possibilità diagnostiche della Cbct, tirando le somme, offrono al paziente e al medico la sicurezza di poter programmare interventi anche molto complessi, riducendo nettamente il rischio d'incidenti intra-operatori. La possibilità di disporre di uno strumento diagnostico accurato, sicuramente, porta al clinico una serie d'importanti ripercussioni positive, anche dal punto di vista psicologico, durante l'atto operatorio e - ancor prima - nel proporre l'intervento al paziente.

Sui costi e sugli investimenti, attente indagini di mercato (effettuate dalla casa produttrice) hanno evidenziato che il prodotto presenta una dotazione di funzioni completa e caratteristiche uniche rispetto ad altri strumenti appartenenti alla stessa fascia di prezzo. Questo sistema risponde, infatti, a tutte le esigenze diagnostiche dell'odontoiatria in particolare la chirurgia orale, l'implantologia e l'ortodonzia, così come può essere utilizzato per particolari diagnosi endodontiche e parodontali. Per il paziente rappresenta il modo migliore di affrontare un esame sicuro, rapido e preciso avendo esso un rapporto costo-beneficio assolutamente accessibile. ●

# I progressi delle tecniche diagnostiche per immagini 3D aprono una nuova era nella radiologia odontoiatrica

di Michele M. Figliuzzi \*

**L**a diagnostica per immagini in medicina, negli ultimi anni, ha avuto una notevole evoluzione, soprattutto nel campo delle nuove tecniche di radiologia, così dette, 3D. In particolare, in odontoiatria, nelle sue varie branche, (implantologia, chirurgia orale, ortodonzia) c'è stato un ragguardevole salto di qualità con l'avvento della nuova Tc cone beam in 3D, tomography computed cone beam (tomografia computerizzata a fascio conico). Quest'ultima, si può considerare la "figlia" della famosissima Tac, scoperta negli anni Settanta da Sir Godfrey Hounsfield, premio nobel per la medicina.

In realtà l'esame radiografico più convenzionalmente utilizzato in odontoiatria è l'ortopantomografia, forse più nota al pubblico con il termine di "panoramica", che si dimostra essere un'indagine molto approssimativa. Per valutare l'inaffidabilità di questo esame, basta solamente considerare che la distorsione standard delle immagini è del 40 per cento. Inoltre, essendo un esame bidimensionale, le stesse immagini sono inficiate da una serie di artefatti, di alterazioni e sovrapposizioni che rendono impossibile una valutazione affidabile della struttura analizzata. A sostegno di questo, riporto un dato apparso in uno studio pubblica-

*Le nuove procedure consentono maggiore esattezza di valutazione e assicurano al paziente un percorso più agevole rispetto alla Tac tradizionale e una minore esposizione alle radiazioni*

to sul *Journal of Clinical periodontology* (Pepelassi et al. 2000. Apr;27(4):224-30) in cui gli autori hanno confrontato i dati diagnostici provenienti da 2 tipologie di indagini 2D molto diffuse, l'ortopantomografia e la radiografia endorale, la comune radiografia di piccole dimensioni che consente di visualizzare pochi elementi dentari. Lo studio dimostra che le patologie intercettate con l'ortopantomografia non superano il 25% di quelle rilevate da una semplice radiografia endorale, una qualità diagnostica davvero molto bassa!

Di tutt'altro genere sono invece le potenzialità che la tecnologia Cbct offre nella diagnostica per immagini. La Tc volumetrica ci dà la possibilità di visualizzare sui 3 piani dello spazio la struttura in esame, dandoci

una serie di informazioni precise e dettagliate.

A oggi esistono due tipologie di Tc: le prime, che possiamo definire tradizionali, tra cui spicca la famosa "Dentascan" e l'ultima nata, appunto, la Tc cone beam in 3D. Quali sono le differenze tra le due? Intanto nella tomografia assiale computerizzata tradizionale, il paziente viene inserito nel famoso "Tubo" dal quale viene emesso un fascio di raggi X altamente collimato che ruota intorno al paziente, con piccoli avanzamenti dopo ogni rotazione. Questo porta a tre enormi svantaggi: il primo è appunto il senso di sofferimento che avverte il paziente all'essere introdotto in uno spazio molto angusto, situazione che il paziente spesso accetta mal volentieri, il secondo è il lungo tempo di esposizione alle radiazioni che può arrivare fino ad alcuni minuti; il terzo, e forse più grave, è che le dosi necessarie per uno studio completo della mandibola sono di circa 3.000  $\mu$ S nel caso di Tac medicali tradizionali e di circa 1.000  $\mu$ S nelle Tac medicali multislice di ultima generazione.

La Tc cone beam elimina questi inconvenienti: in primo luogo, il paziente durante l'esame è seduto ed è la sorgente radiogena, in questo caso una struttura aperta, che gira intorno a lui. Per quanto riguarda la durata della scansione e soprattutto

\* Docente Università "Magna Graecia" di Catanzaro



to i tempi e la dose di emissione dei raggi, la cone beam non esegue sessioni assiali multiple, ma genera emissioni di radiazioni "pulsate" nel corso di una sola rotazione intorno al paziente, riducendo la durata dell'intero esame tra gli 8 e i 25 secondi, e la dose assorbita a 60-90  $\mu$ S per un esame completo contro i 3.000  $\mu$ S della Tc medica tradizionale e i 1.000  $\mu$ S di una Tc medica di ultima generazione. Si evince che le radiazioni sono circa da 30 a 10 volte di meno rispetto alle Tc mediche. Tradotto in pratica significa che prima di raggiungere la stessa dose di assorbimento di radiazioni di una Tc tradizionale, si possono fare circa 30 Tc cone beam! A questo proposito è importante sottolineare che quando si emettono delle radiazioni, vengono colpiti anche altri organi, oltre a quelli che vogliamo effettivamente analizzare. Si intuisce facilmente quanto sia importante ridurre al minimo le dosi di raggi necessari per l'esame per evitare il coinvolgimento di altri organi sensibili, come la tiroide, prossimi al distretto dento-oro-facciale. A questo proposito, uno studio condotto da A. Macchi e F. Mangano dell'Università di Varese (Congresso di Implantologia osteointegrata, Università Magna Graecia, Catanzaro - 30 giugno 2007) in cui si sono presi in considerazione diversi tipi di Tc, dimostra che con la Tc cone beam si registrano i livelli più bassi di dose assorbita in organi quali fegato, tiroide e altri. Oltre a tutto questo, la risoluzione delle immagini, proprio perché l'acquisizione è volumetrica, è ottima, e inoltre, con un apposito programma, si possono eseguire modelli anatomici in 3D

con evidenziazione anche dei tessuti molli. Nella pratica diagnostica odontoiatrica e, specialmente in implantologia orale, la Cbct permette di programmare un intervento che tenga conto del volume osseo e dei decorsi dei nervi adiacenti alla zona da operare, rendendo possibile al clinico esperto di ridurre al minimo qualsiasi rischio. Sappiamo bene quanto in implantologia sia importante conoscere in anticipo alcuni dati fondamentali come la quantità e la qualità del tessuto osseo disponibile per l'inserimento degli impianti e la distanza dai vari fasci vascolo-nervosi, in

*Con la «Cbct» si può fare non solo uno studio preliminare ma anche la programmazione del trattamento grazie a un intervento virtuale*

particolare l'evidenziazione del canale mandibolare, per evitare il rischio di possibili parestesie o, peggio, di paresi. In implantologia, la programmazione dell'intervento è un'attività imprescindibile per garantire al paziente e al clinico un trattamento privo di rischi: grazie alla Cbct e a software complementari dedicati, è possibile fare non solo uno studio preliminare del caso ma una vera e propria programmazione del trattamento che include la simulazione di un intervento virtuale e la progettazione di guide chirurgiche che, una volta costruite da laboratori specializzati, permetteranno di inseri-

re gli impianti a "cielo coperto", cioè senza aprire la gengiva, con una tecnica chirurgica detta "transmucosa". Questa tecnica, come si può ben intuire, azzerà quasi del tutto le sequele post-operatorie, poiché il paziente non subisce il classico taglio della gengiva e i conseguenti punti di sutura, un vero e proprio incubo per i più.

Altre applicazioni importanti sono quelle che si attuano nell'ambito della chirurgia orale, per esempio nei casi di denti del giudizio inclusi. In queste situazioni, la Cbct permette la visualizzazione completa di tutte le strutture arteriose e nervose della zona da operare, e, con la rielaborazione in 3D, si può programmare, anche in questo caso un intervento scervro dai classici rischi connessi a questo tipo di intervento.

Sempre nel campo della traumatologia orale, è possibile, con questa tecnologia, fare una diagnosi di frattura del distretto maxillo-facciale in maniera assolutamente precisa, anche quando riguarda strutture anatomiche particolari, come per esempio, il condilo mandibolare. È chiaro che disporre di una diagnosi corretta rende la terapia sensibilmente più precisa ed efficace.

La parodontologia è quella branca dell'odontoiatria che si occupa dei tessuti di sostegno dei denti, o, per dirla nel linguaggio corrente, della terapia della "piorrea". Anche in questo campo l'applicazione della tecnologia Cbct è di grande aiuto nella valutazione dell'entità delle tasche infraossee in modo tridimensionale e, di nuovo, nell'adeguata programmazione di una terapia come la rigenerazione ossea guidata.

I campi di applicazione della

Cbct non si esauriscono in questo breve elenco: questa tecnica diagnostica si sta introducendo nello studio delle patologie dell'articolazione temporo-mandibolare e dei seni paranasali e comincia a essere esame di elezione anche in ortodonzia per lo studio cefalometrico. Sulla base dell'immagine diagnostica tridimensionale, attraverso software specializzati, l'ortodontista può ottenere un "rendering", cioè una previsione nel tempo dello sviluppo della terapia che generalmente è indirizzata a bambini in età evolutiva. Questo studio, che viene eseguito precedentemente al montaggio degli

"apparecchi", consente di poter valutare, prima che avvenga, quale sarà la crescita delle ossa mascellari, predisponendo la migliore terapia per ogni paziente considerando non solo la situazione attuale ma il suo futuro sviluppo.

In definitiva, possiamo senza dubbio affermare che tra i vantaggi più evidenti offerti dalla Tc cone beam vi sono:

- elevato comfort per il paziente;
- tempi di esposizione brevissimi;
- dosi assorbite molto ridotte;
- immagini in 3D, valutazioni pre-implantologiche e studi cefalometrici;

- diagnosi più precise;
- possibilità di eseguire una chirurgia Tc guidata.

A conclusione di quanto detto, ci sembra opportuno sottolineare come, al giorno d'oggi sia di fondamentale importanza, nella odontoiatria moderna, ma in generale nella medicina tutta, il fatto di poter valutare in maniera assolutamente dettagliata, precisa e senza margine di errore le strutture anatomiche che sono interessate da patologie soprattutto quando queste richiedono di essere trattate chirurgicamente. Grazie alle nuove tecnologie di imaging, tutto questo oggi è possibile. ●

## Diagnosi e pianificazione del trattamento ortodontico: la tomografia 2 e 3D come guida per scegliere la terapia

di Giampietro Farronato \*

**F**in dalla prima metà degli anni Trenta, quando Broadbent<sup>1</sup> standardizzò il metodo di acquisizione teleradiografica del cranio, la cefalometria è stata utilizzata per analizzare discrepanze dentali e maxillo-facciali, e per quantificare i risultati della crescita e/o del trattamento ortodontico.

Sebbene col passare del tempo sia diventata il golden standard in campo di diagnosi e valutazione dei risultati<sup>2-4</sup>, non bisogna dimenticare che radiografie bidimensionali non possono accuratamente descrivere manifestazioni fisiologiche e patologiche che in realtà sono sempre tridimensionali. Senza la dimensione trasversale, la geometria piana è inadeguata nell'analisi delle strutture solide anatomiche.

Negli ultimi dieci anni, l'introduzione della tomografia computerizzata cone beam (Cbct)<sup>5-8</sup>, dedicata all'imaging specifico del distretto maxillo-facciale, ha reso la diagnostica per immagini 3D più facilmente applicabile in campo ortodontico.

La Cbct fornisce set di dati Dicom che possono essere utilizzati per generare sia proiezioni bidimensionali, che ricostruzioni tridimensionali (rendering) delle strutture craniche, fornendoci un nuovo punto di vista in ambito di diagnosi e pianificazione del trattamento.

Inoltre, la possibilità di interfacciare i dati Dicom generati dalle

*Negli ultimi dieci anni  
l'introduzione  
della «Tc cone beam»  
per il distretto  
maxillo-facciale ha reso  
la diagnostica per  
immagini tridimensionale  
facilmente applicabile  
nell'ortodonzia*

macchine cone beam con altre tecnologie ci apre un ventaglio di nuove e affascinanti possibilità in terapeutico.

L'utilizzo della Tc cone beam nella diagnosi ortognatodontica è giustificato dal fatto che la dose efficace di un esame effettuato con Cbct è sovrapponibile a uno studio cefalometrico completo tradizionale, ed è 20 volte inferiore a un esame effettuato con Tc multislice<sup>9</sup>.

Nel 2010 la scuola di specializzazione in ortognatodonzia di Milano ha introdotto un nuovo protocollo cefalometrico tridimensionale semplificato, basato su Tc cone beam<sup>10</sup>. L'analisi utilizza 18 punti cefalometrici, 10 mediani e 8 laterali omologhi, identificati su una sezione Tc dei tessuti duri e successivamente verificati sulle due rimanenti. La posizione di ogni punto viene ulteriormen-

te verificata sul rendering volumetrico generato da programmi dedicati.

L'identificazione dei punti fornisce 36 misurazioni lineari e angolari sul piano sagittale, verticale e trasversale.

Lavorare su Tc cone beam permette di superare i limiti dell'analisi bidimensionale, tramite:

- la possibilità di effettuare analisi cefalometriche utilizzando le 3 dimensioni, potendo valutare le alterazioni dento-scheletriche in ogni direzione dello spazio e attuare quindi una corretta terapia;
  - una rappresentazione effettiva della realtà, senza distorsioni, annullando il problema della prospettiva;
  - un limitato errore dovuto all'intervento umano, in quanto è il computer a effettuare le misurazioni necessarie;
  - semplicità e ripetibilità nell'identificazione dei punti di repere, in quanto si lavora utilizzando le strutture anatomiche come nella realtà, senza sovrapposizioni, o problemi di costruzione geometrica.
- Un'altra, rivoluzionaria possibilità d'impiego dell'imaging 3D è la pianificazione del trattamento ortodontico-chirurgico. L'ausilio del computer, integrato con software dedicati, rende la procedura precisa, veloce e soprattutto ripetibile.
- La articolazione 3D virtuale si articola nelle seguenti fasi:
- impronte di precisione e rile-

\* Direttore Scuola di specializzazione in Ortognatodonzia, Università degli Studi di Milano

vazione della cera con reference aligner;

- Tc cone beam;
- scansione dei modelli;
- interfaccia Cbct - modello digitale.

Una volta effettuata la colatura dei modelli in gesso a partire dalle impronte di precisione, essi vengono scansionati mediante l'utilizzo di uno scanner a luce strutturata, il quale genera un'immagine digitale 3D.

L'immagine viene poi convertita in un modello virtuale dal software di gestione dello scanner<sup>11</sup>.

La fase successiva consiste nell'interfaciare il modello digitale delle arcate dentarie alla Cbct, il che permette un'analisi molto precisa delle strutture ossee (Cbct) e dentarie (scansione del modello): infatti la sola Tc cone beam non fornisce dati sufficienti per una dettagliata rappresentazione degli elementi dentari, necessaria per la realizzazione del set up ortodontico.

Per consentire una corretta sovrapposizione dei due record è stata ideata una cera di masticazione dotata di tre punti di riferimento chiamata reference aligner, che deve essere rilevata sul paziente contestualmente all'esecuzione delle impronte di precisione.

La reference aligner è costituita da una cera rigida di tipo Moico extra hard, da un arco di sostegno e da tre sfere. Le sfere sono costituite da vetro calcico, che è un materiale radiopaco.

La cera è indossata dal paziente durante l'esecuzione della Cbct ed è poi interposta tra le arcate del modello in gesso durante la scansione ottica.

Un software riconosce le sfere (reperi) presenti sulla Cbct, ne individua il diametro e lo sovrappone alle sfere presenti sul modello. Attualmente tale metodo

è l'unico che permette la sovrapposizione con un margine di errore inferiore al decimo di millimetro.

Una volta acquisite e coordinate le immagini, è possibile eseguire ogni tipo di analisi in vista del trattamento chirurgico.

I software utilizzati sono dotati di potenti strumenti di segmentazione che permettono di separare il complesso maxillo-facciale dalla mandibola ricavando due immagini distinte. Tale possibilità è di fondamentale importanza nella programmazione ortodontico-chirurgica per la previsione degli spostamenti delle basi ossee.

*Procedure dipendenti dal computer consentono la standardizzazione e il controllo delle varie fasi del trattamento con meno errori operativi*

Il clinico può selezionare i tessuti che devono essere spostati, con una procedura simile a quella manuale. È possibile, a esempio, selezionare le linee osteotomiche e simulare un avanzamento o un arretramento mandibolare, spostando avanti o indietro la mandibola rispetto al mascellare superiore, determinando millimetricamente l'entità dello spostamento necessario per ottenere la correzione della disgnazia.

La chirurgia virtuale ha un duplice obiettivo: verificare che i movimenti siano possibili; posizionare i modelli secondo rapporti necessari per la costruzione degli splint chirurgici, che saranno usati durante l'intervento.

La sovrapposizione dei modelli delle arcate digitali permette di ridurre le fasi durante la programmazione, poiché non è necessario rilevare l'arco facciale, né effettuare il montaggio in articolatore. Tutti i dati possono essere, infatti, ricavati dall'interfaccia Cbct - scansione dei modelli. L'applicazione di questi software è complessa, ma vantaggiosa, poiché favorisce la preparazione ortodontica e chirurgica e garantisce un'ottima qualità del risultato finale.

La possibilità di rendere le procedure computer-dipendenti, infatti, permette la standardizzazione delle procedure e una grande facilità di controllo delle varie fasi del trattamento, riducendo gli errori operativi.

Nella programmazione ortodontico-chirurgica virtuale, è possibile inoltre procedere alla realizzazione del set up ortodontico digitale. Esso non è altro che la simulazione della posizione dentale attesa prima dell'ingresso del paziente in sala operatoria.

Grazie ad alcuni software dedicati, il clinico ha la possibilità di lavorare sui singoli denti, ed è in grado di variare il tip e il torque, di ruotare e traslare gli elementi dentari nei tre piani dello spazio, simulando in questo modo il trattamento ortodontico.

Sulla base del set up virtuale, verranno poi costruiti i mascherini di guida del trattamento ortodontico, che permetteranno in ogni momento di valutare la corrispondenza fra il risultato atteso e il risultato attuale<sup>12</sup>.

I primi risultati ottenuti dall'applicazione di queste metodiche sono incoraggianti, e ci consentono di guardare con entusiasmo al futuro: un futuro in cui il linguaggio comune delle discussioni diagnostiche sarà "3D". Benvenuti nei prossimi 50 anni. ●

Note

1. **Broadbent, B.H.:** *A new X-ray technique and its application to orthodontia*, Angle Orthod. 1:45-66, 1931.
2. **Ricketts, R.M.:** *Cephalometric Analysis And Synthesis*, Angle Orthod. 31:141-156, 1961.
3. **Delaire, J.; Schendel, S.A. and Tulasne, J.F.:** *An architectural and structural craniofacial analysis: a new lateral cephalometric analysis*, Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 52:226-238, 1981.
4. **McNamara, J.A., Jr.:** *A method of cephalometric evaluation*, Am J Orthod. 86:449-469, 1984.
5. **Hechler, S.L.:** *Cone-beam CT: applications in orthodontics*, Dent Clin North Am. 52:809-823, vii, 2008.
6. **Scarfe, W.C. and Farman, A.G.:** *What is cone-beam CT and how does it work?*, Dent Clin North Am. 52:707-730, v, 2008.
7. **De Vos, W.;** Casselman, J. and Swennen, G. R.: *Cone-beam computerized tomography (Cbct) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature*, Int J Oral Maxillofac Surg. 38:609-625, 2009.
8. **Farman, A.G. and Scarfe, W.C.:** *The Basics of Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography*, Semin Orthod. 15:2-13, 2009.
9. **Farronato, G.; Periti, G.; Farronato, D.; Maggipinto, C.; Huanca Ghislanzoni, L. and Magistro, S.:** *Aspetti Tecnici e Dosimetrici in Radiologia Odontoiatrica*, Dent Mod. 5:54-56, 2008.
10. **Farronato, G.; Farronato, D.; Toma, L. and Bellincioni, F.:** *A Synthetic Three-Dimensional Craniofacial Analysis*, J Clin Orthod. 44:673-679, 2010.
11. **Teutsh, C.:** *Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Scanners*, Shaker Verlag, 2007.
12. **Farronato, G.; Maspero, C.; Giannini, L. and Farronato, D.:** *Occlusal splint guides for presurgical orthodontic treatment*, J Clin Orthod. 42:508-512, 2008.

## Dall'odontoiatria fino all'ortodonzia: così gli esami diventano in 3D con la tomografia a fascio conico

di Alessandra Grandi \*

L'uso della tomografia a fascio conico (Cbct) sta diventando di largo impiego per molte applicazioni, grazie all'introduzione di apparecchiature sempre più sofisticate e alla evoluzione dei software dedicati all'elaborazione tridimensionale delle immagini. L'esame Cbct delle strutture cranio-facciali, in particolare, è attualmente in grande espansione e sta diffondendosi come indagine di routine in molti campi. Generalmente l'esame è prescritto per motivi odontoiatrici, implantologici, ortodontici, chirurgici, otorinolaringoiatrici: esso permette di avere immagini tridimensionali di buona qualità, con un contenuto informativo di molto superiore a quello delle immagini bidimensionali tradizionali, a fronte di un'esposizione alla radiazione ionizzante di gran lunga inferiore alle tomografie tradizionali. Di recente applicazione è lo studio volumetrico delle vie aeree, reso possibile dall'evoluzione dei software di ricostruzione 3D che permettono attualmente di riprodurre e misurare con estrema accuratezza il calibro delle vie aeree.

Le apnee notturne rappresentano un problema diffuso, il trattamento ottimale di questo disturbo prevede una diagnosi corretta e completa, infatti generalmente questo disturbo è

*Questa tecnica si sta diffondendo come indagine di routine in molti campi e permette di avere immagini tridimensionali di buona qualità con un contenuto informativo molto ricco*

strettamente associato all'obesità; l'indagine Cbct può essere utile a evidenziare pazienti a rischio respiratorio che non siano affetti da obesità.

La novità di questo approccio sta nel fatto che l'utilizzo della Cbct nella pratica routinaria specialistica permette di valutare e identificare immediatamente i pazienti che hanno caratteristiche anatomiche che li predispongono a sviluppare disturbi respiratori notturni. In ortodonzia l'indagine Cbct (di basso indice rischio/beneficio) può essere prescritta nell'ambito dell'iter diagnostico poiché contiene quelle informazioni che generalmente si ottengono con più radiografie tradizionali e permettono, tra l'altro, la misurazione del volume delle vie aeree. Quest'ultima applicazione sta diventando un metodo di

screening per quei pazienti che hanno caratteristiche anatomiche critiche e potrebbero sviluppare o hanno già sviluppato disturbi respiratori notturni da ostruzione.

È dimostrato da diversi studi che alterazioni nello sviluppo della crescita facciale possono determinare riduzione di calibro delle vie aeree e quindi predisporre alle apnee notturne.

La meccanica di questo disturbo è molto semplice: la riduzione delle dimensioni delle vie aeree aumenta la resistenza al flusso aereo, richiede più sforzo inspiratorio per creare un maggior gradiente pressorio e far arrivare aria ai polmoni. Le vie aeree si comportano come un tubo elastico e flessibile, si possono pertanto collassare in presenza di un forte gradiente pressorio. Le strutture mobili come la lingua, le narici, il palato molle, l'epiglottide, che si comportano come valvole naturali, possono diventare più mobili della norma sotto l'effetto di un'elevata pressione respiratoria: quando le vie aeree sono strette si crea un aumento di pressione tale che può portare al loro collasso.

Il dottor David Hatcher (noto specialista statunitense in Radiologia orale e maxillo-facciale, [www.ddcenters.com](http://www.ddcenters.com)) ha discusso in un suo recente articolo (*Cone-Beam computed tomography: Craniofacial and Airway analysis*. David C. Hatcher, Sleep Med

\* *Imaging center, Parma*

Clin. Vol. 5. 2010) l'utilizzo della Cbct per rappresentare tridimensionalmente il volume delle vie aeree e individuare tre possibili aree anatomiche che con la loro variazione possono contribuire a sviluppare un disturbo del sonno correlato a ostruzione respiratoria.

Le più recenti apparecchiature Cbct sono dotate di protocolli che espongono a dosi di radiazione ampiamente giustificate con un indice rischio/beneficio molto basso per indagini diagnostiche non solo in ortodonzia. La loro evoluzione offre attualmente an-

che la possibilità di una valutazione anatomica accurata e tridimensionale. L'applicazione in modo seriale di questa tecnica di imaging potrebbe contribuire a prevenire e curare la comparsa delle affezioni respiratorie ostruttive notturne. ●

# Chirurgia maxillo-facciale, impianti e odontoiatria: le nuove frontiere dell'imaging nella scelta delle cure

di **Giorgio Pedretti** \*

**O**ndotaiatri chirurgi orali e maxillo-facciali sono stati testimoni di una profonda metamorfosi delle convenzionali terapie conservative e chirurgiche; infatti, durante l'ultimo decennio grazie alle ricostruzioni scheletriche, all'osteodistruzione e all'implantologia osteointegrata si è assistito a un grande cambiamento diagnostico e terapeutico delle dismorfosi del distretto dento-oro-facciale ovvero tutte quelle malformazioni dentali scheletriche e dei tessuti molli congenite o acquisite, conseguenti a una patologia o a un trauma.

Solo la tradizionale terapia conservativa dentale continua a essere attuale mentre la pur relativamente giovane chirurgia maxillo-facciale necessita, alla luce di tali innovazioni terapeutiche, di essere suddivisa in due branche specialistiche: oncologia e terapia d'urgenza da una parte, chirurgia ricostruttiva preimplantare e trattamento delle dismorfosi scheletrico-dentali dall'altra.

Tutto ciò permette riabilitazioni estetiche e funzionali di quei casi clinici le cui dismorfosi, in un recente passato, rappresentavano una controindicazione al trattamento stesso e i pazienti, specialmente più giovani, erano condannati a terapie di supporto quali a esempio riabilitazioni mediante protesi totali removibili, pagando un alto contributo in termini psicologici e di vita di relazione.

Se, da una parte, tutto questo cambiamento ha offerto al paziente grandi possibilità terapeutiche, dall'altra,

*Le innovazioni terapeutiche impongono interdisciplinarietà, accurati piani di trattamento e l'impiego di macchine di ultima generazione e a basso dosaggio radiogeno*

ha esposto gli operatori a maggiori responsabilità e rischi professionali. Da qui la necessità di trattamenti interdisciplinari e di accurati piani di trattamento derivanti da indagini strumentali pre e post-chirurgiche sempre più sofisticate, a basso rischio biologico e conseguentemente ripetibili nel corso terapeutico. L'utilizzo della radiologia a scopo diagnostico e in particolare la tomografia computerizzata, deve rappresentare la routine.

La necessità di sottoporre più volte un paziente ad accertamenti radiologici nel corso di un complesso trattamento riabilitativo ci induce a richiedere alla ricerca e all'industria apparecchiature a elevata definizione di immagine con bassissimo dosaggio radiogeno.

L'ortopantomografo (Opt) risale agli anni Sessanta e ha ottenuto grande diffusione negli anni successivi in quanto ha consentito all'utilizzatore

clinico una buona diagnosi odontoiatrica e maxillo-facciale dovuta alla visualizzazione in un'unica immagine di un ampio distretto anatomico ma con tutti i limiti legati all'imaging bidimensionale non sempre di facile interpretazione in quanto l'odontoiatra e il chirurgo dovevano, all'atto operatorio, trasferire le informazioni bidimensionali acquisite non su di un piano ma sul volume anatomico 3D del paziente.

L'avvento della Tc ha permesso il passaggio da un'immagine proiettata 2D a una tridimensionale e la recente applicazione clinica della tecnologia Cbct (Cone beam computed tomography), nata alla fine degli anni Novanta, ha implementato le possibilità applicative e diagnostiche sui pazienti odonto maxillo-facciali.

Le basse dosi di radiazioni, i bassi costi, l'alta definizione delle immagini digitali 3D e il ridottissimo ingombro richiesto per l'istallazione permettono un utilizzo ambulatoriale, con conseguenti enormi benefici diagnostici e terapeutici, a tutto vantaggio dei pazienti.

Le possibilità di errore legate a cattiva interpretazione d'immagine 2D, alla loro distorsione e sovrapposizione di strutture anatomiche sono praticamente annullate.

A tale proposito si può affermare come la tecnologia tomografia volumetrica 3D Cbct è già entrata nella seconda fase d'evoluzione e siamo già proiettati al suo utilizzo in vari campi d'applicazione clinica.

Questa relativamente nuova tecnologia nata a supporto dell'odontoiatria si sta infatti diffondendo ad altri

\* Studio medico dottor Pedretti, Lecco



## Immagini dal futuro

### la radiologia 3D in odontoiatria

settori diagnostici quali l'implantologia dentale, la chirurgia maxillo-facciale, l'ortopedia per lo studio delle piccole articolazioni, la chirurgia della mano, l'otorinolaringoiatria e nello studio vascolare del distretto testa collo dove è possibile, a esempio, evidenziare calcificazioni arteriose.

Cosa certa è che la diagnostica del distretto dento-oro-facciale si sta avvalendo sempre più della tecnologia tomografia volumetrica Cbct dove le possibili applicazioni necessitano d'individuare metodi oggettivi attraverso i quali sia possibile la valutazione di immagini tridimensionali essenziali nella routine clinica.

Il volume d'informazioni ottenibili con questa tecnologia non è solo una valida alternativa alla diagnostica radiografica convenzionale come l'ortopantomografia (Rx panoramica) o Tc spirale ma sono a volte indispensabili per una moderna e corretta diagnosi che può riguardare a esempio:

- il controllo morfologico tridimensionale della crescita delle ossa facciali;
- la comprensione dei cambiamenti estetici e funzionali che intervengono in seguito a trattamenti di chirurgia ortognatica come la valutazione morfologica del viso;
- l'orientamento anatomico tridimensionale delle componenti delle articolazioni temporo mandibolari e dei denti;
- l'individuazione e il controllo delle forze generate dalla muscolatura.

Nella pratica diagnostica e clinica odontoiatrica le apparecchiature Cbct trovano la maggiore applicazione nel campo implantologico dentale offrendo grande precisione nello studio del volume osseo e nello staging dopo gli interventi chirurgici.

È di routine nella valutazione delle lesioni apicali (granulomi radicolari), nella stadiazione e nella valutazione a distanza della malattia parodontale

(piorrea), nella valutazione dei terzi molari in inclusione ossea e delle ectopie dentali di elementi sovranumerari e inclusi.

Offre ottimi risultati nello studio dell'articolazione temporo mandibolare, è eccellente nello studio dei seni paranasali per la valutazione di tutte le loro possibili dimorfosi e patologie.

La Cbct è una tecnologia extra orale che ottiene immagini attraverso l'emissione di un fascio d'irraggiamento a cono che accoglie tutto il distretto anatomico che deve essere esaminato. La dose di radiazioni necessaria, espressa in  $\mu\text{Sv}$ , è ampiamente inferiore rispetto alla Ct convenzionale spirale.

*La radiografia volumetrica 3D, indicata in tutte le indagini odontoiatriche, presenta costi decisamente ridotti*

Il sievert è l'unità di misura della dose equivalente di radiazione nel sistema internazionale ed è una misura degli effetti e del danno provocato dalla radiazione su un organismo.

La qualità d'immagine fornita dai tomografi volumetrici per la valutazione dei tessuti duri, esempio tessuto osseo, è assolutamente paragonabile se non superiore alla tecnologia Ct spirale.

Questo sistema, molto veloce nell'acquisizione dei dati, consente l'erogazione di basse dosi di radiazioni. La sostanziale riduzione della dose radiante emessa al paziente riduce il costo biologico in termini di danno cellulare e rappresenta il principale vantaggio della

tecnologia Cbct rispetto alla Tc convenzionale.

Il tutto è reso possibile dall'emissione non continua ma pulsante della radiazione che avviene in un tempo di scansione limitato ("10/20"). La dose effettiva di radiazione può essere ridotta del 95/98% se paragonata alla convenzionale Tc, inferiore anche alla radiazione cosmica acquisita in un viaggio aereo da Roma a Sydney (150  $\mu\text{Sv}$ ).

Ciò significa che la dose erogata al paziente è paragonabile a quella di uno status radiografico endorale completo (13-100  $\mu\text{Sv}$ ), 2-3 ortopantomografie convenzionali (3-15  $\mu\text{Sv}$ ), una dose considerevolmente ridotta (di circa 20 volte) rispetto a una Tc spirale.

In conclusione la radiografia volumetrica 3D in odontoiatria e chirurgia maxillo-facciale, divenuto esame di routine, non deve essere riferita alla sola implantologia che pur ne trae un enorme beneficio in termini di dosaggio radiologico offrendo un'invasività minima se paragonata alla Tc convenzionale ospedaliera, ma è indicata in tutte le indagini odontoiatriche dalla stadiazione della malattia parodontale all'endodonzia. Infatti la possibilità di esaminare piccoli volumi anatomici con bassissimo irraggiamento del paziente e la possibilità di ottenere immagini ad alta risoluzione ne fanno ormai l'esame d'eccellenza. Non trascurabili sono i costi decisamente ridotti sia per il paziente che gestionali.

La Cbct è quindi una grande opportunità per il chirurgo che finalmente ha a disposizione presso il proprio studio una tecnologia semplice nella gestione ma altamente qualificata che permette di ottenere istantaneamente e a basso costo informazioni insostituibili per una corretta pianificazione terapeutica e un semplice supporto di follow-up del trattamento di ogni singolo paziente. ●