

Digital Dentistry

**Massimiliano Politi, Riccardo Scaini,
Matteo Deflorain, Andrea Parenti,
Luca Fumagalli**

Parte 1: progettazione implantare, metodiche di ricostruzione volumetriche

Massimiliano Politi

DDS; Reparto di Ortodonzia ed
Odontoiatria Infantile (Responsabile:
Dott.sa Giovanna Perrotti)
IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi
Servizio di Odontostomatologia
(Direttore: Prof. R.L. Weinstein)

Riccardo Scaini

I.R.C.C.S. – Istituto Ortopedico
Galeazzi, Servizio di
Odontostomatologia. Direttore:
Prof. R. L. Weinstein - Reparto di
Implantologia e Riabilitazione Orale.
Responsabile: Dr. Tiziano Testori

Matteo Deflorain

IRCCS- Istituto Ortopedico Galeazzi.
Servizio di Odontostomatologia
(Direttore: Prof. R.L.Weinstein).
Reparto di Implantologia e
Riabilitazione Orale (Responsabile:
Dr. Tiziano Testori)

Andrea Parenti

I.R.C.C.S. -Istituto Ortopedico
Galeazzi, Servizio di
Odontostomatologia Direttore:
Prof. R.L. Weinstein - Reparto di
Implantologia e Riabilitazione Orale.
Responsabile Dr.Tiziano Testori

Luca Fumagalli

DDS; Reparto di Implantologia e
Riabilitazione Orale (Responsabile:
Prof. Tiziano Testori). IRCCS Istituto
Ortopedico Galeazzi. Servizio di
Odontostomatologia (Direttore: Prof.
R.L. Weinstein)

INTRODUZIONE

La moderna odontoiatria, soprattutto in ambito riabilitativo implanto-protetico, si avvale del digitale come strumento diagnostico, di programmazione chirurgica e di finalizzazione protesica. Esistono diversi software di programmazione implantare sul mercato e ognuno ha i suoi punti di forza e di debolezza, mettendo a disposizione del clinico numerosi strumenti per gestire nel miglior modo possibile ogni singolo caso.

Lo scopo di questo articolo è quello di valutare i possibili algoritmi di ricostruzione volumetrica, che possiamo utilizzare con software dedicati all'imaging 3D, con i relativi vantaggi e svantaggi, così da rendere più chiaro al clinico quando utilizzare determinate metodiche piuttosto che altre.

RICOSTRUZIONI SIMIL-BIDIMENSIONALI

L'esame CT / CBCT è un esame volumetrico che, grazie a software dedicati all'imaging 3D, può essere ricostruito nelle tre dimensioni. Esistono alcuni algoritmi di ricostruzione dell'immagine che da esame tridimensionale permettono di fare l'inverso, cioè ricavare un'immagine bidimensionale definita "sinterizzata".

Gli algoritmi applicabili per la ricostruzione sono il Ray-Sum e la MIP (Maximum Intensity Projection) che possono essere applicati ad ogni esame tomografico.

RAY-SUM

Il Ray-Sum è una metodica che permette di ottenere un'immagine molto simile alle classiche radiografie. Consiste nel sommare, lungo la stessa colonna di voxel nella direzione della vista, i valori TC/grigi e dividere il

risultato per il numero di voxel. La differenza dalla classica radiografia proiettiva è che non c'è nessun ingrandimento né distorsione delle strutture (Fig. 1).

Fig. 1 Radiografia RAY-SUM: esempio di una teleradiografia latero-laterale, ottenuta da file DICOM, utilizzando l'algoritmo Ray-Sum.



Fig. 2 Radiografia MIP: esempio di una teleradiografia latero-laterale, ottenuta da file DICOM, utilizzando l'algoritmo MIP.

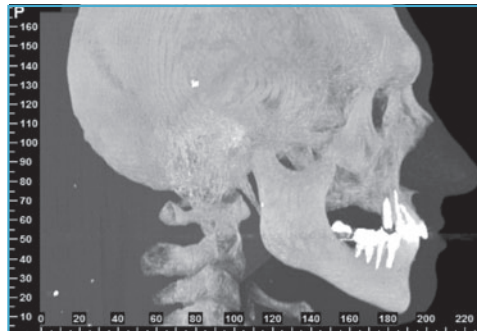


Fig. 3 Ricostruzione simil-panoramica di un paziente.

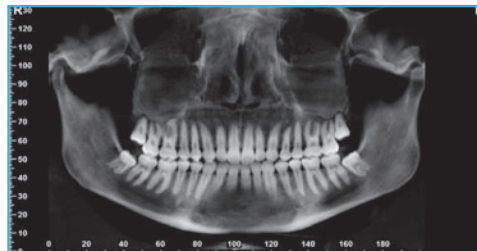
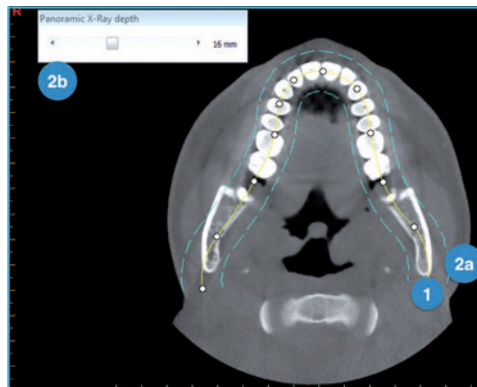


Fig. 4 Rappresentazione di come viene settata la simil-panoramica: viene tracciata la curva panoramica (1); viene stabilito lo spessore che deve comprendere la futura radiografia (2a); in alcuni software è presente un cursore che permette di indicare, in millimetri, lo spessore da scegliere (2b).



MIP

La MIP è una metodica che invece mostra soltanto le strutture più radiopache. Consiste nello scegliere il valore TC/Grigio più alto lungo la stessa colonna di voxel nella direzione della vista (Fig. 2).

SIMIL-PANORAMICA

Tra le radiografie ottenibili è possibile ricavare anche una simil-panoramica: è definita "simil" perché non tutte le strutture sono comprese nell'immagine finale ma è possibile stabilirlo a priori così da non avere sovrapposizioni di strutture non necessarie (Figg. 3,4).

Se si vuole utilizzare delle radiografie bidimensionali ottenute da esame volumetrico è preferibile utilizzare l'algoritmo Ray-Sum quando si ha come obiettivo la visione di tutte le strutture scheletriche, mentre se l'obiettivo è evidenziare i contorni di una determinata struttura è preferibile scegliere la MIP¹.

DENTAL SCAN

Il "dental-scan" non è altro che l'elaborazione di un esame tomografico, il quale viene diviso in molte sezioni radiali (cross-section) lungo la curva che segue l'arcata maxillare/mandibolare (Fig. 5).

Il poter avere a disposizione un esame volumetrico per ottenere solo una sommatoria di immagini bidimensionali è assolutamente riduttivo. Questo non permette di apprezzare completamente delle strutture come quelle del distretto maxillo-facciale che sono tridimensionali e possono presentare delle peculiarità o anomalie di non sempre facile interpretazione se non valutate con un approccio che comprenda le tre dimensioni dello spazio (assiale, sagittale e coronale e 3D) (Fig. 6).

Da tenere in considerazione sono anche gli spessori con cui vengono eseguite le sezioni radiali: più è grande lo spessore minore

sarà la nostra capacità di avere dei dettagli fini della struttura. Inoltre il posizionamento di un impianto può interessare pochi o molti tagli radiali a seconda dell'inclinazione con cui viene inserito. Questo problema, spesso sottovalutato, viene meno quando è utilizzato un software che permette di valutare le strutture intorno all'impianto con estrema precisione eliminando complicità durante l'atto chirurgico (Fig. 7).

RENDERING VOLUMETRICI

I dati volumetrici acquisiti da una TC/CBCT non contengono solo le strutture di interesse ma rappresentano lo spazio che racchiude l'oggetto acquisito in base al campo di acquisizione impostato/richiesto (FOV). Questo spazio è composto dai voxel esterni che hanno assorbito la minor dose di radiazioni (costituiti dall'aria attorno alla testa del paziente). Per raggiungere le strutture di nostro interesse devono essere eliminati tutti i voxel esterni⁵.

Esistono fondamentalmente due metodiche che permettono di far ciò: 3D Surface Rendering e il Volume Rendering.

VOLUME RENDERING

Questo algoritmo considera che ogni voxel sia composto da una combinazione di tessuti: "Percentage Classification".

Esso permette di rappresentare l'intero volume e non soltanto la superficie; potenzialmente tutti i voxel appaiono visibili, ma la trasparenza è selettivamente applicata così che noi possiamo osservare il volume al suo interno. Esiste la possibilità di applicare al volume una serie di filtri(kernel) che permettono di evidenziare strutture differenti⁵ (Fig. 8).

3D SURFACE RENDERING O TECNICA DI SEGMENTAZIONE

È definito come sistema binario, perché stabilendo un valore soglia massimo-minimo solo i voxel che si trovano all'interno

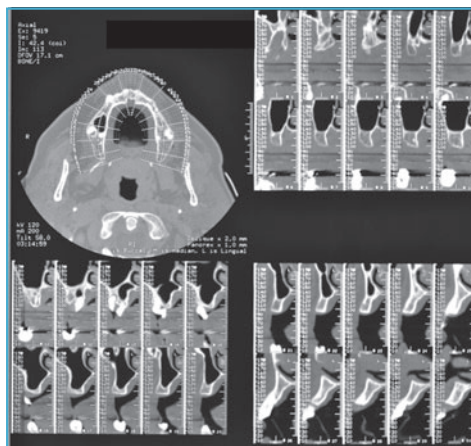


Fig. 5 Immagine di una classica pellicola Dental-Scan.

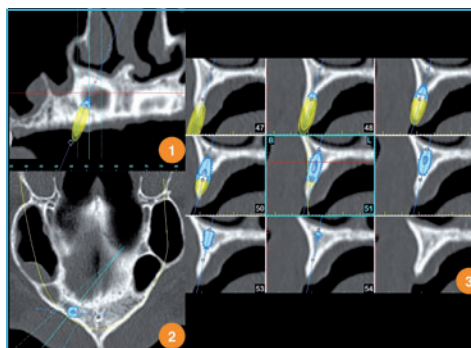


Fig. 6 Evidenziazione su Simil-panoramica della progettazione implantare (1); Rappresentazione sul piano assiale della posizione implantare (2); ricostruzione di sezioni radiali della zona in cui è stato posizionato virtualmente l'impianto (3).

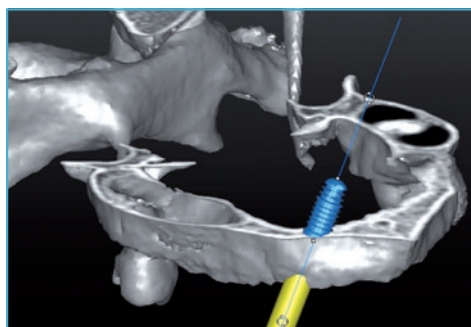


Fig. 7 Rendering 3D della struttura maxillare, sezionata assialmente per apprezzare l'inclinazione dell'impianto ed eventuali problematiche associate a quel sito implantare.



Fig. 8 Volume Rendering di un esame tomografico: utilizzo di un kernel osseo (a); utilizzo di un kernel con ossa e denti in trasparenza (b).

di questa soglia vengono ricostruiti, mentre tutti gli altri diventano invisibili. Il valore soglia viene scelto in base alla struttura da ricostruire e ci si basa sulla scala Hounsfield.

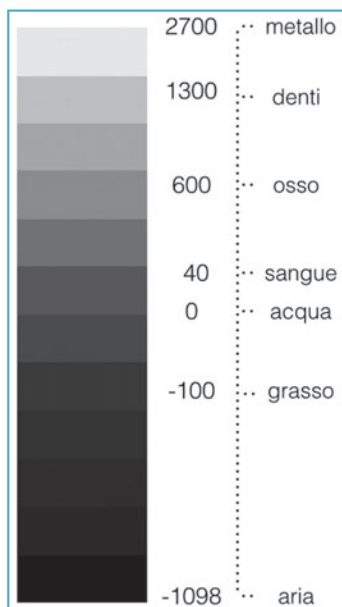


Fig. 9 Rappresentazione della Scala Hounsfield.

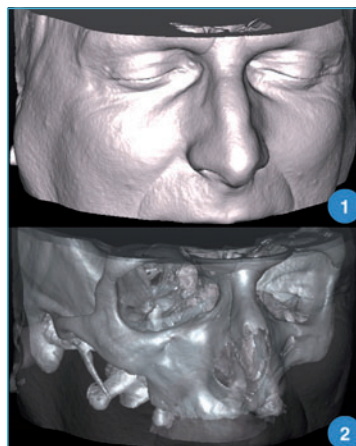


Fig. 10 Segmentazione: Ricostruzione dei tessuti molli del paziente (1); Ricostruzione dei tessuti molli (in trasparenza) e dei tessuti duri (opachi) del paziente (2).

Questa sistematica permette di separare arbitrariamente il volume acquisito in diverse strutture (ossa, denti, vie aeree e cute) in base al filtro soglia pre-stabilito (Figg. 9,10).

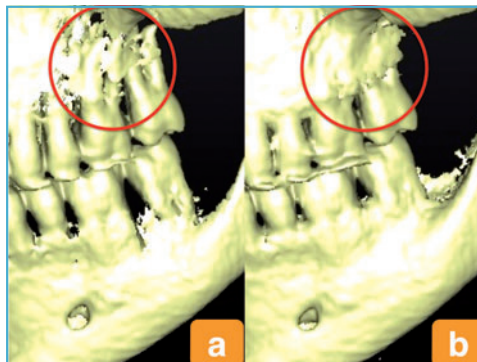
Esistono, nei vari software, dei filtri soglia già "impostati", ma è molto rischioso utilizzare quelli pre-settati perché non tutte i macchinari TC/CBCT utilizzano le stesse impostazioni (Kv, mAs, tempo di esposizione) e non tutti i software presentano le stesse sogliature². I fattori influenzanti³ la segmentazione sono (Fig. 11):

- spessore e mineralizzazione dell'osso;
- risoluzione spaziale e contrasto del macchinario;
- algoritmo di ricostruzione del software;
- abilità dell'operatore.

Esistono delle strutture che possono essere maggiormente soggette ad errori nella sogliatura a causa della loro ridotta mineralizzazione come la zona del tuber e del palato nel mascellare superiore e del versante linguale nella zona posteriore della mandibola⁴.

Il vantaggio del Volume Rendering rispetto al 3D Surface è la possibilità di mostrare i dati acquisiti senza classificarli con la sogliatura, mentre quello del 3D Surface Rendering è di poter separare le strutture arbitrariamente e ottenere un file STL (potenzialmente fresabile o stampabile). Maneggiare in maniera corretta la tecnica della segmentazione richiede tempo, esperienza e corsi dedicati a questo tipo di metodica.

Fig. 11 Errori di sogliatura: scegliendo un valore soglia troppo alto si creano dei difetti ossei che in realtà non esistono (a); utilizzando il valore soglia corretto i difetti ossei scompaiono (b).



BIBLIOGRAFIA

1. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Birte M. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod dentofac Orthop* 2008;134:798-802.
2. Engelbrecht WP, Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. The influence of the segmentation process on 3D measurements from cone beam computed tomography-derived surface models. *Clin Oral Invest* 2013; 17:1919-1927.
3. Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod* 2008; 78:387-395.
4. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:627-637.
5. Perrotti G, Politi M. Principi base sull'utilizzo della CBCT in odontoiatria. In: Perrotti G, Testori T, Politi M. *Imaging, 3D e Odontoiatria*. Milano: Quintessenza Edizioni 2014,17-29.

Indirizzo per la corrispondenza:
Dr Massimiliano Politi
Via G. Rubini, 22
22100 Como
massimiliano.politi@hotmail.com