



MAURO **LABANCA**  
LUIGI FABRIZIO **RODELLA**

# GUIDA CLINICA E ANATOMICA ALLA CHIRURGIA ORALE

 **QUINTESSENCE PUBLISHING**

**Berlin | Chicago | Tokyo**  
**Barcelona | London | Milan | Mexico City | Moscow | Paris | Prague | Seoul | Warsaw**  
*Beijing | Istanbul | Sao Paulo | Zagreb*



Come si legge un QR Code?

All'interno del libro troverete dei QR Code collegati a relativi filmati. Per accedere a questi filmati bisogna scansionare il QR Code. È quindi necessario installare sul proprio dispositivo mobile una App specifica per la lettura ottica del codice. Ce ne sono moltissime disponibili gratuitamente per Android su GooglePlay, o IOS su App Store di iTunes (QR-Reader o altre). Una volta scaricata la App, si inquadra con la fotocamera del proprio smartphone o tablet il QR Code fino a quando un segnale acustico ci avviserà dell'avvenuta acquisizione a questo punto sarà possibile guardare il filmato.

ISBN: 88-7492-066-0  
978-88-7492-066-2



Copyright © 2020 by  
Quintessenza Edizioni S.r.l.  
via Ciro Menotti, 65 - 20017 Rho (MI) Italy  
Tel.: +39.02.93.18.08.21 - Fax: +39.02.93.18.61.59  
E-mail: [info@quintessenzaedizioni.it](mailto:info@quintessenzaedizioni.it)  
[www.quintessenzaedizioni.com](http://www.quintessenzaedizioni.com)

Tutti i diritti sono riservati

Il libro e ogni sua parte sono coperti da copyright. Ogni utilizzo o commercializzazione al di fuori dei limiti del copyright, senza il consenso dell'editore, è illegale e soggetto a procedimento giudiziario. Questo vale in particolare per riproduzioni fotostatiche, copie, circolari, duplicazioni, traduzioni, microfilm, elaborazioni elettroniche e raccolta di dati.

Stampato in Italia

Ai miei genitori, grazie al cui amore,  
aiuto ed insegnamenti ho potuto ottenere  
tutto questo e molto altro.  
Ai miei adorati figli Gi e Tia,  
sperando sappiano perdonarmi  
per il tempo a loro sottratto  
e possano un giorno capire  
quanto ho cercato di fare  
per garantire loro un buon futuro,  
quanto bene ho sempre voluto loro  
con la speranza che possano  
volermene altrettanto.





**Mauro Labanca** MD, DDS, FICD Laureato in Medicina e Chirurgia presso l'Università degli Studi di Milano, ottiene le specializzazioni in Chirurgia dell'Apparato Digerente ed in Odontostomatologia presso la stessa Università. È International Speaker e

Key Opinion Leader per le più importanti aziende nel settore Odontoiatrico. Il Prof. Mauro Labanca è Regent per l'Italia, Registrar per la sezione Europea ed international Councilor per il Board Mondiale dell'ICD (International College of Dentists). È coautore del testo atlante "Anatomia Chirurgica per l'Odontoiatria", attualmente alla sua seconda edizione, del libro "Clinical Neurochemical and Experimental Aspects of Orofacial Pain in Dentistry", del DVD "L'anatomia Chirurgica nella pratica Odontoiatrica". È autore del DVD "Le suture in Odontoiatria: quali materiali e quali tecniche di annodamento" anch'esso alla sua seconda edizione.

Dal 2001 tiene con cadenza annuale, in qualità di ideatore e direttore, il corso di Anatomia Chirurgica e di Tecniche Avanzate in Implantologia con esercitazioni su Cadavere sia a Vienna che a Brescia; il corso è ora alla sua XXV edizione. Nel 2006 ha ideato, organizzato e diretto il I Master in Comunicazione e Marketing nella Medicina e nell'Odontoiatria privata presso l'Università IULM (Libera Università di Lingue e Comunicazione) di Milano. Dal 2008 a tutt'oggi è professore a C. di Anatomia al Corso di Laurea in Medicina presso l'Università degli Studi di Brescia. Nel 2009 è co-fondatore e vice presidente della Società Italiana per lo Studio del Dolore Oro-facciale (SISDO). Nel 2011 è fondatore e presidente della "Labanca Open Academy" (LOA), associazione nata con la finalità di promuovere la crescita delle competenze umane e professionali nell'ambito dell'Odontoiatria attraverso il contributo attivo della rete di colleghi che hanno, nel corso degli anni, partecipato ai suoi corsi. Nel 2014 viene eletto presidente della commissione per l'ammissione dei soci attivi della Digital Dentistry Society (DDS).



**Luigi F. Rodella** MD, MSc, FICD Professore Ordinario di Anatomia Umana presso la Sezione di Anatomia e Fisiopatologia del Dipartimento di Scienze Cliniche e Sperimentali dell'Università degli Studi di Brescia.

- Responsabile del Settore Anatomico.
- Vicedirettore del Centro di Ricerca Interdipartimentale "Adattamento e rigenerazione dei tessuti e degli organi."
- Coordinatore del Gruppo di Ricerca per lo studio della Neuroanatomia, dell'Anatomia Craniofacciale e dell'Anatomia Endoscopica.
- Coordinatore del Gruppo di Ricerca per lo studio della Rigenerazione dei Tessuti e degli Organi.
- Dal 2017 è Coordinatore della Scuola Aggregata in Medicina dello Sport e dell'Esercizio Fisico.
- Dal 2018 è Presidente del Corso di Studio in Medicina e Chirurgia.
- Docente nei Corsi di Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia e Odontoiatria e Protesi Dentaria e diverse Scuole di Specializzazione.
- Docente e coordinatore scientifico di Corsi di Dissezione e di Anatomia Chirurgica della testa e del collo.
- Past-president della Società Italiana per lo Studio del Dolore Oro-facciale; Fellow dell'International College of Dentists; membro di: Società Italiana di Anatomia ed Istologia; American Association of Clinical Anatomists; International Association for the Study of Pain; Labanca Open Academy.
- Autore di oltre 230 pubblicazioni su riviste internazionali.
- Autore e curatore di libri, capitoli di libro e di monografie di Anatomia Umana; Anatomia Microscopica; Anatomia Topografica; Anatomia Chirurgica per l'Odontoiatria, Neuroscienze.
- Fa parte dell'Editorial Board di: Journal of Dentistry, World Journal of Translational Medicine, World Journal of Stomatology; Academic Editor di PLOS ONE e dell'International Journal of Molecular Sciences.

# PREFAZIONE

---

Quando un importante editore ti chiede di scrivere un libro vivi, come autore, due sentimenti contrastanti, entrambi molto forti. Da un lato la grande gioia ed emozione, unita a soddisfazione, di essere evidentemente (a torto o a ragione) considerato credibile per parlare di quell'argomento che ti viene richiesto. Ma, dall'altro, quello di pensare se e cosa davvero ci possa ancora essere da dire, scrivere o raccontare su un argomento, come quello della Chirurgia Orale, su cui molti autori (e tra loro alcuni anche di grande fama) hanno già ampiamente scritto.

Ponendomi allora questi interrogativi ho pensato di dare a questo lavoro il taglio che da sempre accompagna ogni mia attività didattica, dalla più semplice conferenza alla più importante relazione o lezione accademica.

E cioè non quello dell'insegnamento (già troppi mi hanno preceduto in questa direzione) ma quello della

condivisione di conoscenze e di un approccio che possa innanzitutto riportare alla giusta e dovuta centralità il paziente e, come diretta conseguenza, il nostro operare in un'ottica più medica in senso lato e meno esclusivamente operativa.

Parlando con i colleghi durante i vari incontri o congressi, la lamentazione più frequente e comune che raccolgo è quella di essere spesso visti e considerati, dai pazienti e da colleghi di altre specialità sanitarie, come medici di serie B. Ci siamo mai realmente chiesti il perché?

Ci siamo mai seriamente chiesti perché la nostra prima visita, momento diagnostico di primaria importanza come ogni prima visita o consulenza, sia troppo spesso banalizzata, pretesa (od ostentatamente offerta) come gratuita?

Non è forse anche un po' per una nostra responsabilità, che ci porta a volte a redigere un preventivo e non invece a verificare uno stato di salute, effettuare una diagnosi e, solo dopo e se richiesto, elaborare un piano di cure con i relativi costi?

Come dicevo in un mio articolo citando uno studio statunitense, il paziente spesso vede il dentista come *"un meccanico che cambia parti della tua macchina ma, non essendo un esperto, non saprai mai se ti sta imbrogliando o meno!"*

Alla luce di tutto ciò, l'intento di questo lavoro è stato quello di partire da un approccio più medico, che ponga innanzitutto il paziente al centro della nostra visita e pianificazione del trattamento da proporre. Per fare adeguatamente questo la conoscenza dell'anatomia è a mio avviso prioritaria ed indispensabile. Non esiste una chirurgia maggiore o minore, ma **una chirurgia** che, se ben fatta, risolve un problema; se mal fatta, ne fa parte. Pertanto questo libro metterà l'anatomia e la biologia al centro di tutta la sua trattazione. Troppo spesso si legge o si sente parlare di chirurgia guidata dalle mascherine, dalla radiologia, da software vari. Occorre non dimenticare mai che la vera guida per la chirurgia è solo e soltanto l'anatomia, quella vera ed applicata sul campo. Ed è per questo motivo

che questo libro nasce e non potrebbe esistere senza il contributo insostituibile ed essenziale dell'amico Prof. Luigi Rodella, non solo anatomico puro di fama internazionale ma anche e soprattutto persona che da anni si occupa specificatamente di anatomia del cavo orale, della testa e del collo. Occorre una dovuta spiegazione a questo riguardo: ritengo profondamente sbagliato e poco rispettoso per i lettori che di anatomia possa parlare o scrivere un chirurgo o un odontoiatra, per quanto esperto o informato sull'argomento. L'anatomia è una scienza ampia e complessa, che richiede una grande esperienza conoscitiva, frutto non solo di studio ma di anni di didattica e di verifica sul campo. L'anatomia è fatta di varianti e le varianti si apprendono con il confronto su molti, moltissimi casi di dissezione; esperienza, quindi, non certo paragonabile a quella che un clinico, per quanto esperto, può avere. Ma anche essere anatomico non basta. Così come non può esistere un odontoiatra che sappia fare bene tutto, dall'ortodonzia all'implantologia passando per l'endodonzia, nella stessa misura non può esistere un anatomico che abbia uguale profondità di conoscenza dal sistema nervoso a quello scheletrico. Ecco perché il Prof. Rodella risulta essere in questo senso la figura di riferimento: per aver saputo e voluto, nell'arco di un'esperienza ventennale, acquisire una smisurata esperienza proprio nel distretto oro-facciale, che lo ha portato a pubblicare libri ed articoli su questo specifico argomento, oltre a svolgere un'immensa attività didattica sia in ambito accademico che in abbinamento alle mie attività formative. Grazie quindi al suo prezioso contributo ed alla sua guida abbiamo realizzato a quattro mani questo libro che ci auguriamo possa, non certo insegnare nulla di sconvolgentemente nuovo ma, forse, rendere più chiaro ed applicabile quanto sarebbe, a mio giudizio, fondamentale sapere per poter praticare una chirurgia in linea con l'antico adagio *"primum non nocere"*.

Un antico proverbio afferma: *"dai un pesce ad una persona e la sfamerai per un giorno, insegnagli a pescare e lo sfamerai per tutta la vita"*. Fedele a questo

saggio detto che ha da sempre guidato la mia attività didattica, nel libro cercherò di guidare il lettore verso la comprensione logica e sensata di una scelta, sia essa chirurgica o di materiale; spero con questo di poter aiutare ad imparare a pescare e, quindi, imparare ad agire non seguendo le mode del momento ma guidati da un lucido pensiero. Infine, quando si tratta di scrivere un libro, così come preparare un corso, la domanda che mi ha sempre assillato è la seguente: *"dico tutto ciò che so sull'argomento, dico ciò che può risultare sufficiente sull'argomento, dico tutto ciò che gli altri pensano io sappia sull'argomento, oppure, ancora, dico ciò che gli altri vogliono sentire sull'argomento?"* All'apparenza un quesito sciocco, ma che mi ha sempre accompagnato, facendomi cercare, ogni volta, di condividere (non amo il termine insegnare, perché quando ci si rivolge agli altri con l'intento di condividere si può anche ricevere oltre che dare) quanto davvero conosco sull'argomento, con il timore di poter dimenticare qualche cosa. Chi ti ascolta non sa se potevi aggiungere altro, ma tu sì!

Poiché un libro è come una sinfonia, il direttore d'orchestra poco potrebbe fare senza il prezioso contributo di ogni singolo orchestrale, che con un fine lavoro corale riesce a rendere realizzabile il concerto nella sua totalità. Ed è per questo motivo che voglio allora ringraziare i molti colleghi ed amici che con il loro contributo scientifico e consulenziale hanno reso questo lavoro possibile e migliore. A tutti loro va il mio sincero, affettuoso e riconoscente apprezzamento.

Come dico ormai da più di vent'anni in ogni mia presentazione:

- **si trova quel che si cerca,**
- **si cerca quel che si conosce.**

Buona lettura a tutti, con la sincera speranza di essere riuscito a condividere qualche informazione che porti il lettore a conoscere di più per cercare meglio.

Mauro Labanca

# INTRODUZIONE E GUIDA DELL'OPERA

---

Crediamo opportuno condividere con i lettori qualche considerazione preliminare, che possa essere utile per meglio comprendere come è stato concepito questo lavoro.

Intanto questo libro, come già detto nella prefazione, si pone l'obiettivo di guidare le scelte chirurgiche alla luce delle conoscenze anatomiche, quindi verso una terapia chirurgica anatomicamente guidata. Un'anatomia pratica, concreta, operativa, scevra dalle sovrastrutture e dalle ridondanti informazioni tipiche di un vero trattato di anatomia, a cui ovviamente si rimanda per un approfondimento ulteriore.

Essendo questo un libro e non un altro tipo di supporto didattico, le immagini sono di sostegno al testo, ma è il testo l'aspetto davvero importante. Quindi ci permettiamo di suggerire al lettore una cosa banale ma importante: di leggere questo lavoro e non solo di sfogliarlo. Per dirla come Sant'Agostino, *"tolle, lege"*.

Questo non è un libro di implantologia, né ancor meno di parodontologia. È un libro che parla delle aree di rischio anatomiche su cui concentrarsi durante un qualsivoglia tipo di intervento. Quindi si porrà attenzione ai tessuti molli, all'osso e alla biologia. Se rispetto la biologia, la gestione del lembo e le sue logiche anatomiche, avrò l'attesa guarigione, a prescindere dalla tecnica utilizzata che sarà solo un mezzo per ottenere prima e meglio quel determinato risultato.

Nel testo pertanto non verranno prese in considerazione in modo specifico e dettagliato le diverse possibili tecniche operative attinenti ai singoli interventi. Le tecniche seguono le mode, le scuole di pensiero, fanno riferimento ai materiali esistenti nel momento specifico, mentre l'anatomia è rimasta la stessa dalla nascita dell'uomo e tale resterà per i prossimi secoli. Riteniamo pertanto che narrare di una specifica tecnica possa rendere questo lavoro legato al momento storico specifico e farlo pertanto diventare obsoleto al mutare delle tecniche stesse o dei materiali a disposizione. Inoltre non è nostro intento entrare in competizione intellettuale con alcun autore e la sua tecnica favorita o proposta: se al termine della lettura di questo lavoro qualche collega avrà meglio compreso come eseguire con sicurezza gli interventi che si sentirà di fare, noi saremo davvero soddisfatti e realizzati. Il nostro sogno e speranza è che questo libro possa restare sulla scrivania di molti colleghi per molti anni a prescindere dalla tecnica in auge o dei materiali esistenti in quel momento. Perché l'osso con la sua biologia, i tessuti, le arterie e le vene resteranno gli stessi, per sempre!

Per quanto attiene i riferimenti bibliografici, abbiamo ritenuto opportuno non fare dei rimandi specifici all'interno del testo, ma mettere alla fine di ogni capitolo un elenco di letture consigliate, utili al lettore per eventuali approfondimenti. Sicuramente molti passaggi nel testo sono frutto della nostra esperienza personale e questi passaggi sono negli anni stati confortati da molti scritti pubblicati da importanti colleghi impegnati in varie discipline e supportati anche da quello che abbiamo ascoltato e continuiamo ad ascoltare, nei

vari eventi scientifici, ovunque nel mondo, a cui partecipiamo come spettatori, perché non bisogna mai perdere la voglia di imparare da tutti e sapersi confrontare (*rimanere allievo è il segreto di ogni maestro!*). Anche rafforzati da quello che vediamo e impariamo ogni volta in cui ci rechiamo in qualche paese, in giro per il mondo, parlando con colleghi che hanno diverse esperienze, modalità lavorative e culture, da cui si può sempre portare a casa qualche cosa. Tutte le affermazioni scientifiche che vengono fatte sono, invece, suffragate da consolidata letteratura scientifica, attingendo non solo da quella specifica odontoiatrica ma anche da quella medica in generale.

Ci scusiamo per eventuali inesattezze nelle citazioni o nei riferimenti di cui ci assumiamo ogni responsabilità. Abbiamo cercato di usare questo lavoro, ringraziando ancora l'editore per la grande opportunità, per raccontare il nostro vero pensiero, la nostra esperienza, in un certo senso la nostra filosofia medica e operativa, senza fronzoli o voli pindarici, ma anche cercando di non omettere nulla.

Ci auguriamo davvero di esserci riusciti.

Al lettore come sempre il giudizio finale.

*Mauro Labanca e Luigi F. Rodella*

---

## SI RINGRAZIA

Dr. Ramon Boninsegna  
Prof. Roberto Mattina  
Dr. Paolo Monestirolì  
Dr. Valter Monzani

Ing. Alessandro Motroni  
Prof. Carmelo Scarpignato  
Dr.ssa Stefania Villa  
Prof. Raffaele Vinci

V	Prefazione	
VII	Introduzione e guida all'opera	
<b>2</b>	<b>CAPITOLO 1</b>	
	<b>GESTIONE DEL PAZIENTE: DALL'ANAMNESI AL POSTOPERATORIO</b>	
3	Raccolta dell'anamnesi e foglio anamnestico	
7	Patologie sistemiche concomitanti e terapie farmacologiche in corso	
14	Gestione medica pre-operatoria del paziente	
17	Gestione psicologica pre-operatoria del paziente	
19	Gestione intra-operatoria del paziente	
22	Gestione postoperatoria del paziente	
27	Lecture consigliate	
<b>28</b>	<b>CAPITOLO 2</b>	
	<b>ANALISI DEI DATI DIAGNOSTICI STRUMENTALI (IMAGING)</b>	
29	Ricostruzione tridimensionale di dati radiologici	
36	Applicazioni pratiche in campo odontoiatrico	
40	Linee guida per l'utilizzo della CBCT in ambito odontoiatrico	
45	Conclusioni e prospettive future	
47	Lecture consigliate	
<b>48</b>	<b>CAPITOLO 3</b>	
	<b>GESTIONE DELLA SALA OPERATORIA E DELL'ATTO CHIRURGICO</b>	
49	L'accoglienza del paziente	
52	La preparazione della sala e del tavolo chirurgico	
60	Lo strumentario chirurgico	
69	La sutura	
88	Incidenza delle infezioni in chirurgia odontoiatrica	
93	Lecture consigliate	
<b>94</b>	<b>CAPITOLO 4</b>	
	<b>STRUMENTI E MATERIALI COMPLEMENTARI ALLA CHIRURGIA</b>	
95	Il motore chirurgico, la preparazione del sito implantare e l'importanza del torque	
100	L'analisi della frequenza di risonanza (RFA) e dell'OSSTELL ISQ	
108	Impianti	
111	Piezochirurgia	
115	Laser	
120	I biomateriali e le basi della rigenerazione ossea	
130	Cenni sui concentrati piastrinici	
142	Lecture consigliate	
<b>144</b>	<b>CAPITOLO 5</b>	
	<b>L'ANATOMIA E LA CHIRURGIA DEL DISTRETTO SUPERIORE</b>	
145	Il mascellare e le strutture anatomiche del distretto superiore	
157	Anestesia del distretto superiore	
161	Chirurgia del distretto superiore	
194	Lecture consigliate	
<b>198</b>	<b>CAPITOLO 6</b>	
	<b>L'ANATOMIA E LA CHIRURGIA DEL DISTRETTO INFERIORE</b>	
199	La mandibola e le strutture anatomiche del distretto inferiore	
216	Anestesia del distretto inferiore	
221	Chirurgia del distretto inferiore	
252	Lecture consigliate	
<b>254</b>	<b>CAPITOLO 7</b>	
	<b>BIOPSIE DEL CAVO ORALE</b>	
255	Strumentario per biopsia	
257	Conservazione ed invio della biopsia	
260	Biopsie per lo studio della rigenerazione ossea	
261	Lecture consigliate	
<b>262</b>	<b>CAPITOLO 8</b>	
	<b>CENNI MEDICO-LEGALI PER UNA PIÙ CORRETTA GESTIONE DEL PAZIENTE</b>	
264	Incontro	
267	Cartella clinica	
268	Informativa e il consenso	
270	Conclusioni	
271	Lecture consigliate	

## INDICE

# ANALISI DEI DATI DIAGNOSTICI STRUMENTALI (IMAGING)

A cura dell'Ingegnere Alessandro Motroni

---

La radiologia costituisce sempre più un ausilio imprescindibile per qualunque valutazione diagnostica e programmazione chirurgica in ogni ambito della medicina e della chirurgia. Va quindi giustamente fatto ricorso ad essa, seppure con l'opportuno approccio critico e con un'attenta elaborazione mentale e soggettiva dei risultati ottenibili. Nessuna macchina darà mai risposte a domande non formulate

## CAPITOLO 2

Le immagini radiografiche bidimensionali costituiscono ormai da oltre 50 anni un ausilio fondamentale per la diagnostica odontoiatrica ed ancora oggi, nonostante l'avvento della metodica 3D CBCT, costituiscono uno strumento essenziale per l'impostazione dello studio preliminare e l'inquadramento nosologico del paziente standard, come pure nelle fasi pre e post-trattamento, anche per via della minor dose di radiazioni impartita dagli esami 2D rispetto alle metodiche 3D.

L'avvento della tecnologia digitale ha favorito una significativa evoluzione della capacità di esplorare ed esaltare il contenuto informativo delle immagini, e in questo modo ha permesso di ottenere drastiche riduzioni della dose radiante, anche al di sotto della metà, mantenendo la qualità diagnostica degli esami.

L'introduzione della TC spirale nei primi anni '90 e la successiva introduzione della tecnologia CBCT nel campo dentale e maxillo-facciale ha dato origine ad

una serie di nuove applicazioni nel campo della ricostruzione tridimensionale, rispetto alle sezioni 2D originarie delle prime TC assiali. I dati 3D ricostruiti dai dati tomografici così acquisiti consentono, infatti, una rapida lettura delle caratteristiche anatomiche e patologiche del paziente, anche ad occhi non necessariamente esperti nell'interpretazione delle immagini radiologiche standard.

La produzione e la presentazione a video di un'immagine digitale è un complesso processo che coinvolge ogni elemento della catena di acquisizione, a partire dalla sorgente (il generatore di raggi X), per finire alla stazione video diagnostica.

Poiché esistono molti testi che si occupano in maniera dettagliata di questi argomenti, in questo libro ci dedicheremo ad una valutazione un po' più approfondita della radiologia 3D, rinviando i lettori ad altri lavori per un eventuale approfondimento sulla tematica 2D.

### Ricostruzione tridimensionale di dati radiologici

I dati acquisiti con tecnica spirale o Cone-Beam, rispetto all'acquisizione seriale e sequenziale, consentono la registrazione diretta di tutto il volume di interesse (VOI) che, mediante post-elaborazione software, può essere sezionato nelle viste multi-planari (MPR) più consone all'analisi specifica dei distretti anatomici da esaminare. Per ottenere le MPR di interesse il software effettua dei tagli attraverso il volume lungo piani generalmente ortogonali; la possibilità di posizionare questi piani di taglio in modo dinamico ed interattivo lungo le zone di interesse espande notevolmente la capacità diagnostica dell'operatore che può ricercare le caratteristiche anatomiche del paziente lungo tutto il VOI, non essendo più limitato alle sole immagini 2D statiche acquisite durante l'esame. Nel campo dentale le MPR più comuni sono le seguenti (**Figg.1a,b**):

- assiale;
- coronale;
- sagittale;

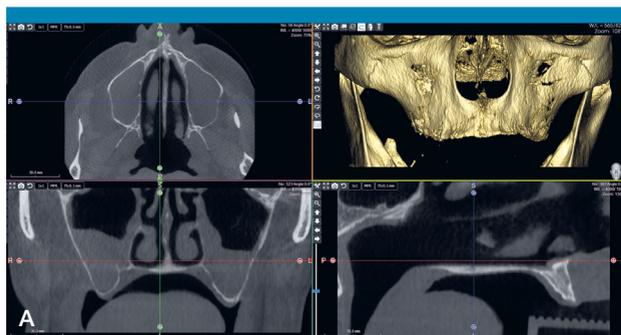


Fig.1a Viste assiale (in alto a sinistra), coronale (in basso a sinistra), sagittale (in basso a destra) e 3D (in alto a destra) del paziente.



Fig.1b Sezioni trasversali (in alto a destra) e simil-panoramica (in basso a destra) ottenute dal dataset DICOM del paziente.

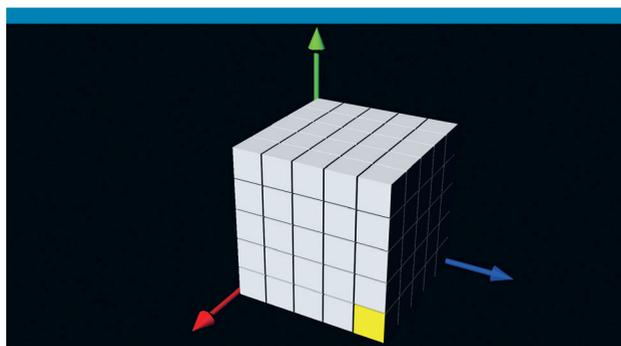


Fig.2 Schematizzazione del dataset composto da VOXEL isotropici.

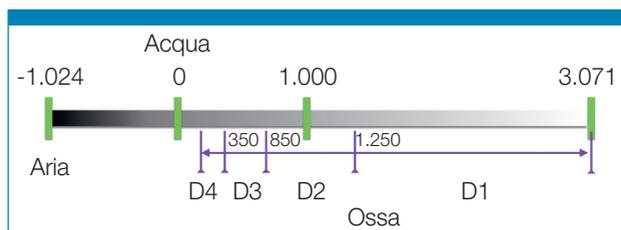


Fig.3 Rappresentazione della scala Hounsfield, in cui i valori dei livelli di grigio rilevati dall'esame CT sono associati ai tessuti anatomici con relativa densità.

- simil-panoramica (CPR – ricostruzione lungo una curva che segue l'andamento del mascellare superiore o della mandibola);
- sezioni trasversali (cross sections, perpendicolari alla simil-panoramica).

Per meglio comprendere come si ottengono le viste MPR a partire dal VOI è utile pensare al volume acquisito (dataset) come ad un cubo digitale (**Fig.2**), costituito da sotto-elementi chiamati voxel (concetto simile ai pixel delle immagini 2D). L'isotropia del dataset, cioè la ricostruzione di sotto-elementi cubici, consente la ricostruzione 3D del paziente lungo i tre assi dello spazio (x, y, z) senza perdita di risoluzione spaziale.

Ogni voxel, oltre ad avere dimensioni (x, y, z) note, porta con sé l'informazione relativa alla densità del tessuto corrispondente alla sua posizione, rappresentata con un livello di grigio (tanto più "bianco" quanto più è denso il tessuto); se contassimo tutte le tonalità di grigio contenute in un dataset standard ne troveremmo circa 4.000 (**Fig.3**), in un range compreso tra -1.000 (corrispondente all'aria, rappresentata in nero), 0 (corrispondente all'acqua, per convenzione) e + 3.000 (rappresentato in bianco).

Associando questi livelli di grigio a scale di colore corrispondenti ai tessuti che di volta in volta si vogliono visualizzare, è possibile ricostruire il modello 3D del paziente in modo interattivo e anatomicamente accurato. Ogni tecnica di ricostruzione 3D (rendering) si basa su formule matematiche che determinano quale porzione dei dati (voxel) viene rappresentata sullo schermo 2D dell'osservatore e come quella porzione debba essere "pesata" per la migliore rappresentazione delle relazioni anatomiche. Le principali tecniche di ricostruzione 3D a partire da dati TC/CBCT sono le seguenti:

- rendering di superficie (SSD – Shaded Surface Display);
- rendering di volume (VRT – Volume Rendering Technique);
- rendering fotorealistico.

### Rendering di superficie (SSD – Shaded Surface Display)

Il rendering di superficie, sviluppato all'inizio degli anni '70, è stata la prima tecnica di ricostruzione 3D in campo medicale. Secondo questo metodo, le superfici sono definite da un valore di soglia: i voxel, i cui livelli di grigio sono compresi nella soglia definita dall'operatore, sono visibili come superficie nella ricostruzione 3D, mentre gli altri risultano invisibili (Fig.4).

I contorni delle superfici sono tipicamente modellati sotto forma di poligoni sovrapposti e, calcolando una sorgente di luce virtuale per ogni poligono, è possibile visualizzare l'oggetto come un modello di superficie ombreggiato. Impostando dei livelli di opacità parziale per determinate superfici è possibile visualizzare strutture anatomiche con intensità di grigio differenti

in un'unica ricostruzione. I vantaggi della tecnica SSD sono la velocità di ricostruzione e la flessibilità nel rendering dell'immagine; tuttavia, le superfici ottenute con questa metodica sono derivate da una percentuale molto bassa (inferiore al 10%) dei dati di partenza disponibili; non è pertanto adeguata per ricostruire strutture anatomiche differenziate, ma rappresentate da valori di grigio molto simili tra di loro come, per esempio, le strutture ossee a bassa densità del mascellare superiore (Fig.5).

Per compensare questo effetto si possono utilizzare delle tecniche di post-elaborazione (segmentazione) per ricostruire i volumi non inclusi nella soglia originale; tuttavia, questa fase necessita di tempi lunghi ed operatori esperti per ottenere una ricostruzione 3D anatomicamente accurata.

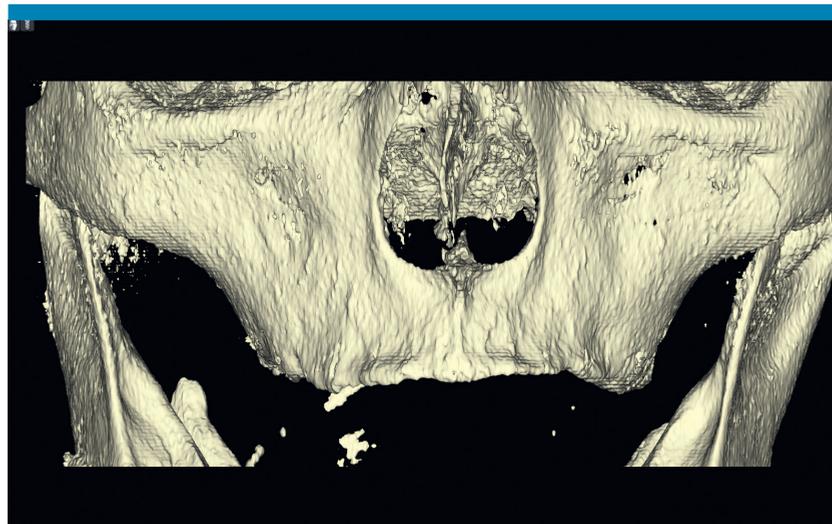


Fig.4 Mascellare superiore ricostruito con tecnica SSD.

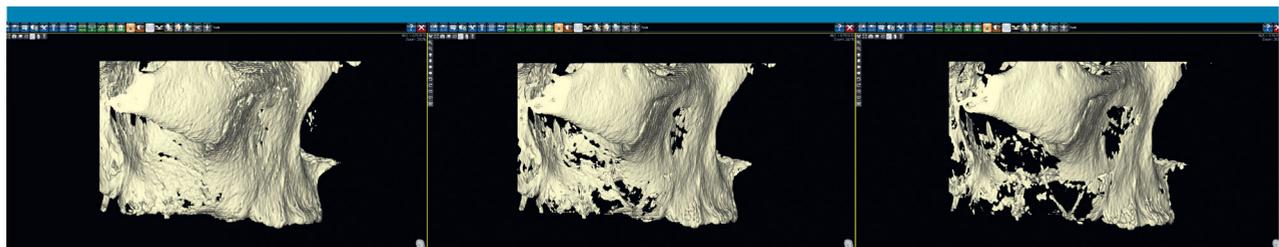


Fig.5 Perdita di informazione dell'osso al variare della soglia di segmentazione (da 406 a 593 a 781 HU).

### Rendering di volume (VRT – Volume Rendering Technique)

A differenza del metodo di ricostruzione precedente, la tecnica VRT ricostruisce l'intero volume e non solo le superfici definite dal valore di soglia, prendendo tutti i valori acquisiti e sommando il contributo di ciascun voxel lungo una linea che parte dall'occhio dell'operatore e attraversa tutto il dataset 3D. Il valore risultante per ogni voxel viene mostrato sullo schermo e, definendo l'opportuna finestra di visualizzazione (in termini di dimensione e livello di grigio, come per le immagini 2D convenzionali), è possibile ricostruire automaticamente il tessuto desiderato (ossa, denti, tessuti molli). Una speciale funzione di trasferimento mappa i valori

di grigio di input con le proprietà di illuminazione richieste dagli algoritmi di rendering di volume, come opacità, brillantezza e colore. Queste funzioni di trasferimento sono salvate in speciali filtri pre-impostati nei migliori software di elaborazione 3D, consentendo una ricostruzione rapida del tessuto desiderato in pochi semplici click del mouse (**Figg.6a-d**).

Grazie a questi algoritmi è possibile anche effettuare una endoscopia virtuale del paziente, in cui una telecamera digitale viene inserita in una cavità del corpo (canale alveolare inferiore, seno mascellare o vie aeree, per fare alcuni esempi in campo dentale) per fornire una visione simile a quella ottenuta da una telecamera endoscopica reale (**Figg.7a-c**).



**Figg.6a-d** Filtri VR applicati ad un dataset DICOM per diagnosi maxillo-facciale.



Fig.7a Ricostruzione endoscopica virtuale delle vie aeree (software 3Diagnosis, 3DIEMME).

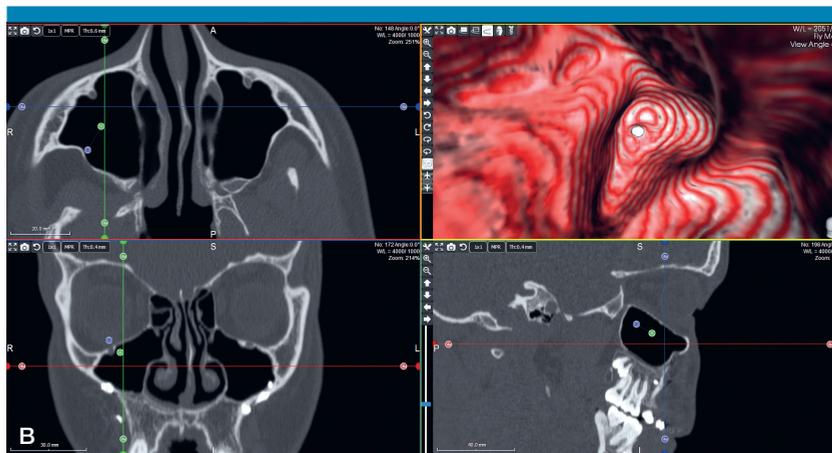


Fig.7b Ricostruzione endoscopica virtuale del seno mascellare.

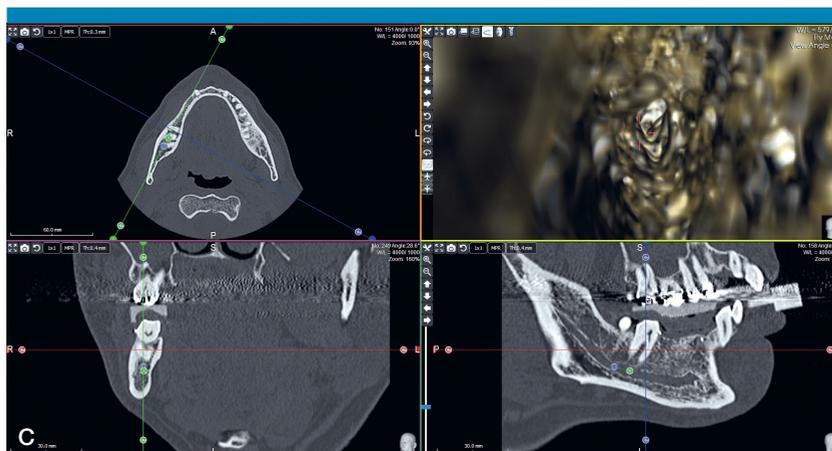
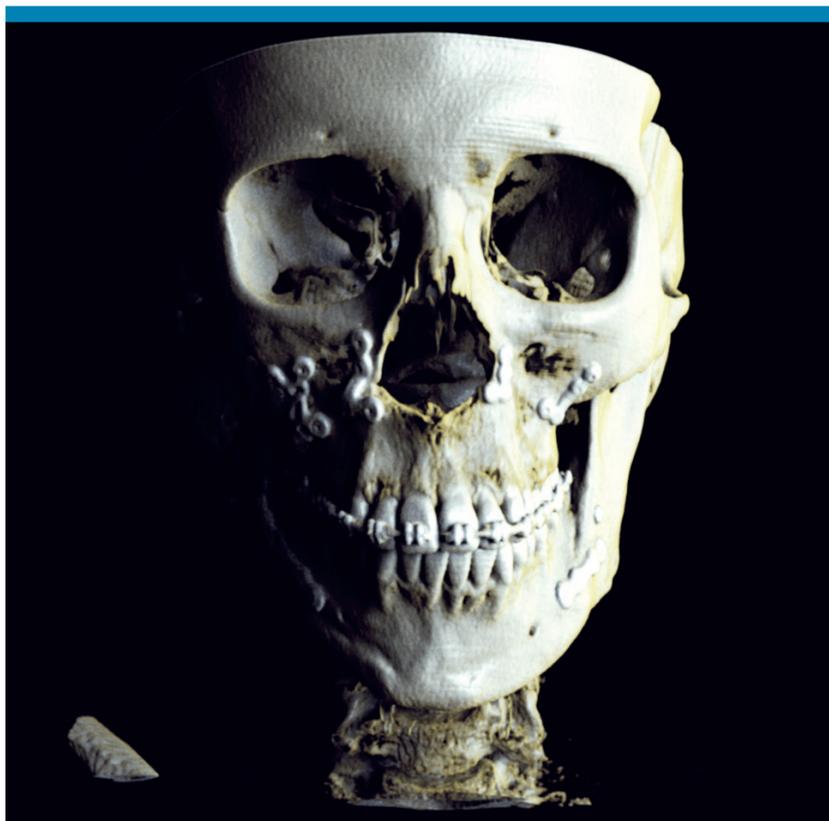


Fig.7c Ricostruzione endoscopica virtuale del canale del nervo alveolare.

### Rendering fotorealistico

Rappresenta l'ultima frontiera nella tecnologia di rendering VRT, in cui si considera come un'illuminazione fotorealistica nella visualizzazione del volume giochi un ruolo fondamentale nella percezione 3D della forma dell'oggetto. Numerosi studi hanno confermato questa teoria, in cui è stata misurata l'efficacia di diverse tecniche di ricostruzione DVR (Direct Volume Rendering) e mostrando come i modelli di illuminazione globale siano utili nel determinare la profondità e la dimensione degli oggetti presenti nelle immagini. Alcuni autori hanno dimostrato come, utilizzando sorgenti di illuminazione realistiche, gli osservatori impiegassero meno tempo nel valutare la profondità degli oggetti ricostruiti, oltre ad un aumento dell'accuratezza della scena. Rispetto ad altri tipi di ricostruzione che possono portare ad approssimazioni nella ricostruzione, è

stato dimostrato come la tecnica di ricostruzione Monte Carlo (MCRT – Monte Carlo Ray Tracing), combinata con simulazione fisica del trasporto della luce, sia in grado di simulare in modo accurato l'interazione tra la luce reale e gli oggetti da ricostruire, fornendo immagini fotorealistiche in alta definizione, anche grazie alla recente introduzione di GPU di ultima generazione. La tecnica MCRT, combinata con tecniche di illuminazione ibrida (hybrid scattering) e applicata ad un dataset volumetrico complesso come quello fornito da un esame radiologico 3D, fornisce come risultato un'immagine incredibilmente realistica dell'anatomia del paziente (**Fig.8**) che apre nuove interessanti possibilità in campo diagnostico e ricostruttivo. È interessante notare come, a parità di VOI, differenti sistemi di ricostruzione 3D possano influenzare la percezione del volume e la conseguente diagnosi strumentale (**Figg.9a-f**).



**Fig.8** Rendering fotorealistico ottenuto con motore grafico RealBODY™ (3DIEMME).



Figg.9a-f Tecniche di rendering a confronto: SSD (a), VR (b), RealBODY™ (c-f).