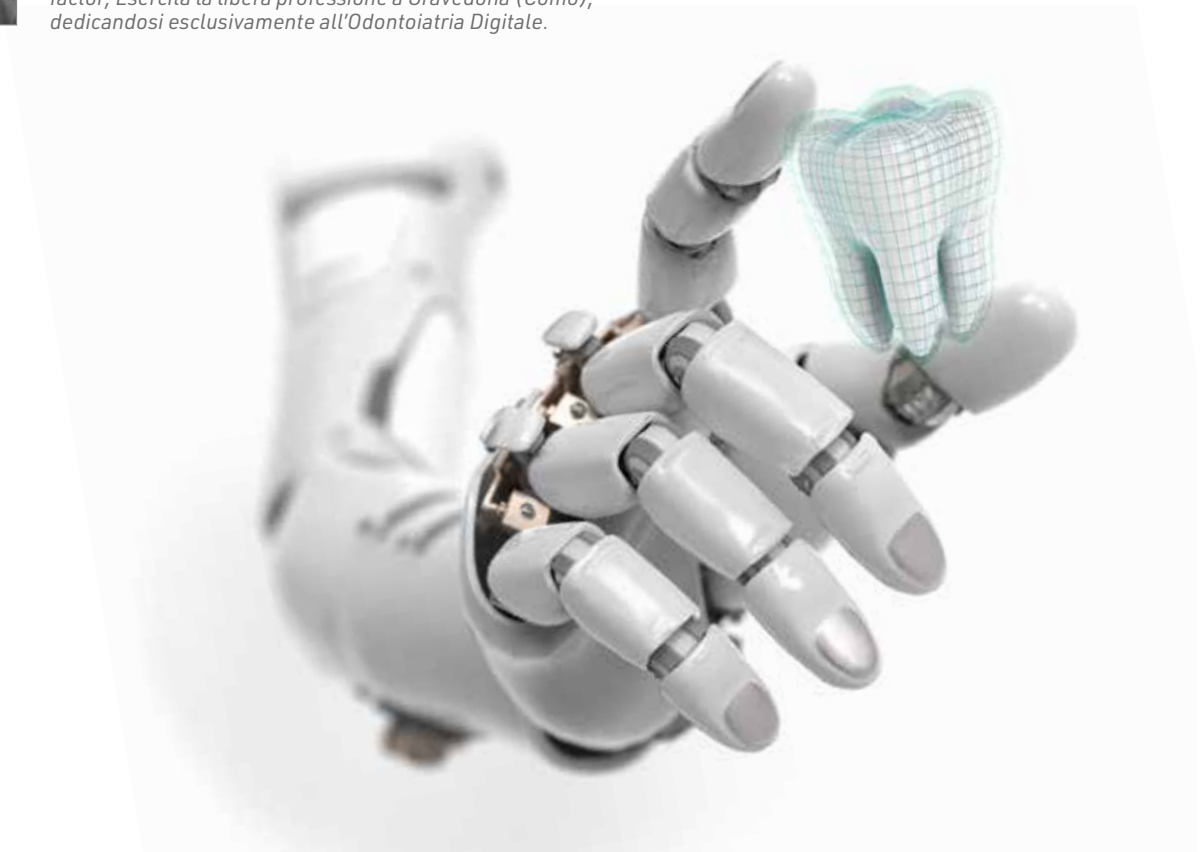
La Rivoluzione Digitale nello Studio Odontoiatrico: il Progetto #SCANPLANMAKEDONE



Dr. Francesco Mangano, DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 100 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*



La Rivoluzione Digitale ha ormai investito appieno il mondo dell'odontoiatria italiana.
Scanner intraorali, desktop, facciali, cone beam computed tomography (CBCT), software di computer-assisted-design/computer-assisted manufacturing (CAD/CAM), fresatori e stampanti 3D, nuovi materiali rappresentano una grande opportunità per migliorare la qualità del nostro lavoro. Oggi possiamo acquisire tutta una serie di informazioni 3D del nostro paziente, statiche e dinamiche (modelli dei denti, del cranio e del viso, movimenti mandibolari), utili alla diagnosi ed alla progettazione delle terapie. Ciò in maniera minimamente invasiva. Tali informazioni vengono sovrapposte e combinate e il paziente diventa "virtuale".

La maggiore precisione diagnostica riduce gli errori e la pianificazione 3D delle terapie apre la strada a un'odontoiatria di qualità, con risultati altamente predicibili, caratterizzata da minima invasività e dall'impiego di materiali compatibili ed estetici. Il dentista diventa "digitale", laddove la pianificazione

delle terapie al computer diventa uno dei momenti chiave della professione. In chirurgia, in protesi, in ortodonzia cambiano i flussi di lavoro.

La chirurgia guidata permette di pianificare la posizione degli impianti in 3D, al computer, e di trasferirla nella clinica attraverso l'uso di dime chirurgiche statiche, o di navigazione dinamica: ciò permette di inserire gli impianti nella posizione, inclinazione e profondità desiderata, in accordo al progetto di riabilitazione protesica, ed in modo minimamente invasivo (flapless, cioè senza sollevare un lembo chirurgico). L'intervento è più veloce ed il discomfort del paziente è ridotto.

Ma il digitale aiuta anche nella programmazione di interventi come l'estrazione di denti inclusi o la rimozione di cisti. Nella chirurgia rigenerativa è oggi possibile stampare in 3D griglie personalizzate (mesh) per la rigenerazione ossea, ed innesti ossei custom-made in materiale sintetico; infine, è possibile produrre veri e propri impianti personalizzati, anche ad uso maxillo-facciale.

In protesi, l'impronta tradizionale con cucchiaio e materiali è sempre più spesso sostituita da quella ottica, ottenuta con scanner intraorale. Il paziente gradisce l'impronta ottica, che elimina il discomfort legato all'impronta tradizionale: gli scanner intraorali sono strumento di comunicazione e marketing e rendono più efficiente il flusso di lavoro. Infatti, i files catturati con scanner intraorale sono inviati per posta elettronica al moderno laboratorio digitale, che attrezzato con software di CAD/CAM e macchine prototipatrici (fresatori e stampanti 3D) progetta e realizza varie tipologie di restauri, da semplici a complessi; ciò utilizzando materiali altamente estetici e compatibili, anche monolitici, come la zirconia ed il disilicato di litio. Gli stessi flussi di lavoro ortodontici risultano profondamente trasformati, dalla diagnosi alla pianificazione, fino all'esecuzione delle terapie.

Naturalmente, integrare le tecnologie digitali e questi nuovi flussi di lavoro nella propria pratica quotidiana non è immediato, e rappresenta una vera e propria sfida per il dentista. Non è affatto semplice passare da un flusso di lavoro "analogico" e convenzionale, ad un flusso di lavoro interamente digitale. Occorre investire risorse, certamente. Ed è fondamentale essere supportato da un odontotecnico che conosca bene il mondo del digitale.

La figura dell'odontotecnico rimane in questo senso di assoluta centralità e importanza, affiancata da nuove professionalità (centri di fresaggio e stampa 3D, ecc) che contribuiscono in modo determinante alla definizione di una nuova qualità del lavoro. Più di ogni altra cosa, il dentista deve affrontare un serio processo formativo, che porti ad acquisire conoscenze e tecniche atte a trasformare le proprie modalità operative. Ciò richiede tempo e fatica, in una situazione economica congiunturale sfavorevole, nella quale è difficile assentarsi dallo studio dentistico per troppo tempo. Come può essere difficile scegliere a quale corso di formazione partecipare: l'offerta formativa sul digitale è letteralmente esplosa negli ultimi mesi, ma non sempre è di qualità e non è semplice orientarsi.

Per poter supportare i dentisti di tutta Italia in questo difficile ed affascinante momento di trasformazione, la rivista INFODENT ha deciso di dedicare, a partire dal prossimo numero di marzo, uno spazio fisico ed un progetto interamente dedicato alle tecnologie digitali:

#SCANPLANMAKEDONE

Questo hashtag rappresenta le quattro fasi fondamentali del flusso di lavoro in odontoiatria digitale, che trovano piena applicazione in chirurgia, protesi ed ortodonzia:

Scansione (#SCAN)

La scansione impiega macchinari come scanner intraorali, desktop, facciali, CBCT ed assiografi digitali.

Pianificazione (#PLAN)

La pianificazione impiega software di computer-assisted-design/computer-assisted-manufacturing (CAD/CAM).

Produzione (#MAKE)

La produzione fa riferimento all'uso di macchine prototipatrici come fresatori e stampanti 3D, che processano diverse tipologie di materiali.

Applicazione (#DONE)

Infine, l'applicazione clinica chiude il processo.



I prossimi otto numeri della rivista INFODENT, da marzo sino a dicembre, si occuperanno di descrivere queste quattro fasi e la loro applicazione nei diversi flussi di lavoro, in uno spazio dedicato da me coordinato, attraverso il contributo di una serie di specialisti altamente qualificati. **Seguiteci: non ve ne pentirete!**

DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE

01
19

1 IL CASO CLINICO
#SCAN! La scansione intraorale nei casi complessi

2 L'APPROFONDIMENTO
#SCAN! Gli scanners intraorali Caratteristiche fondamentali per l'integrazione nel flusso di lavoro

3 DALLA LETTERATURA
#SCAN! Protocolli di scansione in implanto-protesi. Come ottimizzare il flusso di lavoro per il restauro di impianti singoli

#SCAN!

La scansione intraorale: dove siamo oggi?

Vantaggi e limiti attuali di una tecnologia che sta trasformando l'odontoiatria



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 100 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,

è per me un piacere darvi il benvenuto all'interno del progetto #SCANPLANMAKEDONE, spazio che INFODENT dedicherà, a partire da questo numero e fino alla fine dell'anno, all'Odontoiatria Digitale. All'interno di questo spazio troverete, ogni mese, contributi originali, casi clinici, approfondimenti e reports dalla letteratura, il tutto su diversi argomenti connessi all'impiego delle tecnologie digitali in odontoiatria. Questo primo numero affronta, in particolare, il tema della scansione intraorale (#SCAN!), con l'obiettivo di capire a che punto siamo arrivati e come questa affascinante tecnologia può oggi cambiare i nostri flussi di lavoro. La scansione intraorale presenta dei vantaggi indiscutibili, e proprio per questo sta già soppiantando, in molte applicazioni, l'impronta tradizionale (con cucchiaio e tray). Essa riduce il discomfort del paziente, e pertanto rappresenta un valido strumento di marketing, utile a promuovere la propria attività; inoltre, semplifica le procedure cliniche, soprattutto in contesti difficili (per esempio l'impronta di impianti multipli) e rende efficienti i flussi di lavoro, migliorando la comunicazione con l'odontotecnico. Infine, i files derivanti da scansione intraorale possono essere salvati e conservati su computer (o disco esterno), occupando molto meno spazio rispetto ai classici modelli in gesso. Ma l'impronta ottica, ottenuta da scansione intraorale, è davvero accurata? A quanto ammonta l'errore derivante da scansione intraorale, nelle diverse applicazioni? Esistono differenze tra gli scanner intraorali attualmente in commercio? Queste sono le domande che molti colleghi, interessati all'acquisto di uno scanner ed all'integrazione della scansione nei propri flussi di lavoro, mi pongono frequentemente. Infine, i due più grandi problemi da superare: come leggere, nel dettaglio, il margine di preparazione dei denti naturali, specie se iuxta o sub-gengivale? È possibile registrare un'impronta accurata, per un restauro protesico long-span? In questo numero e in quelli successivi, cercheremo di dare delle risposte a queste domande. Seguiteci!

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#SCAN!

LA SCANSIONE INTRAORALE NEI CASI COMPLESSI

La scansione digitale: una procedura per aumentare l'efficienza e l'efficacia clinica



Dr. Mario Imburgia, DDS*

**Membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS). Socio Attivo, Accademia Italiana di Odontoiatria Protesica (AIOP). Visiting Professor, Master in Prosthodontics Sciences, Università di Siena. Visiting Professor, Master in Clinical Dentistry, Prosthodontics and Implant Dentistry, BPP City of London University. Istruttore ufficiale Digital Smile Design. Silver Member, Style italiano. Relatore a Congressi e Corsi in Italia e all'estero, esercita la libera professione a Palermo e Milano come Chief of Prosthodontic Department dell'Advanced Dental Center, dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*



Fig. 1 - Visione pre-operatoria del volto della paziente.



Fig. 2 - Visione pre-operatoria intraorale.

La scansione intraorale ha enormemente semplificato la vita del clinico e del paziente per diversi fattori. Nel caso di riabilitazioni adesive a fini estetici è comunque possibile ricorrere a scansione intraorale, nonostante la complessità e la delicatezza di tali procedure.
La possibilità di fermare e riprendere la scansione o di completare delle zone mancanti rappresenta di per sè un enorme vantaggio per il clinico, apprezzabile soprattutto nelle riabilitazioni estese. Il rilevamento delle scansioni per la registrazione della relazione intermascellare è un punto a favore di tale procedura, dandoci la possibilità di una registrazione precisa ed alla corretta dimensione verticale nel contesto di casi protesici che richiedono un approccio riorganizzativo. Viene presentato un caso di dentizione abrasa ed erosa nella quale la scansione intraorale è stata utilizzata in diversi steps clinici.
La paziente si presenta alla nostra osservazione lamentando forte sensibilità termica a carico del gruppo frontale, discomfort masticatorio ed una scarsa estetica (Fig. 1-5). A seguito dell'esame clinico si procede alla scansione intraorale ed al rilevamento delle fotografie del volto.
Eseguiti gli allineamenti tra scansione e foto del sorriso della paziente (Fig. 6) si procede ad una ricostruzione virtuale per settori, seguendo la filo-

sofia del "Ten Step Approach" secondo John Kois:
- Step 1 posizionamento del gruppo frontale superiore;
- Step 2 posizionamento degli elementi dentari supero-posteriori seguendo un corretto piano occlusale;
- Step 3 posizionamento del gruppo frontale inferiore. Prima di finalizzare lo step 3 risulta evidente la necessità di operare un incremento della dimensione verticale di occlusione (DVO). Tale aumento è sempre precisamente programmato considerando 3 diversi fattori: spazi protesici necessari per ottenere un'adeguata forma protesica, rapporto tra Overjet ed Overbite, e classe occlusale (Fig. 7);
- Step 4 posizionamento del gruppo postero-inferiore;
- Step 5 ottimizzazione dei posizionamenti in ragione della relazione inter-arcata (Fig. 8);



Fig. 3 - Visione pre-operatoria intraorale.



Fig.4 - Visione pre-operatoria intraorale.



Fig. 5 - Il versante palatino mostra una perdita di sostanza dentale di origine erosiva di grado avanzato con perdita dello smalto, esposizione dentinale totale fino ad intravedere la camera pulpare.



Fig. 6 - Allineamento foto e scansioni intraorali.



Fig. 7 - Analisi degli spazi protesici mediante cut view.

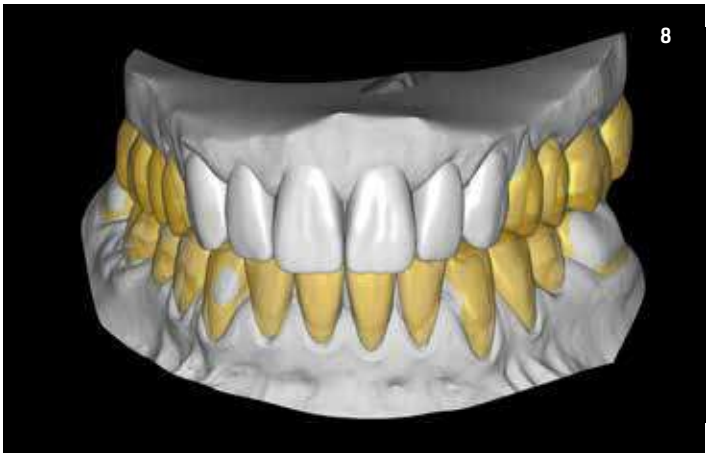


Fig. 8 - Mock-up virtuale completato.

- Step 6 riguarda la valutazione del rapporto dei tessuti parodontali con le forme protesiche;
- Step 7, 8, 9 e 10 riguarda la valutazione funzionale, biomeccanica e parodontale.

Da questo mock-up virtuale viene ottenuto un modello stampato (Fig. 9) che con una tradizionale mascherina in silicone viene trasferito all'interno del cavo orale del paziente per le dovute verifiche estetico-funzionali (Fig. 10). Una volta approvato il progetto protesico, si realizza un deprogrammatore occlusale all'esatta DVO progettata protesicamente (Fig. 10bis). Al termine del periodo di deprogrammazione occlusale viene effettuata la preparazione di entrambe le arcate contestualmente. Tale preparazione è stata effettuata sotto la guida del mock-up nuovamente stampato all'interno del cavo orale del paziente. Le scansioni effettuate sono state le seguenti: arcata superiore, arcata inferiore e regi-

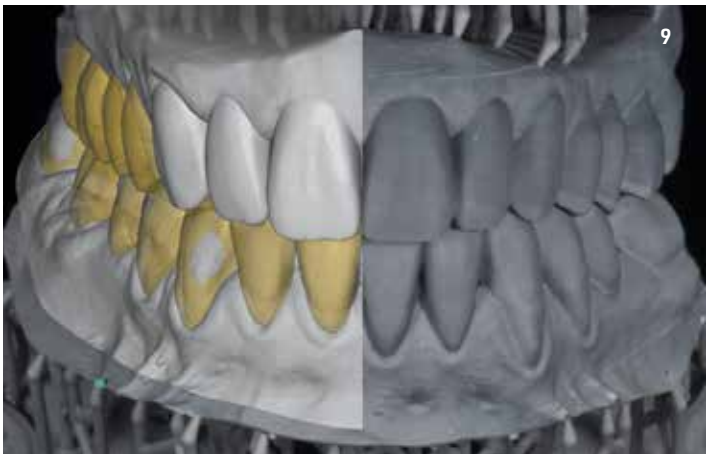


Fig. 9 - Stampa 3D del file del mock-up virtuale.



Fig. 10 - Prova del mock-up.

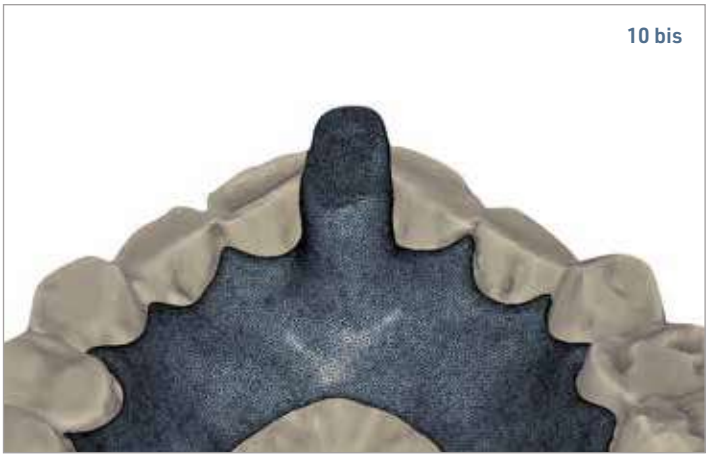


Fig.10 bis - Disegno del deprogrammatore alla DVO programmata.

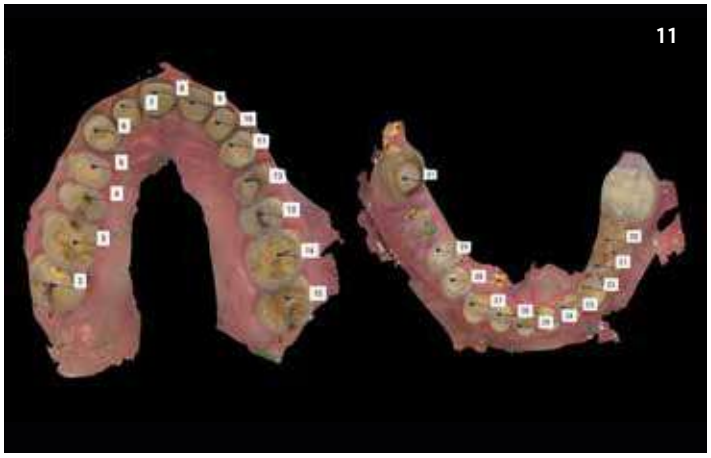


Fig. 11 - Scansioni intraorali definitive.



Fig.12 - Registrazioni intermascellari alla DVO programmata.

strazioni intermascellari (Fig. 11-12). Per queste ultime è necessario procedere o con il deprogrammatore inserito in bocca, o con il mock-up ancora presente sulle zone frontali avendo accortezza di non coinvolgerlo nella rilevazione della scansione. Il progetto protesico che era stato realizzato in fase preliminare viene connesso con i margini di finitura, ottimizzato occlusalmente ed inviato al fresatore per la realizzazione di restauri in disilicato nel caso di preparazione per restauri non ritentivi (table top, faccette o una loro combinazione, le cosidette crowneer) o in zirconia nel caso di preparazioni ritentive (Fig. 13). Tutti i restauri sono stati realizzati in forma monolitica. I restauri così realizzati sono stati provati nel cavo orale della paziente e dopo una verifica funzionale, estetica e della loro precisone sono stati cementati. Il controllo mostra un'integrazione ottimale a livello dei tessuti parodontali (Fig. 14-15), una correzione

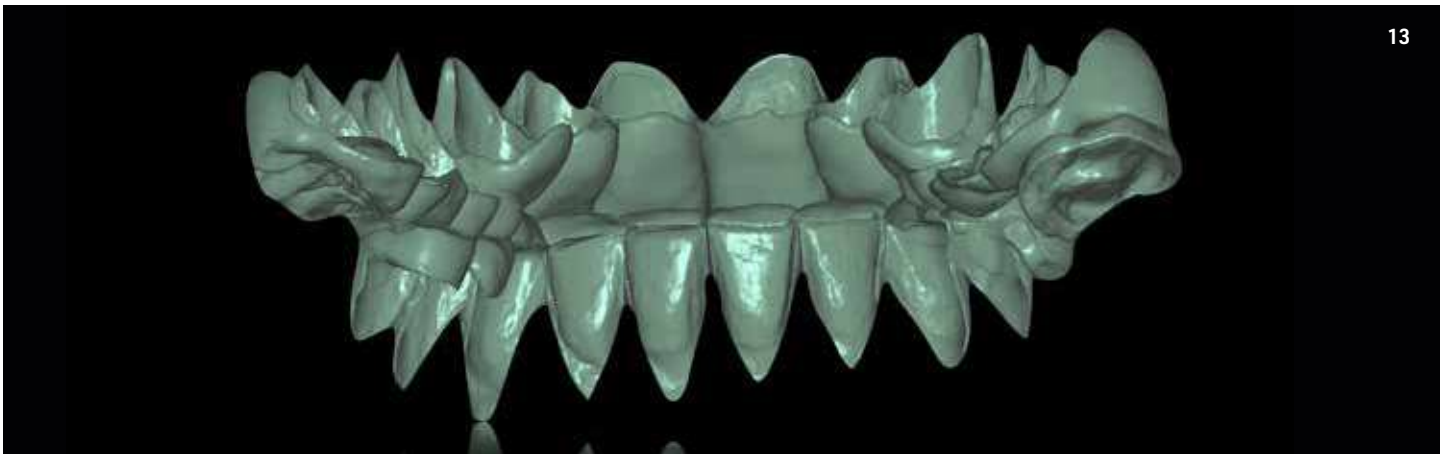


Fig. 13 - File .STL dei restauri, si può notare la coesistenza di restauri per preparazioni ritentive e restauri per preparazioni che necessitano una cementazione adesiva.



Fig.14 - Dettagli del profilo emergente disegnato al CAD.



Fig. 15 - Dettagli del profilo emergente disegnato al CAD.



Fig.16 - Visione pre-operatoria.



Fig. 17 - Visione post-operatoria frontale. Tutti i restauri sono monolitici in Litio Disilicato o Zirconia Cubica. La scelta è stata fatta in base al tipo di cementazione scelta dal clinico.

della relazione intermascellare (Fig. 16-19), una soddisfacente texture di superficie (Fig. 20) ed una perfetta integrazione nel volto del paziente (Fig. 21).

L'autore desidera ringraziare il sig. Alessandro Giglio per la competenza e la dedizione profuse nella realizzazione del presente caso clinico.



Fig.18 - Visione pre-operatoria.



Fig. 19 -Visione post-operatoria laterale. La classe dentale è stata corretta con le nuove forme dentali, unitamente alla gestione della DVO.



Fig.20 - Dettagli dell'anatomia. Pur trattandosi di restauri interamente monolitici, l'aspetto estetico risulta ben integrato nel cavo orale della paziente.



Fig. 21 - La programmazione digitale ha reso possibile l'integrazione del restauro nel volto della paziente senza alcun aggiustamento.

L'APPROFONDIMENTO

#SCAN!

Dr. Francesco Mangano

Gli scanners intraorali

Caratteristiche fondamentali per l'integrazione nel flusso di lavoro

Quali sono le caratteristiche fondamentali che uno scanner intraorale dovrebbe possedere, per poter soddisfare pienamente le esigenze del Dentista Digitale? Leggendo i vari posts sui social network, dove l'argomento è molto dibattuto, troviamo al primo posto desiderabili proprietà come la velocità, e la possibilità di catturare un'impronta a colori, senza utilizzare polvere [1]. Inoltre, i colleghi tendono a preferire scanners con punte sottili, meno ingombranti per il paziente, e che non presentino costi di gestione [1]. Alcuni scanners infatti presentano dei costi aggiuntivi, oltre a quello di acquisto, legati alla gestione (aggiornamenti obbligatori o sblocco di files proprietari/estrazione di .STL); con i files proprietari possono infatti sorgere problemi di compatibilità, laddove l'odontotecnico non disponga del software CAD della stessa azienda.
Tuttavia, benchè tutte queste caratteristiche rivestano una certa importanza, non bisogna dimenticare che la cosa fondamentale è sempre la qualità delle scansioni generate dalla macchina. In altre parole, la qualità della matematica [2,3].
La matematica di una scansione intraorale è determinata dall'accuratezza e dalla risoluzione di acquisizione. Che cosa significa?
È molto semplice: per accuratezza si intende la somma di veridicità (in inglese, trueness) e precisione (precision) [2,3]. La veridicità è la capacità dello scanner e del suo software di elaborazione, di catturare e ricostruire una superficie che poco o nulla si discosti da quella reale, ovvero quella dell'oggetto scandito [2,3]. Non devono esserci errori, e la ricostruzione 3D della superficie deve essere la più fedele possibile, senza deviazioni. Inoltre, qualora si scandisca più volte lo stesso oggetto, i risultati devono essere riproducibili e consistenti: in altre parole, lo scanner deve essere preciso [3].
La precisione, quando si parla di scanners intraorali e più in generale di strumenti di misurazione 3D, è appunto questo: la capacità di dare risultati ripetibili e consistenti [3]. Tale definizione nulla ha a che vedere con il concetto di precisione clinica, fondamentale in protesi, ovvero la qualità della chiusura del restauro sul margine protesico. È bene pertanto non confondere la precisione di una misurazione, che dipende unicamente dallo scanner, con la precisione clinica di un restauro, che dipende dalla scansione, ma anche dall'elaborazione del progetto CAD, e dalla fabbricazione in CAM.
Come è intuitivo, è oggi possibile misurare in vivo cioè in bocca al paziente, la precisione di uno scanner intraorale: è sufficiente catturare diverse scansioni della stessa bocca, una dopo l'altra, salvare i modelli 3D generati dallo scanner e, all'interno di un software di reverse engineering, sovrapporli tra loro. Minori saranno le deviazioni spaziali tra i diversi modelli, maggiore sarà la precisione dello scanner. Più problematico risulta essere il calcolo della veridicità di uno scanner in vivo. Per poter calcolare, grazie ad un software di reverse engineering, la veridicità di uno scanner intraorale, ci occorre infatti poter disporre di un modello di riferimento, al quale sovrapporre le nostre scansioni intraorali [3].
Ad oggi, gli strumenti di misurazione utilizzati per catturare modelli di riferimento sono tastatori, macchine che sondano fisicamente la superficie dell'oggetto per trarne dettagliate informazioni 3D, oppure potenti scanners ottici industriali o desktop [3].
Dal momento che non è possibile staccare le arcate dentarie del paziente e porle all'interno di un tastatore o di uno scanner industriale, e poter così acquisire un modello riferimento, è di fatto impossibile misurare la veridicità di uno scanner intraorale in vivo, cioè in bocca al paziente. E dato che la veridicità e la precisione concorrono insieme nel determinare l'accuratezza, ne deriva che è impossibile trarre dirette conclusioni sull'accuratezza di uno scanner intraorale in vivo. In verità, in uno studio pubblicato l'anno scorso, Albdour e colleghi hanno provato a superare questo problema, eseguendo delle scansioni intraorali di denti parodontalmente compromessi; tali denti erano poi estratti e scanditi con scanner industriale [4]. Era così possibile sovrapporre in un reverse engineering le scansioni intraorali su quella ottenuta con scanner industriale, e valutare attentamente le deviazioni esistenti [4].
Tuttavia, tali dati si riferivano unicamente all'anatomia occlusale di singoli elementi, non essendo possibile trasferire esattamente la reciproca posizione di più denti dalla bocca allo scanner industriale [4].
Per poter determinare l'accuratezza degli scanners intraorali disponiamo però di diversi studi in vitro, realizzati su modelli in gesso [2,3]. Tali studi sono in grado di darci informazioni utili sul grado di accuratezza di diversi scanners, in differenti contesti clinici [2,3]. In particolare, un nostro recente lavoro in vitro, in via di pubblicazione, ha evidenziato come esistano differenze statisticamente significative nell'accuratezza tra diversi scanners intraorali, e

come oggi l'errore dato dalla scansione possa essere compreso tra 15-45 µm, nel caso di impronte per corone singole supportate da impianto [5]. Se però il numero degli impianti e quindi l'area da scandire aumenta, l'errore cresce, ed è compreso tra 25-50 µm nel caso di protesi fissa parziale supportata da 3 impianti, fino ad arrivare a 45-90 µm nel caso di impronta per la fabbricazione di full-arch su 6 impianti [5]. Di fatto, vi è in questo studio una differenza significativa nella qualità della matematica nelle diverse applicazioni; ciò in accordo con la letteratura che non supporta, ad oggi, l'uso degli scanners intraorali per l'impronta del paziente completamente edentulo [1,6].
L'accuratezza è, di fatto, il solo elemento rilevante nel caso di un'impronta su impianti: ciò perché noi registriamo un'impronta di posizione. Se per esempio scandiamo un modello parzialmente edentulo con due scanbodies implantari, è importante che lo scanner non commetta errori e che catturi e ricostruisca tali dispositivi di trasferimento esattamente come sono, e dove sono. È altresì importante che i denti adiacenti vengano rappresentati correttamente, per poter permettere al tecnico di modellare i punti di contatto, e che il registro di occlusione venga catturato così com'è, senza distorsioni. In ogni caso, la risoluzione di acquisizione non è determinante.
Diverso è il caso in cui l'impronta sia su denti naturali: in questo contesto, infatti, oltre all'accuratezza, anche la risoluzione di acquisizione è fondamentale. Per risoluzione di acquisizione si intende il numero di triangoli dai quali è costituita la mesh, ovvero la ricostruzione della superficie dell'oggetto scandito. La maggior parte degli scanners intraorali proietta infatti una griglia di luce strutturata dalle dimensioni note sull'oggetto da scandire; quindi, potenti telecamere catturano la deformazione che tale griglia subisce, impattando con la superficie dell'oggetto. Il software di elaborazione riceve questi dati e genera una nuvola di punti, che viene triangolata. Si ottiene così la mesh. Ebbene, più densa è la nuvola di punti, maggiore è il numero di triangoli, e più elevata è la risoluzione di acquisizione dello scanner. Ma perché la densità dei triangoli è importante per la cattura dell'impronta su dente naturale? La risposta è semplice: perché solo attraverso un adeguato numero di triangoli è possibile visualizzare correttamente la linea di preparazione, ovvero il margine protesico di un elemento dentale. Ciò è stato dimostrato, in vitro, da un elegante studio di Nedelcu e colleghi, che hanno evidenziato come la densità della mesh sia un fattore discriminante, a parità di accuratezza, nel rendere possibile l'individuazione della linea di margine [7]. Tale studio ha anche confermato come diversi scanners diano risultati completamente differenti, e come la lettura di un margine subgengivale sia già in vitro (in assenza di fluido crevicolare o sanguinamento) piuttosto critica [7]. Vi sono però oggi valide soluzioni per questo problema. Nel prossimo numero presenteremo una tecnica che permette, attraverso un flusso di lavoro analogico-digitale, di leggere correttamente i margini subgengivali con scanner intraorale.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health. 2017;17(1):149.
2. Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. Plos One. 2016; 11 (9): e0163107.
3. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2017; 17 (1): 92.
4. Albdour EA, Shaheen E, Vranckx M, Mangano FG, Politis C, Jacobs R. A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions. BMC Oral Health. 2018; 18 (1): 117.
5. Mangano FG, Hauschild H, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in implantology: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2019; in press.
6. Khraishi H, Duane B. Evidence for use of intraoral scanners under clinical conditions for obtaining full-arch digital impressions is insufficient. Evid Based Dent. 2017; 18 (1): 24-25.
7. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. BMC Oral Health. 2018; 18 (1): 27.

DALLA LETTERATURA

#SCAN!

Protocolli di scansione in implanto-protesi

Come ottimizzare il flusso di lavoro per il restauro di impianti singoli

Dr. Francesco Mangano

UN RECENTE STUDIO

Mangano F, Margiani B, Admakin O.
A Novel Full-Digital Protocol (SCAN-PLAN-MAKE-DONE®) for the Design and Fabrication of Implant-Supported Monolithic Translucent Zirconia Crowns Cemented on Customized Hybrid Abutments: A Retrospective Clinical Study on 25 Patients. Int J Environ Res Public Health. 2019; 16 (3).

Ha presentato un flusso di lavoro alternativo per il restauro di impianti singoli con protocollo full-digital, senza passare attraverso stampa di modello 3D e pertanto senza impiego di analoghi digitali. È indubbio come ancora vi siano dei problemi nella realizzazione di modelli stampati in 3D, nei quali gli analoghi digitali siano inseriti in maniera veramente accurata. La possibilità di lavorare senza modelli permette inoltre di risparmiare tempo e denaro. Questo protocollo consiste essenzialmente in due diverse scansioni intraorali. La prima scansione cattura la posizione degli impianti, attraverso gli scanbodies, ed è utile al disegno ed alla fabbricazione per fresatura del moncone individuale in zirconia (da cementare extraoralmente su base di incollaggio in titanio, per ottenere un moncone ibrido che è già definitivo, secondo il modello one abutment - one time) e della corona provvisoria in polimetil-metacrilato di metile (PMMA). Terminato il periodo di provvisorizzazione (2-3 mesi), si procede ad una seconda scansione, utile al disegno della corona definitiva in zirconia. In questa seconda scansione, catturiamo la posizione del moncone in zirconia direttamente in bocca, dopo avere rimosso la corona provvisoria. Questa seconda scansione è utile per diverse ragioni. Prima di tutto, essa ci permette di catturare la situazione dei tessuti molli, ad avvenuta maturazione: l'odontotecnico può modellare la corona definitiva avendo a disposizione questa informazione importante. È concettualmente errato pensare di modellare un restauro definitivo, avendo a disposizione le sole informazioni sui tessuti molli date dalla prima scansione: i tessuti non sono ancora stati condizionati e, a meno che non sia individualizzato, lo scanbody implantare ha sezione circolare standard, non rappresentativa di una emergenza protesica ideale. Inoltre, attraverso la seconda scansione, è possibile azzerare una serie di errori di posizione, nei quali è possibile incorrere, determinati dalla cementazione extraorale della porzione in zirconia sulla base di titanio (che prevede inevitabilmente una certa tolleranza, a seconda delle componenti) o dovuti al malposizionamento del moncone in bocca (laddove non presente indice). C'è però un problema: in questa seconda scansione, non è possibile visualizzare correttamente i margini del moncone individuale (che sono subgengivali); inoltre, la ricostruzione di un oggetto derivante da scansione (mesh), benchè accurata, è sempre un'approssimazione geometrica dello stesso, e ciò potrebbe inficiare la qualità della chiusura marginale. Come ovviare a ciò? È sufficiente recuperare il file originale del disegno del moncone individuale, dalla prima scena computer-assisted-design (CAD). Tale file può essere importato e sostituito alla scansione del moncone in bocca (seconda scansione), grazie a potenti algoritmi di sovrapposizione, nella nuova (corretta) posizione (Fig. 1). A questo punto, il tecnico può modellare il restauro definitivo, avendo una visualizzazione ideale dei margini del moncone individuale, benchè subgengivali; inoltre, tali margini sono netti, da disegno CAD, al punto che possono essere automaticamente riconosciuti dal software (Fig. 2).
Questo approccio semplifica l'interazione con l'odontotecnico e permette di ridurre al minimo l'errore, che può essere addirittura calcolato, per ciascun caso, impiegando software di reverse-engineering. Nel presente lavoro, abbiamo notato una deviazione media tra le superfici del disegno CAD del moncone (importato dalla prima scena) e del moncone catturato direttamente in bocca, compresa tra i 30-40 micrometri. Si tratta di valori accettabili, che dipendono da errori di scansione intraorale e fresatura: il disegno CAD risulta deviare, seppur di pochissimo, rispetto al pezzo fisico fresato e scandito in bocca. Si tratta di deviazioni minime che non vanno ad inficiare l'adattamento clinico, e possono essere corrette dall'odontotecnico attraverso lucidatura del moncone, prima dell'invio al dentista per l'applicazione.
Ulteriori lavori devono validare questo protocollo, e chiarire se possa essere applicato anche a restauri più lunghi (ponti supportati da impianti).

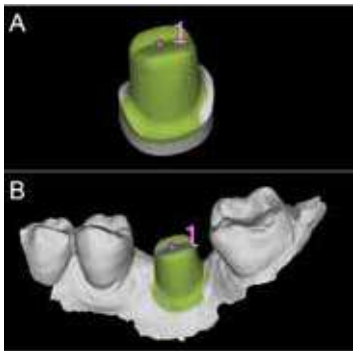


Fig. 1 - Il file CAD del disegno originario del moncone (A) è sovrapposto al moncone catturato in bocca (B) nella seconda scansione.



Fig. 2 - L'odontotecnico può modellare la corona definitiva avendo un'ideale visualizzazione dei margini del moncone, benchè essi siano subgengivali (A,B,C); e può farlo direttamente sul disegno CAD originario del moncone, e non su una mesh.

DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE

02
19

1 IL CASO CLINICO
#SCAN! Dallo smile design alla funzione: un caso clinico

2 L'APPROFONDIMENTO
#SCAN! La lettura dei margini della preparazione protesica nel dente naturale. Come fare?

3 DALLA LETTERATURA
#SCAN! Protocolli di scansione su denti naturali. Come leggere sottogengiva nei casi difficili

#SCAN! La scansione intraorale: problemi e soluzioni

Che differenza c'è tra la scansione su impianti e quella su denti naturali? È possibile leggere sottogengiva?



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 100 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,

bentornati su #SCANPLANMAKEDONE, spazio che INFODENT dedicherà, per tutto l'anno, all'Odontoiatria Digitale. All'interno di questo spazio troverete, ogni mese, contributi originali, casi clinici, approfondimenti e reports dalla letteratura, il tutto su diversi argomenti connessi all'impiego delle tecnologie digitali in odontoiatria.

Nello scorso numero, abbiamo iniziato ad affrontare il tema della scansione intraorale (#SCAN!), introducendo alcuni dei concetti che stanno alla base dell'impronta ottica: l'accuratezza (somma di veridicità e precisione) e la risoluzione di acquisizione. L'accuratezza è elemento imprescindibile nella scansione, sia nella protesi su impianti che su denti naturali. Un'impronta ottica deve essere accurata, per poter essere utilizzata dal clinico con successo: senza accuratezza nell'acquisizione, il fit e la chiusura marginale del restauro protesico risulteranno comunque inadeguati, a prescindere dalla qualità delle fasi di lavoro successive (CAD e CAM).

Nella protesi su impianti, dove si cattura un'impronta di posizione, l'accuratezza è di fatto l'unico elemento da considerare; alla mesh dello scanbody ricostruita dal software 3D dello scanner, il tecnico sostituisce nel CAD i corrispettivi files da libreria, sui quali modella senza doversi preoccupare dell'individuazione dei margini protesici. Lavorando su files di libreria, infatti, le chiusure sono automatiche. Proprio per questo, nella protesi su impianti oggi i risultati sono predicibili, ed è possibile ottenere delle chiusure clinicamente eccellenti, controllabili a livello micrometrico, almeno nel caso di restauri short-span (corone singole e ponti sino a 3 elementi).

Nel caso dei denti naturali, però, le cose si complicano, perché l'accuratezza da sola non basta. Bisogna catturare in ogni dettaglio il margine della preparazione protesica (e, possibilmente, anche una piccola area oltre), ed è necessario che questo margine sia chiaramente visibile al tecnico, che deve disegnare su di esso in CAD la chiusura del proprio restauro. Per poter visualizzare il margine, diventa importante la risoluzione di acquisizione dello scanner, cioè il numero di triangoli che compongono la mesh. E può essere necessario ricorrere a dei piccoli trucchi, soprattutto se il margine è subgengivale. Vediamoli insieme.

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#SCAN!

DALLO SMILE DESIGN ALLA FUNZIONE: UN CASO CLINICO

Riabilitazione estetico-funzionale complessa attraverso Digital Smile Design (DSD)



Dr. Mahmoud Ezzat, BDS, MGDS RCSEd, FICOI, FLD*

** Ambassador of the Digital Dentistry Society (DDS) Arab Union, CEO and Founder of The International Academy of Esthetic and Restorative Dentistry (IAERD), Deputy MRD course Director (Future University in Egypt), Member of the Royal College of Surgeons of Edinburgh (Scotland), Fellowship in Laser Dentistry University of Genua (Italy), Fellow of the International Congress of Oral Implantologists, Certified DSD Instructor for Egypt, since 2004 he keeps a full time private practice in Cairo specialized in Digital Esthetic and Implant Dentistry.*

Questo caso clinico delinea un nuovo approccio per ripristinare sia l'estetica che la funzione in una paziente con perdita generalizzata di sostanza dentale. Questi tipi di casi, in particolare se combinati con una perdita di dimensione verticale rappresentano uno dei dilemmi più impegnativi dell'odontoiatria, poiché di solito richiedono l'uso di arco facciale e articolatore semi-regolabile per ripristinare l'occlusione del paziente in una nuova dimensione verticale, in relazione centrica.
È necessaria una chiara comprensione sia della forma che della funzione per valutare adeguatamente ciascun caso, comprendere le limitazioni sia estetiche che occlusali, eseguire una valutazione del rischio migliore, stabilire una buona prognosi e soddisfare le aspettative dei pazienti.
Per ottenere un risultato prevedibile e coerente, è d'obbligo una chiara visione della progettazione protesica finale nella fase di pre-trattamento, che verrà utilizzata come riferimento per guidare tutte le fasi della riabilitazione, soddisfare le aspettative dei pazienti e guidare tutti gli specialisti clinici e tecnici di laboratorio coinvolti nel trattamento.
Questo report mostra come tale approccio aiuti a trasformare complicati casi di riabilitazione dell'occlusione in semplici casi di riparazione, utilizzando l'analisi dinamica facciale e sostituendo apparecchiature sofisticate con un flusso di lavoro digitale predicibile.

Panoramica del caso clinico:

Una donna di 34 anni si presentava alla mia attenzione per cure odontoiatriche, insoddisfatta dell'aspetto del suo sorriso. L'esame intraorale rivelava una perdita generalizzata di sostanza dalla superficie dei denti, che coinvolgeva sia le superfici incisali superiori che inferiori, e le superfici occlusali (Fig. 1 A).
L'anamnesi della paziente rivelava che era in buona salute generale.
La sua storia dentale rivelava una diminuzione della lunghezza dei suoi denti anteriori nel tempo, senza ipersensibilità dentinale.

Diagnosi:

Parodontale: sanguinamento al sondaggio vestibolare a carico dei denti anteriori superiori, con profondità di sondaggio nella norma. La valutazione radiografica non rivelava perdita ossea o di attacco.
La paziente era classificata come BPE (basic periodontal evaluation) grado 1.

Biomeccanica: la paziente non aveva carie, con un restauro in amalgama intatto sul dente 16.

Funzionale: si evidenziava perdita generalizzata della superficie del dente di grado 3 (indice di usura dei denti Smith & Knight) TWI.
Eziologia: logoramento confermato da sfaccettature di usura coincidenti su occlusione ed erosione

estrinseca (Fig. 1 B,C,D,E,F).
Perdita nello spazio riparativo.
Occlusione molare di classe I.

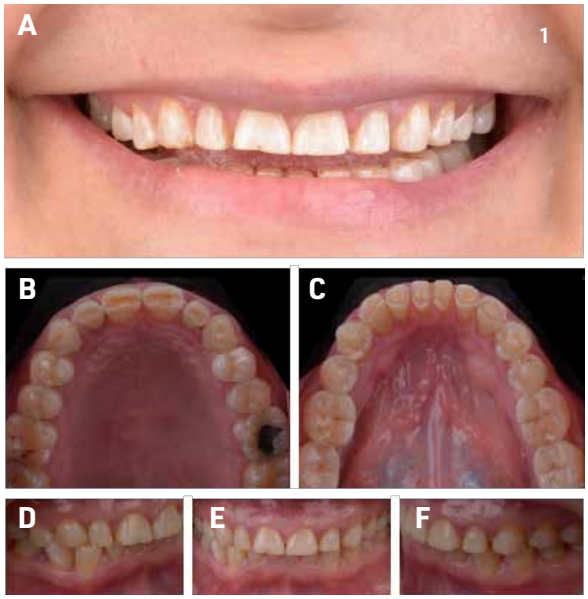


Fig. 1. (A) close up smile photo; (B,C) vista occlusale superiore e inferiore; (D,E,F) viste intraorali laterali e frontali in occlusione.

Dentofacciale: dal momento che il modo più efficace per dare al sorriso della paziente un aspetto naturale è usare il viso come riferimento, partendo da una visione generale di massima (macro-analisi) e progressivamente lavorando fino ai dettagli (micro-analisi), si partiva qui dal viso della paziente, e da lì si arrivava alla valutazione delle forme individuali dei denti. Questa valutazione può essere effettuata facilmente utilizzando il concetto del Digital Smile Design (DSD), che prevede una protocollo di fotografie ed analisi digitale.
Questo protocollo consente al dentista di eseguire un'analisi dentofacciale, disegnando linee di riferimento su fotografie digitali extraorali su una piattaforma 2D, per poter visualizzare correttamente dettagli difficili da notare clinicamente.

Record iniziali necessari:
a) Foto del sorriso frontali: utilizzate per l'analisi dentofacciale (orientamento orizzontale, linea mediana dentofacciale, posizione del bordo incisale, curva del sorriso, proporzioni della larghezza interdentale, rapporto altezza-larghezza dei centrali, livelli dei margini gengivali e livelli della papilla) (Fig. 2 A);
b) Video facciale casual: usato come riferimento per visualizzare il movimento dinamico delle labbra in diverse posizioni della testa;
c) Piattaforma 2D: keynote, PowerPoint, photoshop o applicazioni 2D specifiche.

Diagnosi: (Fig. 2 B)
a) La linea mediana non può essere spostata a destra;
b) Curva di sorriso inverso;
c) Corone cliniche corte che coinvolgono i denti da 13 a 22;
d) Asimmetria nelle ampiezze mesiodistali.

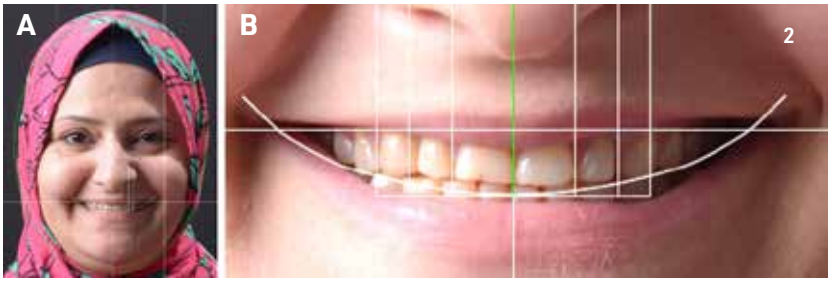


Fig. 2. (A,B) 2D Smile Design.

Piano di trattamento:
a) Misure preventive per arrestare la perdita di sostanza dei denti mediante la modifica della dieta e la fabbricazione di una protezione notturna;
b) Periodo di monitoraggio per garantire un arresto completo del processo attivo;
c) Una ceratura digitale guidata dal design del sorriso 2D:
- per motivare la paziente ed assicurarsi che le sue aspettative siano soddisfatte;
- per guidare tutte le fasi cliniche e garantire che il risultato finale sia il più vicino possibile al wax-up;
- per guidare il tecnico di laboratorio durante la fabbricazione dei restauri finali;
d) Ripristinare la sostanza dentale perduta e modificare il sorriso della paziente utilizzando faccette anteriori e table-tops occlusali, secondo un approccio minimamente invasivo;
e) Aumentare la dimensione verticale di occlusione della paziente per creare spazio per i futuri restauri e preservare la struttura dei denti rimanenti;
f) Sviluppare uno schema occlusale riorganizzato che stabilisca l'occlusione ideale che comprende: coincidenza della massima posizione intercuspale con relazione centrica, libertà nell'occlusione centrica, guida anteriore.

Fasi cliniche e di laboratorio
Fase 1, Digital wax-up:
Una scansione intraorale (Trios, 3-Shape) era catturata ed inviata al tecnico di laboratorio insieme ad una screenshot del disegno del sorriso 2D, per guidare le posizioni esatte dei denti futuri per la fabbricazione di un wax-up da utilizzare per la motivazione della paziente. Il tecnico di laboratorio importava la foto del disegno del sorriso in 2D e le scansioni intraorali in uno specifico software 3D (Nemocast, Nemotec) che consentiva un allineamento accurato tra foto 2D e scansioni 3D (Fig. 3 A). Dopo aver assicurato il corretto allineamento, le linee tracciate sulla foto 2D che riflettono l'analisi dentofacciale venivano automaticamente sovrapposte al modello 3D garantendo una ceratura accurata e completa (Fig. 3 B). Le forme naturali dei denti erano quindi scelte dalla libreria software contenente la tessitura superficiale per garantire un sorriso dall'aspetto naturale per la paziente (Fig. 3 C). La ceratura digitale veniva quindi fabbricata

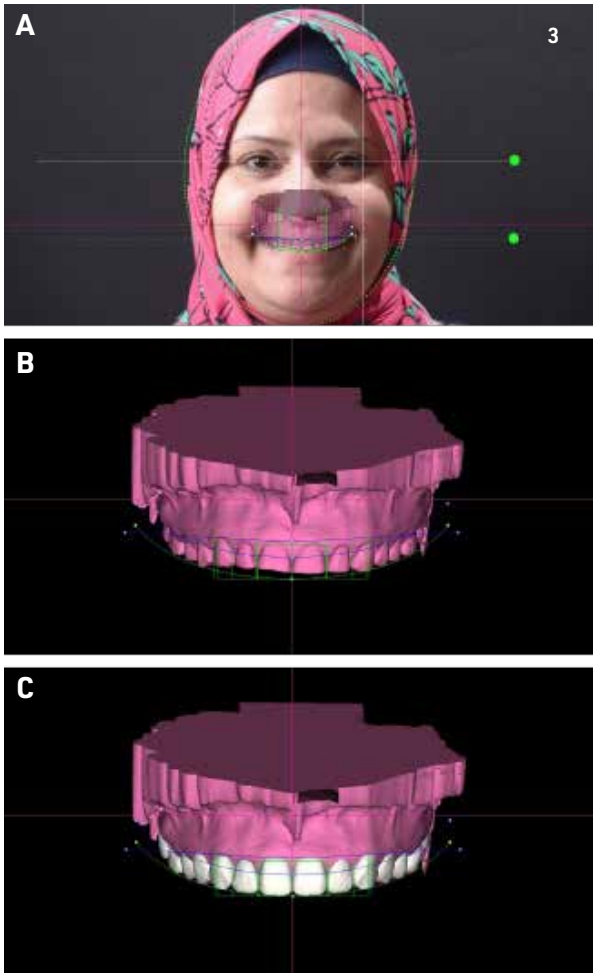


Fig. 3. (A) allineamento del disegno del sorriso 2D alla scansione 3D; (B) sovrapposizione di linee 2D sulla scansione 3D; (C) ceratura digitale utilizzando forme naturali completamente guidate dal disegno preliminare 2D.

utilizzando una stampante 3D (Form2, Formlabs) su cui era ricavata una chiave in silicone per garantire la rimozione completa del materiale bisacrilico in eccesso e facilitare il processo di motivazione. Il materiale bisacrilico (Protemp, 3M ESPE) veniva iniettato nell'indice di silicone e applicato intraoralmente senza alcuna preparazione dentale. Venivano quindi presentate alla paziente le foto del viso prima e dopo l'applicazione del wax-up. Tale confronto motivava fortemente la paziente al trattamento e garantiva il consenso per la progettazione estetica e il piano completo proposto (Fig. 4 A,B).

Fase 2, Raggiungere la nuova dimensione verticale in relazione centrica:
Tradizionalmente, in questi casi, l'arco facciale viene utilizzato per montare il modello superiore su un articolatore semi-regolabile, e una serie di cere sono prese in relazione centrica per montare il modello inferiore in relazione al modello superiore. Le registrazioni laterali e protrusive vengono quindi prese per regolare la guida condilare e l'angolo del Bennet sull'articolatore, al fine di simulare i movimenti mandibolari, e riprodurli come se fossero nella bocca del paziente. Il perno incisale viene quindi spostato per aumentare la dimensione verticale per garantire spazio sufficiente per i futuri restauri. Viene eseguito un wax-up manuale superiore e inferiore sui modelli che regolano l'occlusione sia statica che dinamica. Viene quindi provato un mock-up funzionale nella bocca del paziente e le regolazioni intraorali vengono quindi trasferite ai restauri finali. Tuttavia, anche se tutte queste registrazioni sono state prese, ci sono ancora alcuni aggiustamenti che devono essere eseguiti nella bocca del paziente, a causa di distorsioni a carico delle impronte e di piccoli errori riportati nei modelli in gesso; inoltre, gli articolatori semi-regolabili non sono in grado di mimare le esatte posizioni e movimenti come nella bocca del paziente, e il trasferimento delle regolazioni intraorali del wax-up funzionale alla ceramica finale non è mai una procedura precisa. Secondo l'opinione dell'autore molte procedure in odontoiatria possono essere semplificate in un modo predicibile e ripetibile usando raziocinio (chiedendo semplicemente a se stessi perché? E quando?) e naturalmente sfruttando le potenzialità delle moderne tecnologia digitali.

Domanda 1.
Perché abbiamo bisogno dell'arco facciale?
Risposta 1. Per regolare l'orientamento orizzontale del modello superiore alla faccia usando riferimenti facciali. Per rilevare la linea mediana del viso usando riferimenti facciali (glabella, philtrum, mento). Per mettere in relazione la posizione del modello superiore con i condili.

Domanda 2.
Quando è necessario mettere in relazione la posizione del modello superiore con i condili su un articolatore semi-regolabile?
Risposta 2. Quando il perno incisale deve essere spostato per cambiare la dimensione verticale di occlusione.

Soluzione 1 e 2: L'orientamento orizzontale e verticale del modello superiore utilizzando riferimenti facciali è già stato raggiunto durante il disegno del sorriso 2D (arco facciale digitale) e correlato alla scansione superiore quando è allineato su software 3D (Fig. 7-10). La nuova dimensione verticale sarà accuratamente scandita nella bocca della paziente nella nuova relazione centrica nel passaggio seguente, quindi alleggerendo la necessità di un record di arco facciale.

Domanda 3.
Perché abbiamo bisogno di mettere in relazione i modelli superiore e inferiore con un articolatore semi-regolabile?
Risposta 3. Per poter trasferire le relazioni e i movimenti statici e dinamici dalla bocca della paziente all'articolatore.

Soluzione 3: l'articolatore più preciso è la bocca del paziente dato che jigs intraorali possono essere fabbricati e utilizzati per assicurare che la mandibola sia in relazione centrica, l'occlusione dinamica può essere infine facilmente regolata intraoralmente dato che abbiamo oggi a disposizione dispositivi



Fig. 4. Confronto fra prima (B) e dopo (A) a scopo motivazionale.

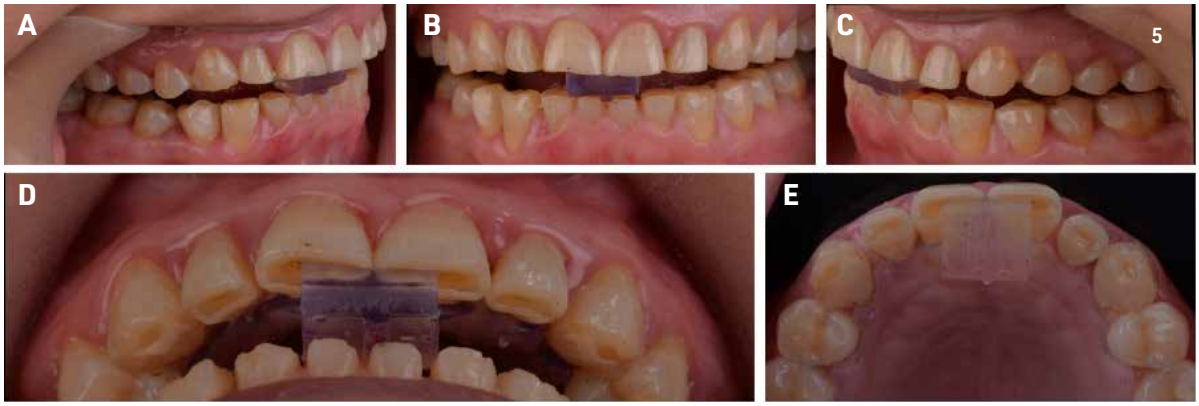


Fig. 5. (A,B,C,D,E) jig digitale.

per la rilevazione dell'occlusione (T-scan, Tekscan) assai precisi e che sostituiscono le classiche cartine di registrazione occlusale.

Fase 3, Mock-up funzionale:
Poiché il modello superiore è già orientato sia orizzontalmente che verticalmente alla foto 2D sul software 3D, la dimensione verticale viene aumentata preliminarmente utilizzando un articolatore digitale per garantire spazio sufficiente per i futuri restauri. In questa nuova dimensione verticale di occlusione veniva progettato un deprogrammatore digitale (jig), che era poi stampato in 3D utilizzando resina trasparente (Fig. 5 A,B,C,D,E). Il jig era aggiustato intraoralmente per garantire un contatto a un punto più vicino alla linea mediana e utilizzato dalla paziente per 6 ore al giorno, per un periodo di 1-2 settimane. Ciò garantiva il rilassamento dei muscoli masticatori e automaticamente portava la mandibola in relazione centrica. Una seconda scansione del morso della paziente veniva quindi registrata garantendo una registrazione accurata della relazione centrica alla nuova dimensione verticale di occlusione. Questa relazione era quindi importata nel software 3D in cui un wax-up digitale inferiore (wax-up funzionale) era progettato in relazione al primo wax-up digitale superiore (Fig. 6). Il wax-up inferiore veniva quindi stampato in 3D e trasferito nella bocca della paziente utilizzando entrambe le chiavi in silicone superiore e inferiore. (Fig. 7 A,B,C). Le interferenze statiche e dinamiche erano facilmente rilevabili utilizzando una carta di articolazione digitale (T-scan, Tekscan) e erano eseguite regolazioni precise sul model-

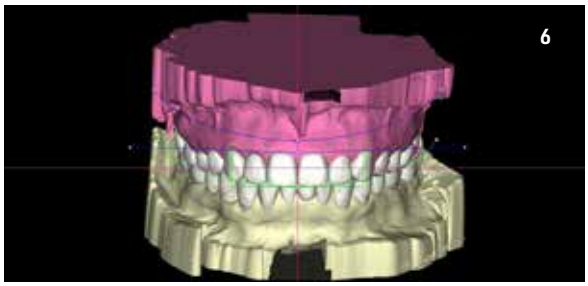


Fig. 6. Design mock-up funzionale superiore e inferiore.



Fig. 7. (A,B,C) modello funzionale intraorale.

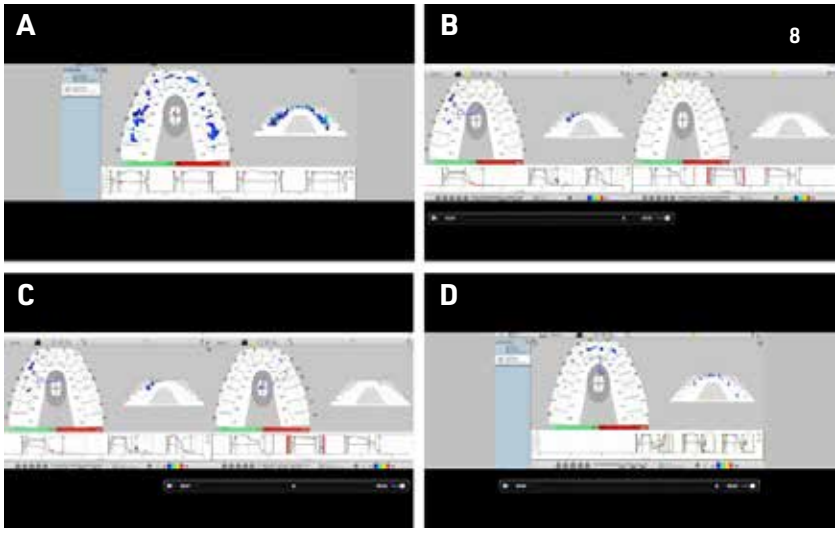


Fig. 8. (A) occlusione statica; (B) lateralità sinistra; (C) lateralità destra; (D) protrusione.



Fig. 9. (A,B,C,D,E) preparazione dei denti

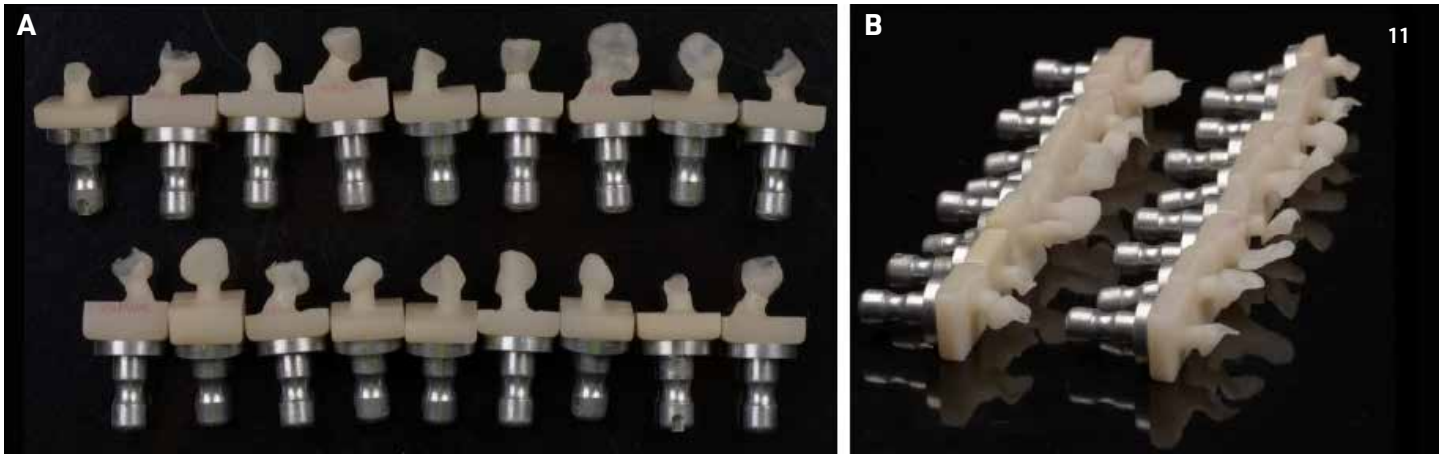


Fig. 10. Blocchi Vita Enamic (A,B) fresati.

lo funzionale in quanto il dispositivo rilevava con precisione non solo la posizione delle interferenze ma anche la percentuale di forza nel tempo in quel punto specifico. Ciò mostrava l'esatta quantità di regolazioni necessarie (Fig. 8 A,B,C,D), ed il mock-up funzionale era quindi scandito.

Fase 4, Preparazione dei denti:
La preparazione dei denti era minimamente invasiva e veniva eseguita utilizzando una guida di preparazione progettata e fabbricata dal laboratorio, con dei limitatori di profondità per garantire risultati prevedibili. Era quindi eseguita la retrazione gengivale con la scansione finale dei denti preparati. (Fig. 9 A,B,C,D,E) La temporizzazione era quindi eseguita utilizzando le stessi chiavi in silicone fabbricate sui wax-up funzionali.

Fase 5, Progettazione e produzione dei Veneers e Table-tops:
La scansione finale e la scansione del mock-up funzionale erano allineate ai wax-ups preliminari su un software CAD (DentalCAD, Exocad) per copiare il progetto estetico originale, la consistenza e le forme naturali e le regolazioni occlusali intraorali apportate al prototipo funzionale. Veneers e table-tops erano fresati utilizzando multi-blocchi (Vita-Emanic HT 1M2, VITA), (Fig. 10 A,B), i restauri fresati erano quindi lucidati, caratterizzati e glasati per dare un aspetto più naturale. I restauri fresati non venivano ritoccati con fresa poiché erano una copia esatta della ceratura digitale preliminare, e non dovevano perdere la tessitura superficiale e le forme.

Fase 6, Cementazione e aggiustamenti finali:
I denti della paziente erano isolati usando la diga di gomma e veniva eseguito il normale protocollo di cementazione. Il jig occlusale era posizionato nella bocca della paziente per assicurare che la mandibola fosse posizionata in CR e ancora una volta sia l'occlusione statica che quella dinamica erano rilevate usando T-scan.

Conclusioni:
La tecnologia digitale è sempre più popolare in ambito odontoiatrico, poiché fornisce risultati predicibili oltre che accurati. L'utilizzo della tecnologia digitale

in questo caso forniva alla paziente molti vantaggi, assicurandole lo stesso design estetico, forme e consistenza che aveva visto e approvato durante la fase di motivazione. La tecnologia digitale migliorava la comunicazione tra il tecnico di laboratorio e il clinico, e garantiva la minima invasività del trattamento utilizzando le guide per la preparazione dei denti. Infine, permetteva di procedere attraverso un flusso di lavoro semplificato e ripetibile per la corretta regolazione della funzione (Fig. 11 A,B; Fig. 12 A,B; Fig. 13 A,B,C,D,E,F; Fig. 14 A,B; Fig. 15 A,B; Fig. 16; Fig. 17 A,B,C).



Fig. 11. Foto del viso: (A) prima; e (B) dopo.



Fig. 12. Foto del sorriso: (A) prima; e (B) dopo.



Fig. 13. Foto in occlusione: (A,B,C) prima; e (D,E,F) dopo.

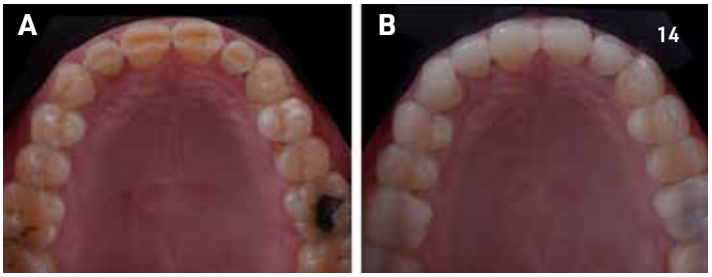


Fig. 14. Foto occlusale superiore: (A) prima; e (B) dopo.

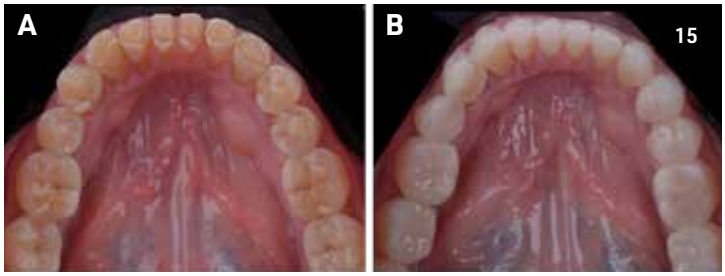


Fig. 15. Foto occlusale inferiore: (A) prima; e (B) dopo.



Fig. 16. Tessitura e forme superficiali naturali.

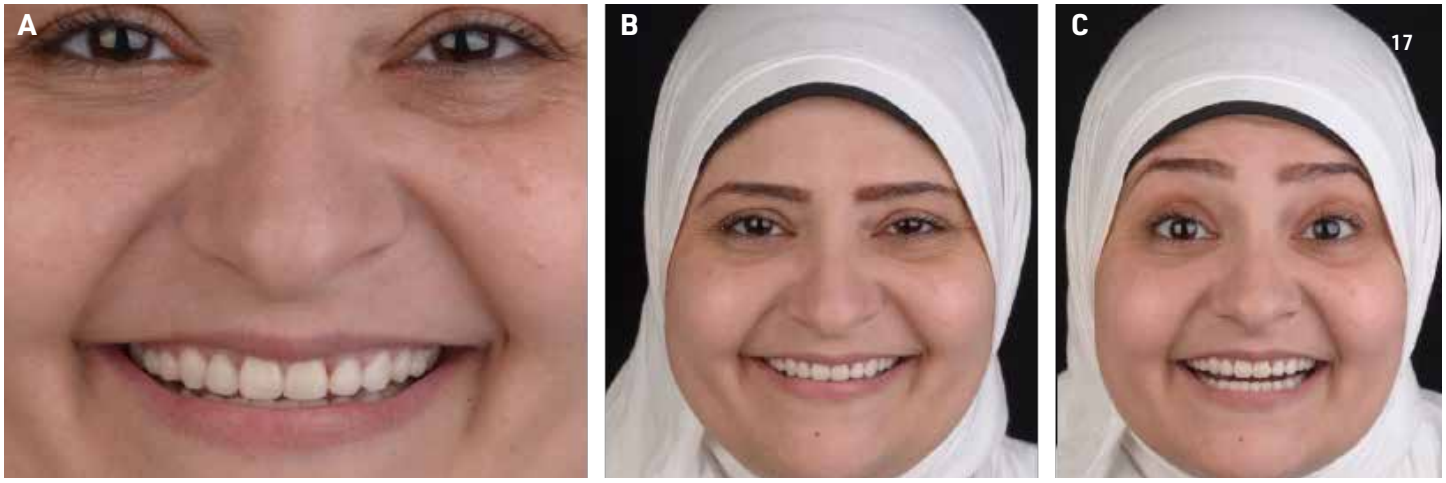


Fig. 17. Foto finali del viso e del sorriso (A,B,C)

L'autore Dr. Mahmoud Ezzat dichiara di aver ottenuto il consenso informato del paziente per la pubblicazione del caso e delle foto.

L'APPROFONDIMENTO

#SCAN!

Gli scanners intraorali

La lettura dei margini della preparazione protesica nel dente naturale. Come fare?

Dr. Francesco Mangano

Ad oggi, i due principali limiti nell'uso degli scanners intraorali sono rappresentati dalla difficoltà nel catturare impronte sufficientemente accurate per fabbricare restauri tipo full-arch, e dalla difficoltà nel rilevare correttamente i margini delle preparazioni protesiche nei denti naturali [1].
Nel caso dei restauri full-arch, questa limitazione si applica sia alle impronte su denti naturali che a quelle su impianti, ed è determinata dalla difficoltà, da parte dello scanner, di ricostruire accuratamente, in 3D, aree estese come quella di un arco dentale completo [2,3]. Tuttavia, tale problema è oggi limitato a questa specifica applicazione e non impedisce al clinico di rilevare impronte sufficientemente accurate per fabbricare corone singole e protesi fisse parziali. Invece, il problema della cattura dei margini delle preparazioni protesiche dei denti naturali può essere rilevante anche per le corone singole. Quando si utilizza uno scanner intraorale, la visualizzazione corretta dei margini delle preparazioni protesiche dei denti naturali può essere difficile, soprattutto laddove questi siano sub-gengivali, ma anche laddove siano iuxta-gengivali (in presenza di sanguinamento, per esempio). In protesi, i margini dovrebbero idealmente essere mantenuti iuxta-gengivali e quindi nel solco. Questo è vero in presenza di monconi non discromici e sostanza adeguata ad ottenere una buona ritenzione del restauro. In questi casi non è necessario penetrare troppo in profondità nel solco; spostare coronalmente il margine protesico, laddove possibile, può aiutare ad ottenere una buona scansione intraorale. Tuttavia, nel caso di monconi discromici nelle aree anteriori, il clinico è costretto a posizionare i margini sottogengiva, per evitare spiacevoli effetti cromatici e il fallimento estetico del restauro; allo stesso modo, in assenza di adeguata ritenzione, il clinico può essere costretto a preparare in profondità. Tutto ciò crea problemi nella lettura dei margini, se lo strumento utilizzato è uno scanner intraorale. Luce strutturata e laser non possiedono le proprietà dei materiali da impronta convenzionali, che sono in grado di penetrare nel solco, scostando gentilmente i tessuti molli e quindi registrando i dettagli dei margini protesici, compresa un'area oltre la preparazione. La luce strutturata ed il laser leggono fin dove arrivano, ma non sono in grado di "scostare" i tessuti. Allo stesso modo, nell'impronta ottica, il sanguinamento dei tessuti molli può mascherare il margine. Tralasciando il fatto che i tessuti molli dovrebbero essere adeguatamente preparati all'impronta in fase di provvisorizzazione, e non dovrebbero sanguinare, ad oggi vengono utilizzate diverse tecniche per la corretta visualizzazione dei margini delle preparazioni protesiche sui denti naturali; tra queste il posizionamento di uno o due fili retrattori, l'uso di paste di retrazione, gel o strisce, laser a CO2.
Sebbene con tutte queste tecniche sia possibile, attraverso una corretta gestione dei tessuti, ottenere impronte ottiche soddisfacenti, catturare i margini di preparazione con scanner intraorale rimane un problema. Non a caso, il dibattito attorno a questo argomento è molto acceso, come testimoniano le lunghe discussioni tra dentisti ed odontotecnici nei vari gruppi di Facebook dedicati all'odontoiatria protesica. Molto spesso, gli odontotecnici si lamentano della scarsa nitidezza del margine protesico catturato tramite impronta ottica. Non si tratta di vane lamentazioni: il problema è serio. In assenza di un margine leggibile, l'odontotecnico può incontrare difficoltà nella progettazione di un restauro che chiuda e si adatti perfettamente alla preparazione protesica esistente. Ciò può comportare la fabbricazione di un restauro incongruo. Un restauro che possieda un adattamento non ottimale (discrepanze marginali orizzontali, verticali o assolute) può causare una maggiore ritenzione di placca e quindi infiammazione (gengivite) che può evolvere nella formazione di tasca parodontale; inoltre, a lungo termine possono verificarsi complicanze come la carie secondaria e, nei biotipi sensibili, recessioni. Per tutti questi motivi, la precisione della chiusu-

ra marginale non rappresenta esclusivamente la ricerca di una transizione ottimale tra l'elemento naturale e la protesi, ma è la chiave per la longevità del restauro stesso.

Come risolvere dunque questo problema?

Ci sono colleghi che suggeriscono di adottare, come unica tecnica di preparazione, quella a finire (preparazione verticale). Essi asseriscono che se il margine non può essere letto, la cosa migliore è eliminarlo: il problema della lettura verrà a decadere. Questo approccio è semplicistico. Anzitutto, pensare di poter risolvere casi clinici profondamente diversi con un unico tipo di preparazione può essere un errore: la scelta del tipo di preparazione protesica non dovrebbe avvenire a priori sulla base di una scelta filosofica, ma piuttosto sulla base di un'attenta analisi del caso clinico con le sue indicazioni specifiche. Inoltre, non ci sono studi in letteratura che dimostrino come il tipo di preparazione (e in particolare la preparazione verticale) possa influenzare la capacità di lettura dello scanner intraorale. Piuttosto, la capacità di leggere dipende da dove viene posizionato il margine o l'area di chiusura (più profondo è il margine, peggiore è la lettura) e dalle caratteristiche intrinseche dello scanner utilizzato, ovvero accuratezza, risoluzione di acquisizione, tessellation e topografia. In uno studio in vitro, Nedelcu e colleghi [4] hanno sottolineato come la posizione del margine abbia una forte influenza sulla qualità della lettura, e come diversi scanners forniscano letture qualitativamente diverse. Gli autori hanno costruito un modello con una preparazione del margine in parte iuxta- e in parte sub-gengivale, e lo hanno scandito con un potente scanner industriale e con 7 diversi scanners intraorali. Hanno poi sovrapposto le scansioni intraorali con la scansione di riferimento (desktop), per valutare l'accuratezza dei diversi scanners con particolare interesse per l'area critica del margine; hanno infine confrontato tutte le mesh ottenute, per capire in quale di queste il margine protesico e quindi la linea di chiusura fosse più facilmente visibile, e identificabile per l'odontotecnico. Ebbene, diversi scanners non erano in grado di rappresentare l'area del margine in modo sufficientemente accurato, specialmente sottogengiva. Inoltre, al di là dell'accuratezza, solo in presenza di un numero adeguato di triangoli nella mesh (di un'adeguata risoluzione di acquisizione) era possibile visualizzare bene il margine; tale visualizzazione era comunque più difficile nelle aree sottogengivali. Questo esperimento, con tutti i limiti dell'approccio in vitro (nessun sanguinamento) ha descritto come la capacità di lettura dipenda dalla posizione del margine e dallo scanner utilizzato. Non vi è ad oggi alcuna prova scientifica, al contrario, che il tipo di preparazione (verticale vs. orizzontale) possa influenzare in qualche modo la capacità di lettura dello scanner intraorale.

Come risolvere il problema dunque, nel caso di un margine profondo e sub-gengivale?

Ci viene in aiuto un interessante studio di Mandelli e colleghi [5], che presenta una tecnica mista (analogico-digitale) per la cattura del margine sub-gengivale. Questa tecnica si basa sulla scansione con scanner intraorale, al di fuori della bocca, di una impronta parziale analogica (in polietere); questa impronta viene scandita, le normali sono invertite e il file viene sostituito all'interno della mesh derivante da scansione intraorale. Ciò al fine di consentire una visualizzazione adeguata dei margini di preparazione. È fondamentalmente il recupero della vecchia tecnica di impressione parziale descritta da Casartelli (tecnica dell'anello di rame), integrata in un flusso di lavoro digitale. Personalmente, ho adottato questa metodica nella mia pratica quotidiana, per poter aumentare la qualità delle impronte volte alla fabbricazione di restauri definitivi. Il mio protocollo prevede il disegno, in CAD, di un cucchiaio portaimpronte individualizzato, che viene stampato in 3D. Tale cucchiaio è impiegato per ribasare, selettivamente nell'area di interesse, del polivinilsilossano (light) sui monconi preparati, secondo tecnica convenzionale (rimozione filo retrattore ed iniezione nel solco) (Fig. 1). Ad avvenito indurimento, tale impronta viene scandita al di fuori della bocca, con scanner intraorale (Fig. 2); nel CAD, le normali vengono invertite e si procede a sostituzione della porzione interessata sul framework dell'impronta ottica catturata in bocca (Fig. 3,4,5). In questo modo, la visualizzazione corretta dei margini è possibile, ed il tecnico può disegnare un restauro congruo (Fig. 6).

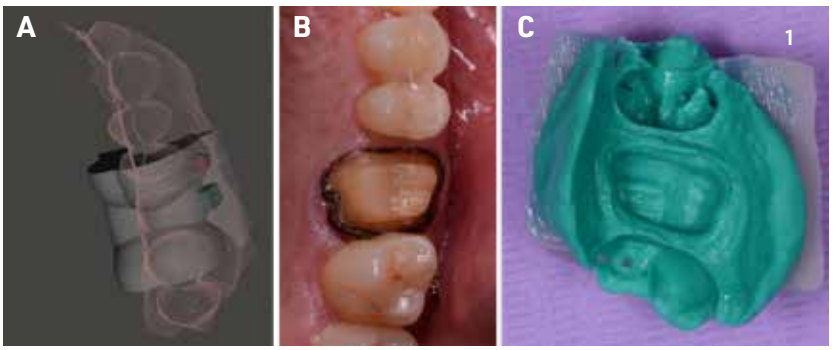


Fig. 1. (A) disegno in CAD di un tray parziale individualizzato; (B) filo retrattore in sede; (C) ribasatura del tray personalizzato con light di polivinilsilossano

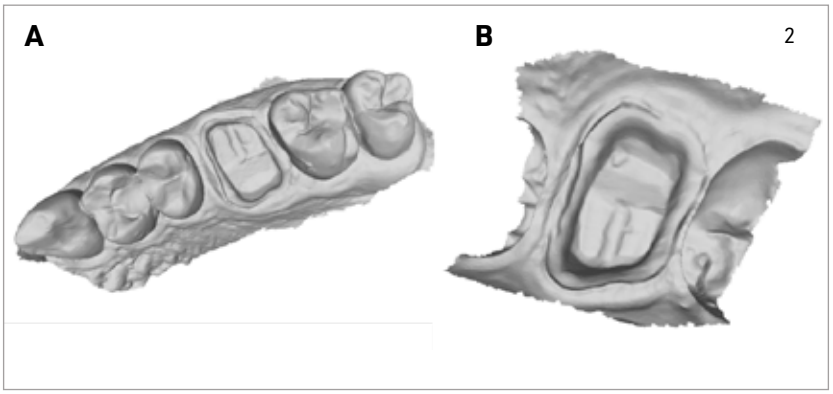


Fig. 2. (A) scansione intraorale dell'emiarcata; (B) scansione extraorale della parte interna della ribasatura.

Naturalmente questa tecnica è mista, parzialmente analogica, in quanto fa uso di materiali da impronta convenzionali; tuttavia, il paziente non percepisce tale procedura come un'impronta classica, ma piuttosto come una ribasatura. In futuro, l'introduzione sul mercato di scanners intraorali in grado di leggere attraverso i tessuti molli dovrebbe risolvere definitivamente, ed una volta per tutte, il problema della corretta lettura dei margini delle preparazioni protesiche.



Fig. 3. Inversione delle normali.

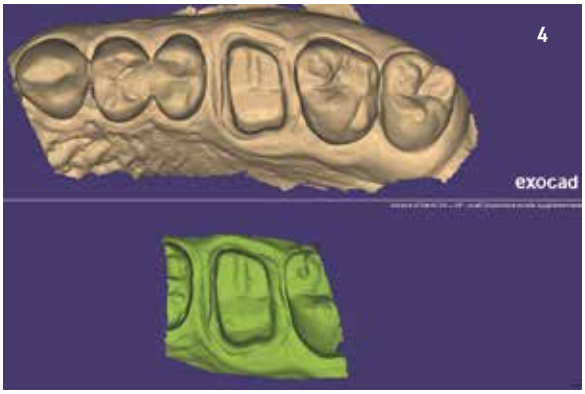


Fig. 4. Sovrapposizione del dettaglio da ribasatura sulla scansione dell'emiarcata.

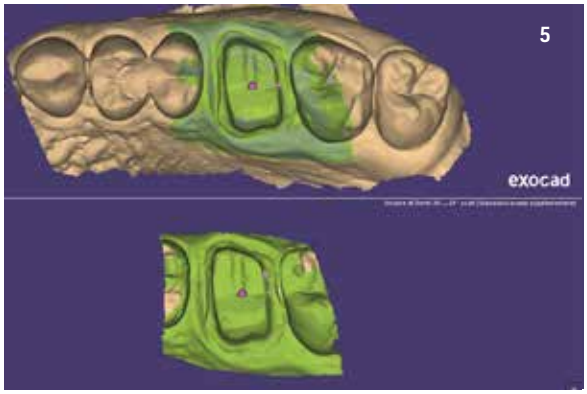


Fig. 5. L'algoritmo di sovrapposizione è estremamente potente.

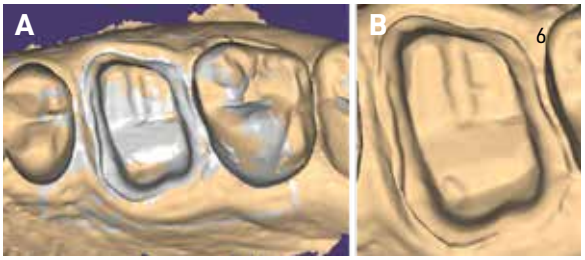


Fig. 6. (A) la sovrapposizione è completata; (B) i margini sono ben visibili in ogni dettaglio.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. *Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health. 2017; 17 (1): 149.*
2. *Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2017; 17 (1): 92.*
3. *Khraishi H, Duane B. Evidence for use of intraoral scanners under clinical conditions for obtaining full-arch digital impressions is insufficient. Evid Based Dent. 2017; 18 (1): 24-25.*
4. *Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. BMC Oral Health. 2018; 18 (1): 27.*
5. *Mandelli F, Ferrini F, Gastaldi G, Gherlone E, Ferrari M. Improvement of a Digital Impression with Conventional Materials: Overcoming Intraoral Scanner Limitations. Int J Prosthodont. 2017; 30 (4): 373-376.*

DALLA LETTERATURA

#SCAN!

Protocolli di scansione su denti naturali.

Come leggere sottogengiva nei casi difficili

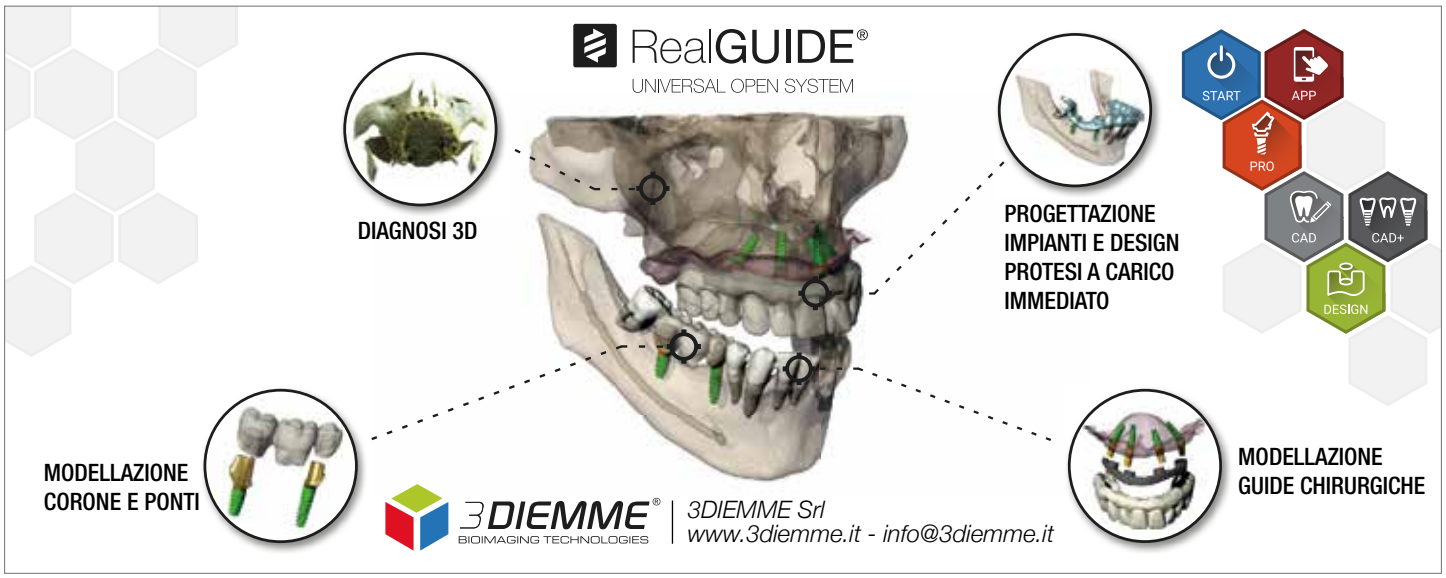
Dr. Francesco Mangano

La cattura, tramite impronta ottica, dei margini di preparazione protesici dei denti naturali può essere complessa, specialmente laddove questi siano collocati sottogengiva. Eppure, questa è un'evenienza possibile in protesi, per esempio in presenza di monconi discromici in area estetica. Un'adeguata gestione dei tessuti molli già nella fase di provvisorizzazione e poi durante l'impronta, con l'aiuto dei fili retrattori, permette di gestire bene la maggior parte dei casi clinici. Ma non bisogna dimenticare che la luce non possiede le proprietà dei convenzionali materiali di impronta: non è in grado, infatti, di infilarsi nel solco ed occupare quello spazio, scostando i tessuti. La luce legge fin dove arriva e non scosta i tessuti; può soffrire dell'interferenza data dal fluido crevicolare e, naturalmente, dal sangue. Esiste un'alternativa possibile alla scansione diretta, per poter permettere di leggere i margini delle preparazioni protesiche, anche quando subgengivali?

Il primo studio ad offrire una possibile soluzione a questo problema, attraverso un flusso di lavoro misto analogico-digitale, è questo di Mandelli e colleghi:

Mandelli F, Ferrini F, Gastaldi G, Gherlone E, Ferrari M.
Improvement of a Digital Impression with Conventional Materials: Overcoming Intraoral Scanner Limitations.
Int J Prosthodont. 2017; 30 (4): 373-376.

Questo articolo descrive un metodo efficace per leggere sottogengiva con gli scanners intraorali. Tale metodo si basa sulla cattura, al di fuori della bocca e con scanner intraorale, di una ribasatura o impronta parziale (con materiale da impronta convenzionale) dei monconi naturali. Si procede quindi all'inversione delle normali ed il file dell'impronta parziale è sovrapposto all'impronta ottica catturata in bocca. In questo modo, è possibile "accendere" e "spegnere" i tessuti gengivali, e visualizzare correttamente i margini di preparazione anche se subgengivali.



DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE

03
19

1 IL CASO CLINICO
#SCAN! Trattamento dei pazienti edentuli 2.0

2 L'APPROFONDIMENTO
#SCAN! Indicazioni, limiti ed evoluzione della diagnostica tridimensionale in odontoiatria

3 DALLA LETTERATURA
#SCAN! La Cone Beam Computed Tomography in implantologia. Raccomandazioni per il corretto impiego clinico

#SCAN!

La Cone Beam Computed Tomography

Strumento essenziale nella diagnosi e pianificazione delle terapie, e porta d'ingresso al 3D



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 100 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,

bentornati in **#SCANPLANMAKEDONE**, spazio che **INFODENT** dedica all'Odontoiatria Digitale. Questo terzo numero affronta il tema della cone beam computed tomography (CBCT), uno degli strumenti essenziali nella fase dell'acquisizione dei dati (**#SCAN!**), e tra le apparecchiature digitali già oggi più diffuse negli studi odontoiatrici italiani. La CBCT è uno strumento che migliora notevolmente la capacità diagnostica e di pianificazione delle terapie. La possibilità di visualizzare le strutture dentali ed ossee in 3D, con una esposizione ridotta alle radiazioni ionizzanti (quantomeno in confronto alla tomografia computerizzata tradizionale) permette di programmare al meglio e in sicurezza interventi complessi come l'avulsione di denti inclusi, e l'inserimento di impianti dentali. Permette inoltre di individuare lesioni di natura endodontica o parodontale, non facilmente localizzabili con le classiche radiografie 2D, oltre a poter visualizzare fratture radicolari o dei processi alveolari. È chiaro che un tale potenziamento della capacità diagnostica e quindi di programmazione è impagabile, e cambia l'approccio alle terapie. Ma la CBCT può essere ulteriormente valorizzata come porta d'ingresso al mondo del 3D, qualora il dentista si apra al computer-assisted-design (CAD), ed utilizzi, ad esempio, la chirurgia implantare guidata. Nella chirurgia implantare guidata, i dati derivanti dalla CBCT vengono importati all'interno di software di CAD chirurgico, assieme ai dati acquisiti da scansione intraorale. Tali scansioni sono sovrapposte, in modo da avere tutte le informazioni ossee e dento-gengivali; quindi, dopo aver modellato o importato un wax-up virtuale, si programma il posizionamento degli impianti desiderati in posizione, inclinazione e profondità, nel rispetto dei volumi ossei disponibili ed in accordo al progetto protesico. Infine, si disegna e stampa in 3D una guida chirurgica, che permetterà il posizionamento degli impianti in accordo al piano prestabilito. I vantaggi di questo approccio sono enormi, soprattutto nell'ottica della sicurezza (si riduce il rischio di invasione di strutture anatomiche invalicabili come nervo alveolare inferiore o seno mascellare) e della accuratezza nel posizionamento delle fixtures, che è "protesicamente guidato"; inoltre, gli impianti possono essere inseriti flapless, con minor disagio per il paziente. È auspicabile che sempre più colleghi utilizzino la chirurgia implantare guidata nei prossimi anni; tuttavia, non dobbiamo dimenticare che la CBCT permette già oggi di progettare scaffolds "custom-made", così come griglie (meshes) personalizzate per la rigenerazione ossea.

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#SCAN!

TRATTAMENTO DEI PAZIENTI EDENTULI 2.0

Riabilitazione implanto-protesica in un paziente con grave atrofia del mascellare superiore mediante l'ausilio di moderne tecnologie digitali



Dr. Marco Tallarico*, Roberto Scrascia, Simone Fedi, Marco Ortensi

** Laureato con lode presso l'Università di Roma "La Sapienza". Master di 2° livello in Chirurgia Orale. Specializzato in Chirurgia Odontostomatologica. Perfezionato in Parodontologia ed Implantologia presso l'Università di Firenze. Certificato per la terapia implantare dell'Associazione Europea di Osteointegrazione. Lecturer presso il dipartimento di "Surgical, Micro-surgical and Medical science" dell'Università di Sassari. Svolge attività di libero professionista nella sua clinica in Roma*

La chiave del successo della moderna implantologia è la pianificazione protesicamente guidata del trattamento. L'obiettivo di questo lavoro è quello di presentare un caso clinico eseguito con l'ausilio di scansioni facciali all'interno di un flusso di lavoro completamente digitale per il trattamento di un paziente in dentatura terminale, con grave atrofia ossea del mascellare superiore. Una donna di 65 anni di età è stata sottoposta a chirurgia computer guidata per l'inserimento di 4 impianti dentali osteointegrati a supporto di una protesi su barra in titanio realizzata con metodiche CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacturing). Le fasi di diagnosi ed impostazione del piano di trattamento sono state supportate dall'acquisizione di dati digitali che comprendevano le impronte ottiche intra-orali, le scansioni facciali, l'esame radiografico tridimensionale, la scansione della protesi pre-esistente e il nuovo progetto protesico. L'acquisizione digitale dei dati del paziente ha permesso la pianificazione e l'esecuzione del trattamento implanto-protesico in modo corretto, semplice e predicibile. Come protesi definitiva è stata realizzata una protesi rimovibile tipo overdenture implanto-supportata e implanto-ritenuta, costituita da una barra in titanio CAD/CAM e sistemi di attacco a basso profilo.

Introduzione

Il recente sviluppo delle tecnologie digitali ha contribuito ad una larga diffusione dei sistemi di pianificazione virtuale e posizionamento assistito degli impianti dentali. La chiave del successo della moderna implantologia è la pianificazione del trattamento chirurgico che prevede l'inserimento degli impianti dentali in posizione protesicamente guidata.[1,2] Per ottenere tali risultati, è necessario abbinare correttamente i dati anatomici, radiografici e protesici del paziente. I dati radiografici ed anatomici sono acquisiti direttamente in forma digitale mediante CBCT (cone beam computed tomography) scan (DICOM data) ed impronte ottiche (STL data). L'informazione protesica può essere invece acquisita in diversi modi e dipende dal fatto che il paziente sia edentulo o abbia ancora i denti rimanenti. Nonostante l'elevato contributo delle tecnologie digitali alla moderna implantologia, il trattamento dei pazienti completamente edentuli rimane ancora una sfida per il clinico, proprio a causa della sua maggiore complessità.[2-4] Come recentemente dimostrato, è possibile convertire la protesi pre-esistente in una protesi da scansione, inserendo dei markers tridimensionali e radiopachi in composito.[5,6] Tuttavia, questa fase è possibile

solo se la protesi pre-esistente è funzionalmente ed esteticamente corretta. In tutte le altre circostanze è necessario pianificare il trattamento implanto-protesico partendo dal ripristino dell'armonia facciale e la determinazione dei rapporti intermascellari sui piani verticale e orizzontale. A tale scopo, l'integrazione delle attuali tecnologie con le moderne tecniche di scansione facciale ed acquisizione digitale dei tracciati occlusali potrebbe rappresentare l'ulteriore sviluppo necessario al corretto ripristino dell'estetica e della funzione dei pazienti completamente edentuli. Inoltre, le fasi del trattamento protesico definitivo potranno essere eseguite mediante la semplice digitalizzazione intra- o extra- extraorale della posizione impiantare inserita all'interno del progetto protesico iniziale mediante uno speciale sistema di trasferimento. L'obiettivo di questo lavoro è quello di presentare un caso clinico preliminare, parte di uno studio prospettico già ampio, concepito allo scopo di valutare l'impiego delle scansioni facciali all'interno del flusso di lavoro completamente digitale per il trattamento dei pazienti edentuli.

Materiali e metodi

Una donna, parzialmente edentula, di 65 anni di età, portatrice di due protesi parziali rimovibili, si è presentata in un centro privato situato in Roma, per l'instabilità delle protesi, sia superiore, sia inferiore, e valutare un'eventuale riabilitazione su impianti (Figura 1).

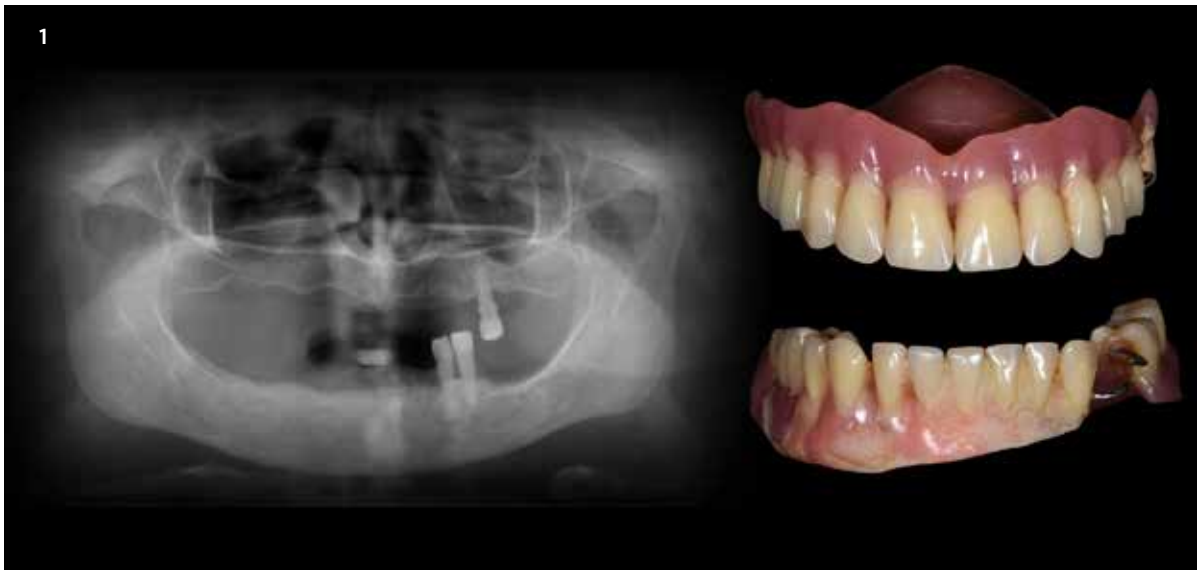


Fig. 1. Rx OPT a tempo 0. Foto delle vecchie protesi della paziente.

Una volta raccolti i dati anamnestici e clinici della paziente, scattate le fotografie e le radiografie preliminari, e realizzati i modelli di studio per la valutazione preliminare, sono state discusse tutte le opzioni terapeutiche possibili. La paziente si presentava alla nostra osservazione con la permanenza in arcata di soli due elementi dentali nell'arcata superiore ed uno nell'arcata inferiore. Tutti e tre i denti residui presentavano grave riduzione del supporto parodontale, mobilità aumentata ed erano dolenti alla masticazione. Durante l'esame clinico sono state analizzate, tra le altre cose, le protesi pre-esistenti, allo scopo di valutare gli aspetti funzionali ed estetici, con particolare attenzione alla forma della protesi, alla dimensione verticale dell'occlusione, al supporto del viso e alla posizione del labbro. Sono state discusse e valutate insieme alla paziente tutte le possibili opzioni di trattamento. Dopo essere stata informata circa i benefici ed i rischi di tutte le possibili opzioni terapeutiche, ivi incluse le protesi totali rimovibili, la paziente esprimeva una preferenza per le soluzioni che prevedevano il posizionamento di impianti dentali osteointegrati. Date le richieste della paziente è stato redatto un piano di trattamento preliminare che comprendeva l'esecuzione di due protesi immediate provvisorie, e l'estrazione dei denti residui, parodontalmente compromessi.
Dopo tre mesi dalla guarigione dei siti estrattivi, le protesi immediate sono state ribasate, ma giudicate idonee da un punto di vista funzionale ed estetico. In accordo con la paziente, è stato deciso di pianificare il trattamento implanto-protesico definitivo optando per una overdenture a ritenzione implantare nell'arcata superiore, ed una protesi a sostegno implantare nell'arcata inferiore. Tale scelta è stata discussa con la paziente che ha richiesto la terapia implantare, ma che essa fosse minimamente invasiva. Il work-flow completamente digitale è iniziato con la digitalizzazione delle protesi pre-esistenti (CS 3600, Carestream Dental LLC, Atlanta, USA), delle arcate edentule e del viso della paziente (ObiScanner, Fifthingenium S.r.l.s, Milan, Italy). La protesi superiore è stata modificata con l'aggiunta di reperi radiopachi tridimensionali in composito in accordo al protocollo della doppia scansione modificato.
Dopodiché è stata eseguita una CBCT (Cranex 3Dx, Soredex, Tuusula, Finlandia) per l'acquisizione dei dati ossei. I dati digitali raccolti sono stati importati in

software di pianificazione implanto-protesica (3Diagnosys versione 4.2, 3DIEMME s.r.l., Cantù, Italia) per eseguire la diagnosi e successivamente la pianificazione protesicamente guidata degli impianti dentali. L'utilizzo di scansioni extraorali, sovrapposte all'esame tridimensionale delle strutture ossee, unitamente alla pianificazione del trattamento implanto-protesico, ha permesso di valutare con estrema precisione e facilità di comunicazione, la situazione dento-scheletrica della paziente da riabilitare, sia in chiave funzionale, sia relativamente al supporto dei tessuti peri-orali e quindi dell'estetica finale (Figura 2).
Dopo aver valutato con la paziente le immagini e le sovrapposizioni dei dati digitali raccolti, la scelta protesica per l'arcata superiore è caduta sull'over-

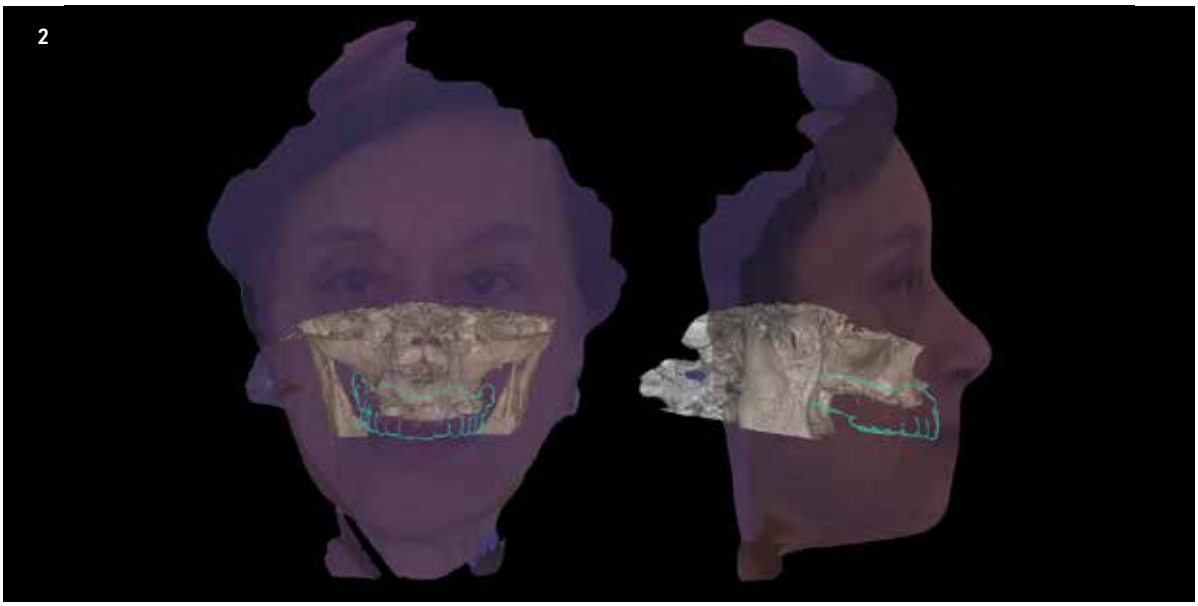


Fig. 2. Tutte le informazioni per il percorso diagnostico e il trattamento in matching. Abbiamo la scansione facciale, la cone beam, le arcate e il progetto protesico.

denture implanto-supportata, considerata l'unica possibile opzione terapeutica in grado di fornire un supporto adeguato ai tessuti molli peri-orali, una funzione ed un'estetica soddisfacenti, ed allo stesso tempo, una predicibilità elevata, vista la maggiore facilità all'igiene orale domiciliare, ma anche la bassa incidenza di complicanze tecniche e biologiche. A questo punto è stato progettato il posizionamento di 4 impianti dentali (Osstem TSIII, Osstem Implant, Seoul, Corea del Sud) tenendo conto della qualità/quantità ossea, dello spessore dei tessuti molli, i punti anatomici di riferimento, nonché il tipo, il volume e la forma del restauro finale. Dopo un'accurata valutazione funzionale ed estetica e una verifica finale, è stato approvato il progetto ed inviato al centro di produzione (New Ancorvis s.r.l., Bargellino, Italia) per la realizzazione della dima chirurgica. Un'ora prima della chirurgia implantare, la paziente è stata sottoposta ad una profilassi antisettica per un minuto con soluzione allo 0,2% di clorexidina (Curasept, Curaden Healthcare, Saronno, Italia) e una antibiotica (2 g di amoxicillina). Il fit della guida chirurgica è stato accuratamente provato nella bocca della paziente (fit Checker, GC - Tokyo, Giappone), subito prima dell'esecuzione del trattamento. La paziente è stata trattata in anestesia locale mediante articaina con adrenalina 1:100000 somministrata 20 minuti prima dell'intervento chirurgico. La guida chirurgica è stata stabilizzata utilizzando un index chirurgico stampato, derivato dallo stesso progetto protesico virtuale, e da pins di ancoraggio preinstallati (New Ancorvis s.r.l.). Gli impianti pianificati (Osstem TSIII, Osstem Implant) sono stati inseriti con una chirurgia senza lembo usando frese dedicate (OsstemGuide Kit, Osstem Implant). Tutti gli impianti sono stati inseriti utilizzando una dima chirurgica senza boccole metalliche, e con un torque di inserimento compreso tra 35 e 45 Ncm. I multi abutment (Osstem implant) sono stati immediatamente avvitati sugli impianti, e mai più rimossi. È stata presa l'impronta digitale (CS 3600, Carestream Dental LLC) degli abutment, utilizzando scan abutment dedicati (tipo AQ, New Ancorvis s.r.l.) ed uno speciale porta impronte individuale (template protesico), derivato dalla protesi da scansione, quale sistema di trasferimento della posizione implantare finale al progetto protesico iniziale. È stata presa anche una seconda impronta digitale (CS 3600, Carestream Dental LLC) dei tessuti molli dell'arcata superiore. Infine, i multi unit abutments sono stati ricoperti con i pilastri di guarigione e la protesi rimovibile esistente è stata ribasata in studio con resina autopolimerizzante (Hydro-Cast, Sultan Healthcare, York, PA, USA), in modo da non sollecitare i pilastri di guarigione. La paziente è stata istruita circa l'uso dei farmaci, l'igiene orale e la dieta da seguire nei giorni successivi all'intervento (Figura 3). La barra in titanio anatomica CAD/CAM e la controparte in Cromo-Cobalto laser melting, sono state progettate e realizzate da un esperto tecnico dentale (SF) e

da un CAD designer certificato (MO), utilizzando un software di modellazione CAD dedicato (Exocad DentalCAD Engine Build 6136, Exocad GmbH, Darmstadt, Germany), in funzione della posizione degli impianti, nonché della forma e del volume della protesi esistente. Il primo passaggio per la realizzazione della protesi definitiva è il matching tra il file STL derivato dalla scansione del template protesico ed il file STL della protesi da scansione utilizzata per il progetto implanto-protesico iniziale, creando un file STL unico dal quale si potranno estrapolare tutte le informazioni per poter procedere alla progettazione della protesi rimovibile su barra. La progettazione della barra ha inizio con la conferma della posizione della protesi rispetto al modello master facendo un matching tra

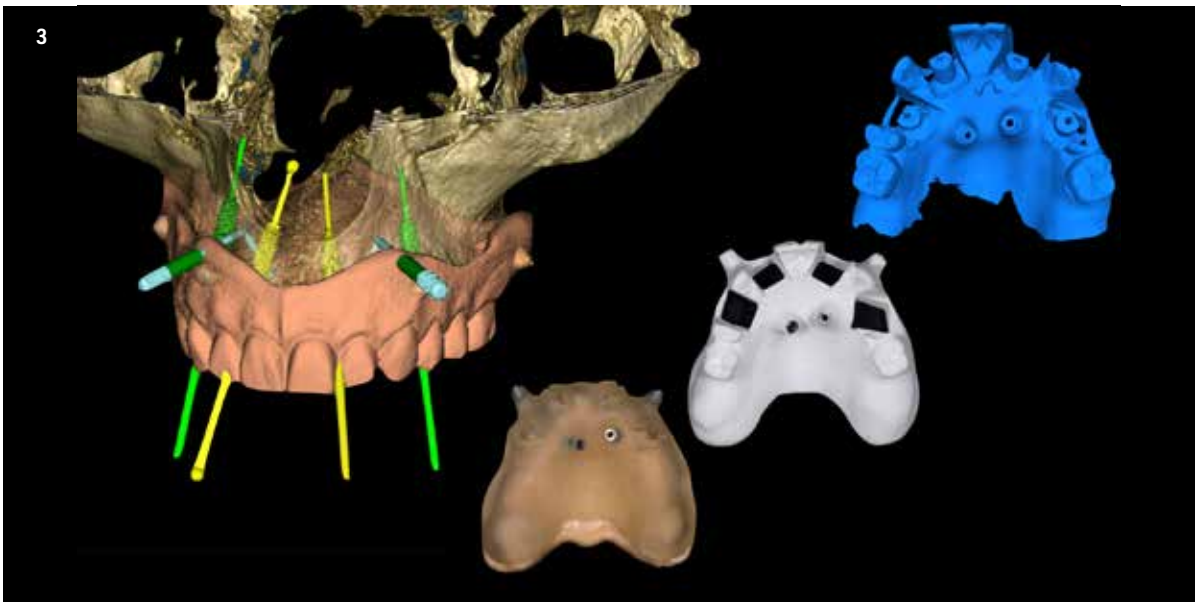


Fig. 3. Progettazione dell'inserimento degli impianti in chirurgia guidata. A destra nella foto, la dima chirurgica, il template per il cross mounting e in alto l'impronta degli scan body all'interno del progetto protesico.

gli scan body utilizzati per la scansione intraorale e le librerie presenti nel software di modellazione CAD/CAM (Exocad Partial Framework CAD V0.x, Exocad GmbH). Successivamente, si procede al montaggio virtuale dei denti ed alla gestione del profilo di emergenza, utilizzando la protesi iniziale come punto di riferimento. La fase successiva prevede l'anteprima della barra creata automaticamente dal software di modellazione e la sua personalizzazione in funzione delle esigenze e richieste del clinico e della paziente, alle particolarità del caso clinico, e non ultimo ai sistemi di ritenzione che si è deciso di utilizzare per ritenere la struttura secondaria. Nel caso specifico sono stati utilizzati attacchi filettati a basso profilo (OT Equator, Rhein 83, Bologna, Italia) che per la loro capacità di creare ritenzione con il minimo di altezza sono ideali per questi tipi di lavorazione. In seguito, è stata direttamente progettata una struttura in lega di cromo-cobalto in accordo anche al montaggio denti (Exocad Partial Framework CAD V0.x, Exocad GmbH). I files ottenuti sono stati trasmessi al centro di produzione (New Ancorvis s.r.l.), dove una barra in titanio è stata fresata da un blocco solido e omogeneo di lega di titanio medico (Ti6Al4V), mentre la controbarra è stata fusa con tecnica di laser melting. Dopo la prova della barra e della controparte, il lavoro è tornato in laboratorio per la finalizzazione del caso, e nuovamente inviato in studio, dopo un'attenta ed accurata lucidatura (Figure 4-7).

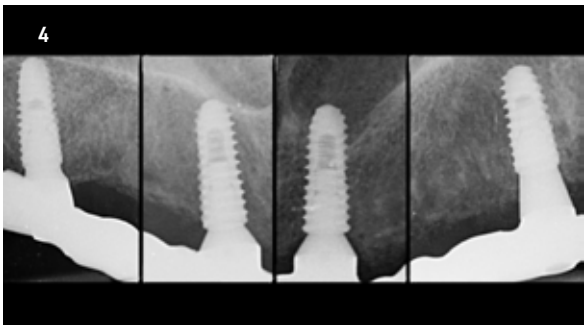


Fig. 4. Rx endorali dell'accoppiamento della barra con gli abutment transmucosi e gli impianti.

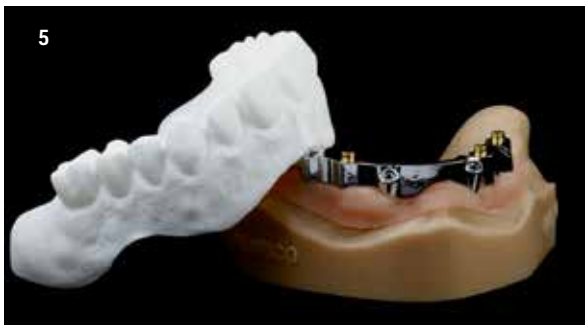


Fig. 5. Visione della barra su modello stampato e prototipo del lavoro definitivo.



Fig. 6. Particolari della barra in titanio lucidata con gli attacchi a basso profilo.



Fig. 7. Lavoro consegnato, superiormente un'overdenture con barra e contro-barra e inferiormente un'overdenture con due attacchi singoli per un'overdenture implanto-ritenuta e tessuto-supportata.

La barra di titanio è stata quindi avvitata sugli abutment secondo le istruzioni del produttore e l'overdenture è stata consegnata alla paziente.

Discussione e conclusioni

Questo caso clinico descrive una nuova tecnica per la fabbricazione di una protesi dentale completa supportata da impianti, utilizzando i più moderni sistemi di scansione intraorale e facciale per la diagnosi e la pianificazione del caso, nonché, le stesse tecnologie per una veloce ed accurata finalizzazione. Infatti, nel caso clinico presentato, oltre all'acquisizione digitale dei tessuti dentali e facciali, è stata presa una seconda impronta ottica con uno speciale template protesico allo scopo di importare la posizione finale degli impianti all'interno del progetto iniziale. Questa tecnica rappresenta una digitalizzazione della B.A.R.I. technique, pubblicata da Piero Venezia e collaboratori nel 2015, che consente un montaggio crociato della nuova situazione implantare, con il progetto protesico iniziale. Inoltre, lo speciale template consente di acquisire i dati digitali della posizione implantare in pazienti completamente edentuli, come se fosse un paziente parzialmente edentulo, migliorando notevolmente l'accuratezza finale dell'impronta ottica. Il presente studio, nonostante sia solo un caso clinico, conferma l'elevata precisione del posizionamento dell'impianto con chirurgia guidata pianificata al computer e supporta l'utilizzo di scanner facciali ed intra-orali, sia a scopo diagnostico, sia per ottenere un'impronta orale ottimale anche in caso di pazienti completamente edentuli. Tuttavia, un approccio di squadra, unitamente all'utilizzo dello speciale template protesico, sono indispensabili allo scopo di ottenere manufatti protesici accurati. Ulteriori studi sono necessari per confermare che le tecniche digitali possano integrarsi all'interno dei flussi di lavoro quotidiani, aiutando il clinico nella realizzazione di casi clinici semplici e complessi.

BIBLIOGRAFIA

1. *Tallarico M, Esposito M, Xhanari E, Caneva M, Meloni SM. Computer-guided vs freehand placement of immediately loaded dental implants: 5-year post- loading results of a randomised controlled trial. Eur J Oral Implantol [Internet]. 2018 May 25;:1–11.*
2. *Tallarico M, Meloni S. Retrospective Analysis on Survival Rate, Template-Related Complications, and Prevalence of Peri-implantitis of 694 Anodized Implants Placed Using Computer-Guided Surgery: Results Between 1 and 10 Years of Follow-Up. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017; 32 (5): 1162–1171.*
3. *Tallarico M, Caneva M, Baldini N, Gatti F, Duvina M, Billi M, et al. Patient-centered rehabilitation of single, partial, and complete edentulism with cemented- or screw-retained fixed dental prosthesis: The First Osstem Advanced Dental Implant Research and Education Center Consensus Conference 2017. European J Dent. 2018; 12 (4): 617–626.*
4. *Tallarico M, Xhanari E, Kadiu B, Scrascia R. Implant rehabilitation of extremely atrophic mandibles (Cawood and Howell Class VI) with a fixed-removable solution supported by four implants: One-year results from a preliminary prospective case series study. J Oral Science Rehabilitation. 2017; 3(2): 32–40.*
5. *Tallarico M, Xhanari E, Martinolli M, Baldoni E, Meloni SM. Extraoral chairside digitalization: Clinical reports on a new digital protocol for surgical and prosthetic treatment of completely edentulous patients. J Oral Science Rehabilitation. 2018; 4(2): 16–20.*
6. *Tallarico M, Schiappa D, Schipani F, Cocchi F, Annucci M, Xhanari E. Improved fully digital work- flow to rehabilitate an edentulous patient with an implant overdenture in 4 appointments: A case report. J Oral Science Rehabilitation. 2017; 3(3): 38–46.*
7. *Venezia P, Lacasella P, Cordaro L, Torsello F, Cavalcanti R. The BARI technique: a new approach to immediate loading. Int J Esthetic Dent. 2015;10 (3): 408–423.*

L'APPROFONDIMENTO

#SCAN!

Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

Indicazioni, limiti ed evoluzione della diagnostica tridimensionale in odontoiatria



Dr. Marco Colombo, DDS*

** Laureato in Odontoiatria e Protesi Dentaria presso l'Università degli Studi dell'Insubria. Socio attivo della Digital Dentistry Society. Membro fondatore del Roll Flap Team, gruppo di ricerca autonomo autofinanziato. Autore di diverse pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali ed internazionali su argomenti inerenti all'odontoiatria digitale ed alla chirurgia implantare. La sua attività di ricerca è mirata allo studio dei tessuti perimplantari e allo sviluppo di nuove tecnologie digitali.*

La Cone Beam Computed Tomography (CBCT) rappresenta oggi lo standard diagnostico tridimensionale (3D) in ambito dento-maxillo-facciale grazie alla possibilità di eseguire scansioni modulabili, a costo ridotto e limitando notevolmente la dose efficace di radiazioni. Le attività radiologiche diagnostiche complementari fanno parte della pratica clinica quotidiana di ogni odontoiatra. La divisione tra esami radiografici di "primo livello" (rx endorali, ortopantomografia, teleradiografie) e di "secondo livello" (tomografie computerizzate, TC) risulta ad oggi ancora valida; tuttavia, sono sicuramente cambiate le indicazioni e soprattutto le modalità di esecuzione di queste ultime tipologie di esame. Ciò è stato possibile grazie allo sviluppo tecnologico delle apparecchiature 3D CBCT, comparse inizialmente sul mercato nel 1996 grazie al lavoro di un gruppo di ricercatori italiani del Policlinico Universitario di Verona. Le CBCT rappresentano oggi lo standard in ambito dento-maxillo-facciale grazie alla possibilità di eseguire scansioni modulabili in base al quesito diagnostico, mediante apparecchiature con un costo considerevolmente ridotto rispetto a strumentazioni TC ospedaliere, ma soprattutto riducendo notevolmente la dose efficace di radiazioni a cui esponiamo i nostri pazienti. Come tutte le indagini radiologiche infatti anche la CBCT non è esente dal causare un danno biologico attraverso l'emissione di radiazioni ionizzanti; tuttavia, nelle apparecchiature più recenti, questo danno è stato notevolmente ridotto rendendo più semplice la giustificazione dell'esame stesso. La valutazione della dose efficace dipende da innumerevoli variabili tra cui soprattutto le impostazioni che vengono utilizzate durante ogni specifica acquisizione; dalla letteratura una stima indica valori compresi tra 40 e 200 µSv1,2, considerando come valori di riferimento i circa 20 µSv di una ortopantomografia ed i 1000 µSv di una TC multi-slice ospedaliera. Oltre alla diminuzione del danno biologico al paziente ed alla riduzione dei costi dell'apparecchiatura, l'altro aspetto che ha facilitato enormemente la diffusione delle CBCT nella pratica clinica quotidiana è stata la possibilità di modulare l'esame in base al quesito diagnostico. La radiografia 3D trova sicuramente la sua maggiore applicazione nello studio delle strutture dento-alveolari al fine di poter programmare correttamente una riabilitazione implanto-protesica (Figura 1) o l'estrazione chirurgica di un elemento dentale di cui debbano essere chiariti i rapporti anatomici con le strutture contigue. Anche lo studio di lesioni ossee rappresenta una indicazione all'esecuzione di un esame CBCT tuttavia, nel caso di neoformazioni che coinvolgano tes-

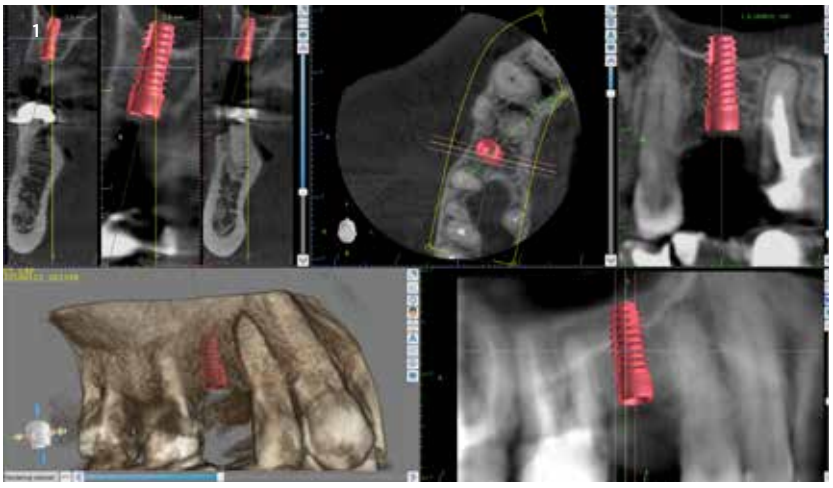


Fig. 1. Molti software di visualizzazione CBCT permettono di "simulare" l'inserimento implantare al fine di ottimizzare i volumi ossei e di rispettare le strutture nobili.

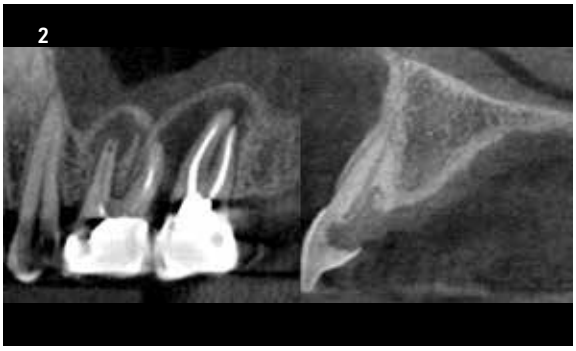


Fig. 2. Valutazione di lesioni mediante utilizzo di acquisizioni CBCT ad alta risoluzione consentendo l'accurata analisi tridimensionale dell'anatomia endodontica.

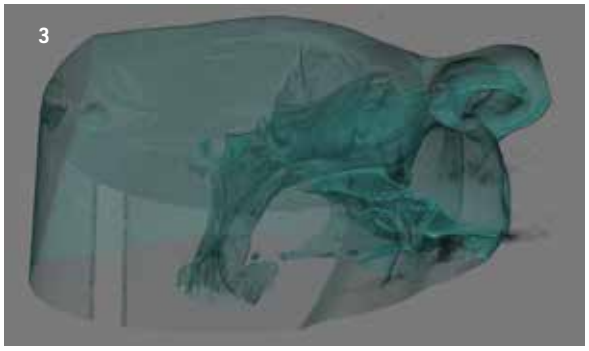


Fig. 3. Rendering volumetrico delle cavità nasali utilizzato negli studi morfo-funzionali delle vie respiratorie in ortodonzia.

suti molli questa metodica presenta ancora una ridotta risoluzione di contrasto tra le varie strutture rispetto a TC multi-slice.
La maggior parte delle apparecchiature CBCT presenti oggi sul mercato permettono di ottenere risoluzioni spaziali inferiori al decimo di millimetro. Questa caratteristica unita alla possibilità di esporre a radiazioni solo piccoli volumi corrispondenti a 2-3 elementi dentali ha permesso di aggiungere alle indicazioni della CBCT quella endodontica. In caso di elementi con lesioni recidivanti, anatomie endodontiche complesse, sospetto di fenomeni di riassorbimento radicolare (Figura 2) o di fratture, la CBCT può fornire al clinico informazioni aggiuntive per poter pianificare al meglio il trattamento endodontico. Anche in ortodonzia l'utilizzo di protocolli specifici permette con una sola acquisizione CBCT di ottenere tutte le informazioni riguardo a strutture scheletriche, tessuti molli e vie aeree senza distorsioni e sovrapposizioni (Figura 3). Tuttavia, è opinione condivisa che l'utilizzo della CBCT in ortodonzia vada attentamente giustificato su basi individuali, a seconda della situazione clinica, pesando attentamente rischi e benefici; l'uso su pazienti in età pediatrica che risultano più sensibili al danno da radiazioni ionizzanti deve avere una corretta giustificazione. Concludendo è indubbio che le metodiche 3D CBCT forniscano oggi una possibilità di migliorare la diagnosi e di conseguenza il piano di trattamento esponendo inoltre i nostri pazienti ad un danno biologico molto minore rispetto al passato. La continua evoluzione di questa metodica permetterà di estendere le sue indicazioni cliniche anche ad altri settori della pratica odontoiatrica; tuttavia, devono sempre essere considerati i principi di giustificazione e di ottimizzazione che devono essere applicati ogni volta che si sottopone il nostro paziente a radiazioni ionizzanti.

BIBLIOGRAFIA

1. *Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, Scheske MJ. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. Dentomaxillofac Radiol. 2015; 44 (1): 20140197.*

2. *Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB. Correction to Effective dose of dental CBCT--a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. Dentomaxillofac Radiol. 2015; 44 (7): 20159003.*



DALLA LETTERATURA

#SCAN!

La Cone Beam Computed Tomography in implantologia

Raccomandazioni per il corretto impiego clinico

Dr. Francesco Mangano

Una recente revisione narrativa della letteratura, pubblicata dal gruppo dell'Università di Leuven sulla prestigiosa rivista BMC Oral Health, Digital Dentistry,

Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein MM. Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. BMC Oral Health. 2018; 18 (1): 88.

e disponibile al download gratuito al link: https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-018-0523-5

ha descritto in maniera estremamente chiara quale debba essere l'impiego della tomografia computerizzata a fascio conico (cone beam computed tomography, CBCT) nell'implantologia dentale, fornendo raccomandazioni per un utilizzo giustificato e ottimizzato. La CBCT offre dati volumetrici tridimensionali (3D) su ossa e denti con dosi di radiazioni e quindi costi biologici relativamente bassi; proprio per questo motivo il mercato delle CBCT è in costante crescita, da quando la prima macchina dentale è apparsa ormai vent'anni fa. Attualmente sono disponibili oltre 85 diversi dispositivi CBCT e questa crescita esponenziale ha creato una lacuna nella evidenza scientifica; infatti, le CBCT sono tra loro diverse, e considerazioni che possono essere valide per l'una non necessariamente sono applicabili alle altre. Tuttavia, le indicazioni nell'odontoiatria implantare sono diverse, e vanno oltre la diagnostica. In effetti, i set di dati 3D derivati dalla CBCT consentono la pianificazione chirurgica e il trasferimento alla chirurgia tramite stampa 3D o navigazione. Naturalmente, non bisogna dimenticare come le dosi di radiazioni efficaci possano variare in larga misura (con dosi equivalenti comprese tra 2 e 200 radiografie panoramiche, anche per indicazioni simili!) in base alle diverse macchine ed ai protocolli di scansione impiegati. Una simile variabilità si denota anche nella qualità dell'immagine diagnostica, con risultati differenti tra diverse CBCT e diversi protocolli di esposizione. Per la realizzazione di modelli anatomici, ad esempio, la cosiddetta precisione di segmentazione può raggiungere fino a 200 µm; considerando però le ampie variazioni nelle prestazioni delle diverse macchine, possono verificarsi imprecisioni molto maggiori. Ciò vale anche per le misure lineari, con un'accuratezza di 200 µm che è effettivamente raggiungibile, anche se in taluni casi l'errore può arrivare ad essere molto superiore. La qualità delle immagini diagnostiche può infine essere drasticamente ridotta da fattori correlati al paziente, come movimento e artefatti metallici. Ciononostante, l'uso della CBCT è pienamente giustificato per la diagnosi pre-chirurgica, e per la pianificazione pre-operatoria con il trasferimento della stessa nel contesto clinico attraverso tecniche di chirurgia implantare guidata. Ciò ovviamente sforzandosi di ridurre il più possibile la dose, che deve essere paziente-specifica e orientata all'indicazione.



DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE

04
19

1 IL CASO CLINICO
#PLAN! Chirurgia guidata statica senza boccole

2 L'APPROFONDIMENTO
#PLAN! La Chirurgia Implantare Guidata. Vantaggi e Limiti, Attualità e Prospettive nell'Impiego di Dime Chirurgiche Statiche

3 DALLA LETTERATURA
#PLAN! La Chirurgia Implantare Guidata Statica. Una revisione sistematica della letteratura scientifica

#PLAN!

La Chirurgia Implantare Guidata

Pianificare in 3D e posizionare gli impianti attraverso guide chirurgiche statiche



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 100 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,

bentornati in #SCANPLANMAKEDONE, spazio che INFODENT dedica all'Odontoiatria Digitale. In questo numero affrontiamo il tema della pianificazione (#PLAN!) implanto-protesica, ed in particolare della chirurgia implantare guidata attraverso l'impiego di dime statiche. La chirurgia implantare guidata permette di pianificare in 3D, all'interno di software dedicati, posizione, inclinazione e profondità degli impianti dentali; tale pianificazione è poi trasferita su paziente attraverso l'impiego di guide chirurgiche ad appoggio dentale o mucoso (più raramente, osseo). La pianificazione 3D del posizionamento degli impianti dentali presenta diversi vantaggi. In primo luogo, il clinico valuta attentamente l'anatomia, con una conseguente riduzione dei rischi legati all'intervento (per esempio lesione del nervo alveolare inferiore, invasione di seno mascellare o del legamento parodontale di denti adiacenti, perforazione di corticali ossee). Inoltre, gli impianti sono "protesicamente" guidati, perché la pianificazione 3D avviene tenendo in considerazione i profili di emergenza ideali: ciò grazie all'importazione di un wax-up virtuale all'interno del software di pianificazione. Infine, in molti casi l'intervento può essere realizzato flapless, senza sollevare un lembo chirurgico, con riduzione del disagio post-operatorio del paziente; questo approccio può velocizzare le procedure chirurgiche. Per poter lavorare con la chirurgia guidata, occorre acquisire i dati dell'anatomia ossea del paziente con cone beam computed tomography (CBCT). Tali dati, in formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), assieme alla dentatura del paziente (ottenuta tramite scansione intraorale o scansione dei modelli in laboratorio) ed al wax-up sono caricati all'interno del software di chirurgia guidata prescelto, per la pianificazione 3D degli impianti. Ad oggi, abbiamo a disposizione molti software di chirurgia guidata, nei quali è possibile eseguire la pianificazione. Eseguita la pianificazione, si disegna la dima chirurgica, che verrà stampata in 3D. Nonostante i vantaggi legati a questo approccio, e benchè la pianificazione implanto-protesica rappresenti un argomento di grande interesse ed attualità nell'odontoiatria, solamente il 10% dei dentisti italiani utilizza oggi queste metodiche nella propria attività clinica. Perché?

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#PLAN!

CHIRURGIA GUIDATA STATICA SENZA BOCCOLE

Un nuovo paradigma per il posizionamento guidato degli impianti



Prof. Jaafar Mouhyi DDS, MS, PhD*, Sig. Mehdi Mouhyi, DT

** DDS, 1990; Master in Periodontology (ULB, Belgium) 1994; PhD, (ULB / International Research collaboration program, Goteborg University Promotor: Prof. L. Sennerby) 1999; Director, Casablanca Oral. Rehabilitation Training & Education Center; Prof. Head of the Biomaterials Research department, Inter. University of Agadir, Morocco; Board member: Clean Implant Foundation, SENAME & Digital Dentistry Society (DDS); Dental XP Expert.*

La chirurgia guidata statica consiste nell'inserimento di impianti dentali nella migliore posizione, inclinazione e profondità, attraverso l'uso di guide personalizzate ad appoggio osseo, dentale o mucoso, progettate con software dedicato e realizzate fisicamente mediante stampa 3D [1,2]. L'inserimento di impianti dentali attraverso una guida chirurgica in una posizione ideale, pianificata nel computer, può rappresentare un indubbio vantaggio per il chirurgo: consente di ridurre i rischi legati all'invasione di strutture anatomiche (come il nervo alveolare inferiore e il seno mascellare, o il legamento parodontale e le radici dei denti adiacenti ove presenti) ed ottenere un'emergenza protesica ideale, attraverso la realizzazione di un wax-up diagnostico preliminare[1,2]. Questo wax-up tridimensionale (3D) infatti, realizzato digitalmente o in modo tradizionale, è importato nel software di chirurgia guidata, e guida l'inserimento degli impianti nella posizione e inclinazione ideali, affinchè il posizionamento sia "protesicamente" guidato [3]. Ciò facilita il processo di riabilitazione protesica. Ultimo ma non meno importante, la chirurgia guidata consente, laddove è indicato, l'inserimento di impianti senza la necessità di sollevare un lembo mucoperiosteo: ciò consente di ridurre il dolore post-operatorio del paziente e la durata dell'intervento[4]. Nonostante questi indiscutibili vantaggi, tuttavia, solo un numero limitato di medici utilizza abitualmente la chirurgia implantare guidata, e quasi esclusivamente per il posizionamento di impianti nel paziente completamente edentulo. Le cause di questo sono diverse, e solo in parte attribuibili ai costi per la progettazione e la fabbricazione della guida chirurgica (spesso eseguita da servizi esterni). Naturalmente, il processo di pianificazione richiede tempo e una curva di apprendimento è necessaria affinché il medico apprenda come progettare con il software; inoltre, i costi delle macchine necessarie (tomografia computerizzata a fascio conico, CBCT, scanner intraorale o desktop, stampante 3D) possono essere piuttosto elevati. Ma queste non sono probabilmente le vere ragioni per cui la chirurgia guidata lotta per diffondersi in modo massiccio nel mondo dentale, in particolare nel restauro implanto-protesico di pazienti parzialmente edentuli.

La ragione per cui la chirurgia implantare guidata nel paziente parzialmente edentulo non è ancora diffusa a livello globale potrebbe essere un'altra, e potrebbe risiedere nell'inadeguatezza del design delle dime chirurgiche attualmente in commercio. Infatti, a partire dal 1992, anno in cui è stato introdotto il concetto di inserimento guidato dell'impianto, la progettazione delle guide chirurgiche proposte dai vari produttori di software o aziende implantari è rimasta sostanzialmente la stessa e non si è evoluta. Le guide

chirurgiche supportate da denti erano e rimangono bites in resina con superfici estese, che poggiano sui denti adiacenti, coprendo completamente l'area sottostante; la preparazione del sito implantare e il posizionamento dell'impianto vengono ancora eseguiti attraverso boccole metalliche, inserite a pressione nella dima chirurgica; all'interno delle boccole, il chirurgo inserisce i riduttori di diametro.
Questo approccio convenzionale presenta problemi di natura clinica. In primo luogo, nella mascella posteriore e nella mandibola di pazienti parzialmente edentuli, i componenti necessari per inserire gli impianti in modo guidato (frese di preparazione lunghe, dima e boccole) spesso rubano troppo spazio e quindi non consentono al medico di lavorare. In altre parole, l'apertura limitata della bocca del paziente e la presenza di denti nell'arcata antagonista non consentono l'inserimento in situ delle componenti necessarie a procedere con l'intervento. Questo problema ovviamente non esiste nel paziente completamente edentulo: tuttavia, questa categoria di pazienti è sempre più ridotta, grazie agli eccellenti risultati ottenuti nella prevenzione della malattia parodontale.
Ci sono, tuttavia, altri problemi come la mancanza di adattamento e la stabilità delle guide chirurgiche supportate dai denti, che una volta posizionate tendono spesso a muoversi, costringendo il clinico e l'assistente a tenerle in posizione con le loro mani. La mancanza di stabilità è un pericolo per l'intervento, dal momento che può determinare deviazioni spaziali nell'inserimento degli impianti, rispetto alla pianificazione originale. Tali deviazioni non portano necessariamente all'invasione di strutture anatomiche pericolose, ma possono comportare un inserimento dell'impianto troppo buccale, che può portare per esempio a complicazioni estetiche. Tutte queste situazioni possono complicare il percorso protesico riabilitativo, costringendo l'odontotecnico ad adottare soluzioni di compromesso. La letteratura scientifica ha ampiamente riportato, attraverso revisioni sistematiche, come la chirurgia guidata convenzionale, che fa uso di boccole, sia piuttosto imprecisa con elevate deviazioni tra la posizione pianificata e quella reale (effettiva) degli impianti [5,6]. La mancanza di stabilità della dima dipende principalmente dalla sua progettazione (e ovviamente dagli strumenti di acquisizione e prototipazione utilizzati), dal design, e dal materiale utilizzato per fabbricarla.
In ogni caso, le dime chirurgiche convenzionali con boccola coprono l'intera arcata dentale, e non consentono al clinico di avere un'adeguata visibilità del campo operatorio (ad esempio, non permettono di sollevare un lembo per preservare la mucosa cheratinizzata, laddove è necessario: essa svolge un ruolo importante per la salute dell'impianto nel medio e lungo periodo). Inoltre, attraverso queste dime convenzionali può essere difficile irrigare, con il rischio di surriscaldamento del sito implantare. Infine, il posizionamento dell'impianto attraverso boccola metallica, al termine della preparazione del sito, può presentare il rischio di contaminazione della superficie. Tutti questi limiti sono legati all'approccio convenzionalmente utilizzato nella chirurgia guidata, che prevede la guida delle frese durante la preparazione del sito, attraverso l'uso di boccole. Ma ci sono alternative possibili a questo approccio. Lo scopo di questo caso clinico è mostrare un nuovo sistema di chirurgia guidata, con dime che poggiano per punti, con un telaio aperto, e senza boccole metalliche. In questo nuovo sistema non è la fresa ad essere guidata, bensì il manipolo implantare. Un uomo di 55 anni arrivava presso la nostra clinica con la richiesta di ripristinare l'estetica e la funzione nella maxilla posteriore di sinistra, che presentava una edentulia parziale a carico degli elementi 25 e 26. I denti erano stati estratti 25 anni prima, a causa di carie destruenti, e da allora non era stata eseguita alcuna riabilitazione, poiché il paziente aveva paura della chirurgia. Ora tuttavia, per la necessità di risolvere il problema estetico-funzionale, il paziente era convinto e desiderava eseguire la riabilitazione protesica nella nostra clinica. Dopo un primo esame intraorale, tutte le opzioni di trattamento venivano discusse con il paziente, e si optava per una riabilitazione protesica fissa a sostegno implantare. Per poter inserire gli impianti, era necessario un preliminare intervento di rigenerazione ossea, e si optava in questo caso per un rialzo di seno mascellare con tecnica classica (approccio con finestra laterale), poiché il livello dell'osso residuo non superava i 2 mm. Il paziente accettava la terapia, anche grazie all'ausilio della pianificazione 3D e della simulazione virtuale dell'intervento, che era di grande utilità per capire le diverse fasi del trattamento. Il paziente non fumava, era in buono stato di salute generale e non aveva una storia medica significativa. L'esame intraorale mostrava una buona salute gengivale e parodontale. La cresta residua aveva uno spessore sufficiente ed era coperta da una sana mucosa cheratinizzata. Dopo avere eseguito il primo intervento di rialzo del seno mascellare, trascorrevano 5 mesi. Al rientro, all'esame radiografico tridimensionale si evidenziava come l'innesto si fosse integrato e vi fosse un'altezza ossea sufficiente al posizionamento degli impianti. Dopo aver valutato altezza e spessore osseo radiograficamente, si decideva di inserire due impianti standard (4.1 × 10 mm, Sistema Biotec Dental) mediante procedura di chirurgica guidata statica senza elevazione di lembo mucoperiosteo. Il sistema impiegato era TwinGuide® powered by 2Ingis®, ideato dall'ingegnere belga Philippe De Moyer" (Fig. 1-18). Peculiarità di questo sistema è la presenza di dime chirurgiche aperte che poggiano per punti (e non per superfici), per una eccellente stabilizzazione; ma ancor di più, l'assenza di boccole ed il fatto che non è la fresa di preparazione ad essere guidata, ma il manipolo chirurgico[7,8]. Questo approccio permette al chirurgo di vedere bene il campo operatorio, di poter irrigare bene il sito chirurgico con fisiologica e di poter elevare un lembo per preservare la mucosa cheratinizzata, laddove necessario. Inoltre, lo spostamento delle guide lateralmente alla cresta ossea (e non al di sopra di essa, come accade nei sistemi che utilizzano le convenzionali boccole metalliche) permette di salvare spazio e di operare tranquillamente anche nei settori latero- posteriori di pazienti parzialmente edentuli.

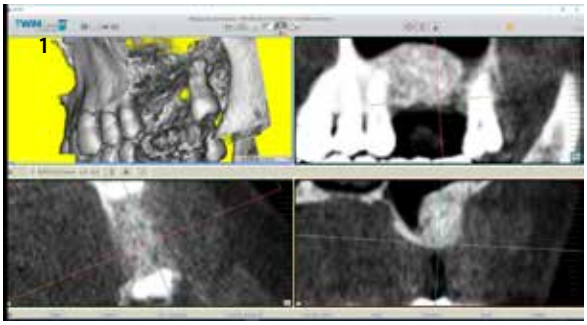


Fig. 1. Pianificazione chirurgica: valutazione del volume osseo disponibile 5 mesi dopo il rialzo del seno mascellare.

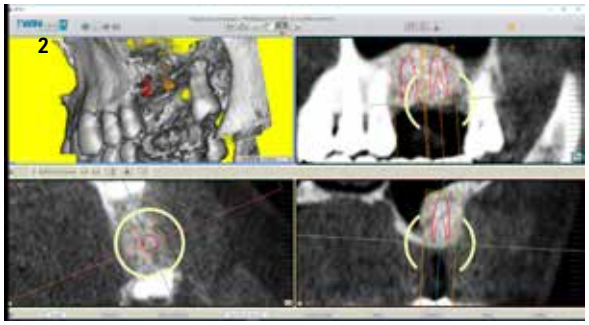


Fig. 2. Posizionamento virtuale degli impianti.

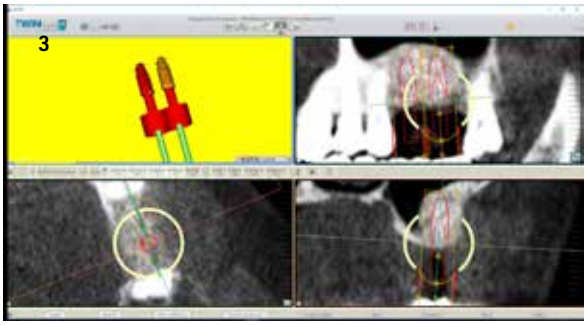


Fig. 3. La posizione, la profondità, l'inclinazione degli impianti è attentamente pianificata. Si presta attenzione al parallelismo tra gli impianti.

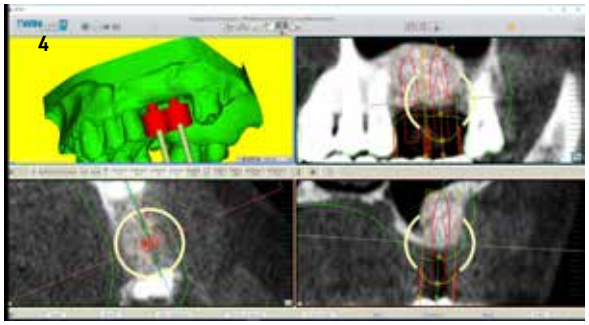


Fig. 4. Il modello 3D scansionato del paziente parzialmente edentulo viene accuratamente sovrapposto al volume osseo 3D.

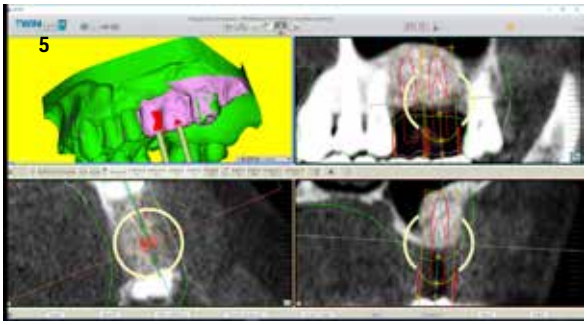


Fig. 5. Una ceratura diagnostica, superimposta al modello dentato del paziente, permette di valutare l'emergenza protesica e l'uscita dei fori passanti.

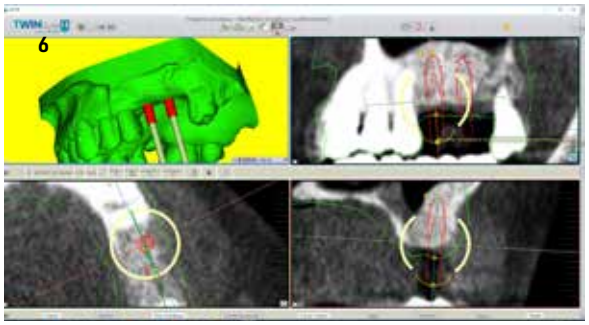


Fig. 6. Il posizionamento è verificato nuovamente in tutte le sezioni, si perfeziona la sovrapposizione dei modelli e si prepara il disegno della dima chirurgica.

GUARDA
IL VIDEO

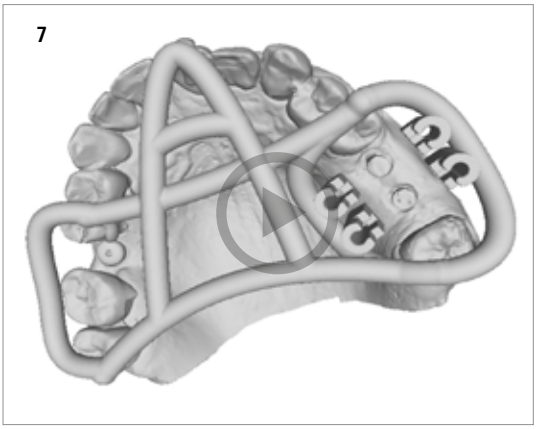


Fig. 7. Video della Dima Chirurgica.



Fig. 8. Stampa 3D della dima chirurgica che presenta una struttura aperta, poggia per punti e non ha boccole (TwinGuide® powered by 2Ingis®). Viene preparato anche il restauro provvisorio per poter procedere al carico immediato; il suo stesso posizionamento sarà "guidato" dalla dima chirurgica.

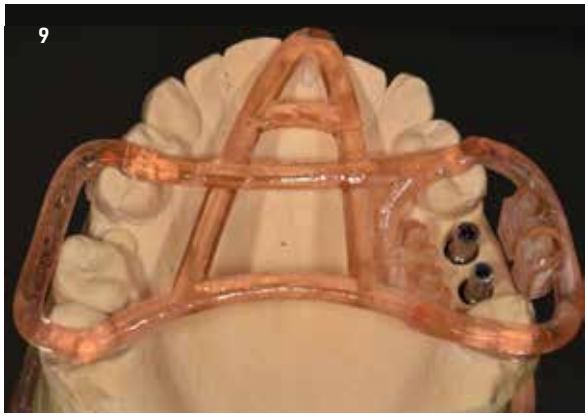


Fig. 9. La dima viene provata su modello. La possibilità di eseguire la chirurgia "a secco" con la stessa dima chirurgica, su un modello in gesso, permette di predisporre le componenti protesiche utili al carico immediato, compreso il restauro provvisorio. L'alternativa a queste procedure analogiche rimane naturalmente l'estrazione della posizione dell'impianto, delle relative componenti di libreria e del modello dentato dal software di chirurgia guidata; tali files possono essere impiegati per la progettazione del restauro protesico interamente in digitale.

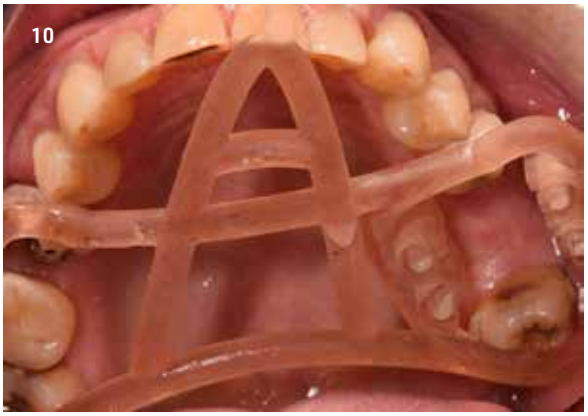


Fig. 10. Prova della dima il giorno dell'intervento.

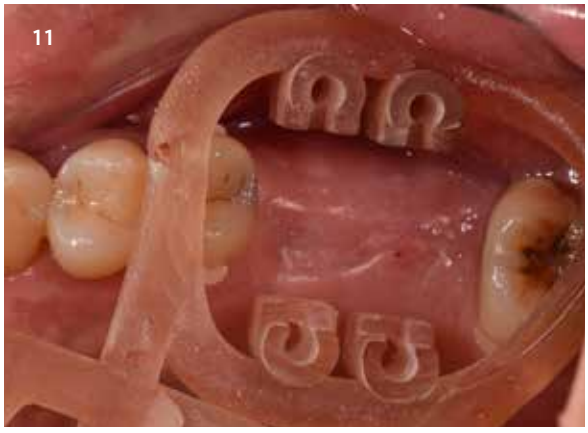


Fig. 11. Dettaglio della dima in posizione. Le guide sono spostate lateralmente e non presentano boccole.

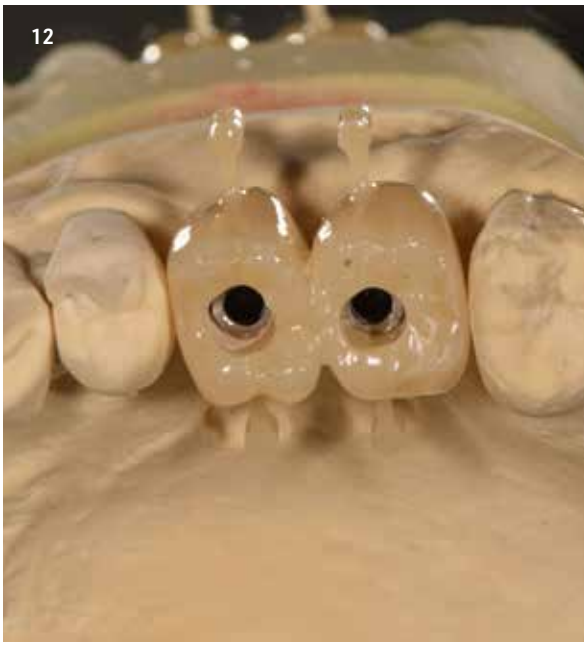


Fig. 12. I provvisori sono preparati sul modello in gesso utilizzato per la chirurgia "a secco".



GUARDA
IL VIDEO

Fig. 13. Video dell'intervento chirurgico e dell'applicazione del provvisorio immediato.

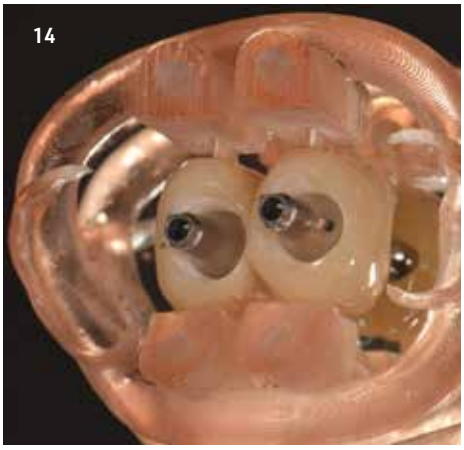


Fig. 14. Dettaglio del provvisorio immediato opportunamente ribasato sui pilastri protesici.

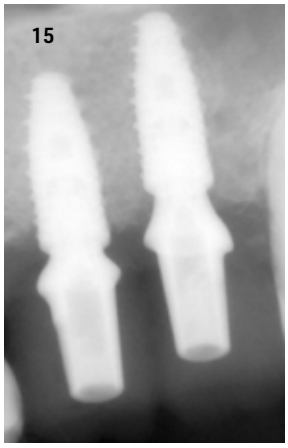


Fig. 15. Radiografia endorale immediatamente dopo il posizionamento dei provvisori: notare l'eccellente parallelismo tra gli impianti, in pieno accordo alla pianificazione.



Fig. 16. Il restauro provvisorio immediato, applicato ed opportunamente scaricato in occlusione, al termine dell'intervento.



Fig. 17. I monconi protesici in situ al controllo a 2 settimane dall'intervento.



Fig. 18. Il restauro protesico provvisorio a 2 settimane dall'intervento.

BIBLIOGRAFIA

1. *D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. Periodontol 2000. 2017; 73 (1): 121-133.*

2. *Vercruyssen M, Fortin T, Widmann G, Jacobs R, Quirynen M. Different techniques of static/dynamic guided implant surgery: modalities and indications. Periodontol 2000. 2014; 66 (1): 214-227.*

3. *Mangano FG, Hauschild U, Admakin O. Full in-Office Guided Surgery with Open Selective Tooth-Supported Templates: A Prospective Clinical Study on 20 Patients. Int J Environ Res Public Health. 2018; 15 (11).*

4. *Berdougo M, Fortin T, Blanchet E, Isidori M, Bosson JL. Flapless implant surgery using an image-guided system. A 1- to 4-year retrospective multicenter comparative clinical study. Clin Implant Dent Relat Res. 2010; 12 (2): 142-152.*

5. *Marlière DAA, Demétrio MS, Picinini LS, De Oliveira RG, Chaves Netto HDM. Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review. Eur J Dent. 2018; 12 (1): 153-160.*

6. *Zhou W, Liu Z, Song L, Kuo CL, Shafer DM. Clinical Factors Affecting the Accuracy of Guided Implant Surgery-A Systematic Review and Meta-analysis. J Evid Based Dent Pract. 2018; 18 (1): 28-40.*

7. *Schnutenhaus S, von Koenigsmarck V, Blender B, Ambrosius L, Luthardt RG, Rudolph H: Precision of sleeveless 3D drill guides for insertion of one-piece ceramic implants: a prospective clinical trial. Int J Comput Dent 2018; 21 (2): 97–105.*

8. *Fauroux MA, De Boutray M, Malthiéry E, Torres JH. New innovative method relating guided surgery to dental implant placement. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2018; 119 (3): 249-253.*

L'APPROFONDIMENTO

#PLAN!

La Chirurgia Implantare Guidata

Vantaggi e limiti, attualità e prospettive nell'impiego di Dime Chirurgiche Statiche

Dr. Francesco Mangano

La pianificazione 3D implanto-protesica rappresenta uno degli argomenti di maggiore interesse ed attualità per il dentista italiano.
Nell'ambito della chirurgia implantare guidata, distinguiamo tra procedure statiche e dinamiche [1,2]. La chirurgia guidata statica utilizza dime personalizzate (ad appoggio dentale, osseo o mucoso) progettate al computer e stampate in 3D, per l'inserimento guidato degli impianti in posizione, inclinazione e profondità [1]; la chirurgia guidata dinamica, invece, non utilizza dime chirurgiche, ma il clinico lavora a mano libera, guidato da un sistema di sensori in grado di leggere la posizione del manipolo chirurgico, in relazione alla posizione predeterminata dell'impianto sulla cone beam computed tomography (CBCT) [2]. Parliamo della chirurgia implantare guidata statica, che è oggi la più diffusa. Il procedimento è fondamentalmente il seguente: il clinico carica i dati derivati dalla CBCT in formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) nel software di progettazione, insieme al modello del paziente (derivato da scansione dei modelli in gesso in laboratorio oppure da scansione intraorale), in formato .STL. Dopo avere allineato il file .STL sull'anatomia ossea, attraverso degli operatori dedicati, è possibile caricare dei file opzionali come la ceratura diagnostica (wax-up) virtuale, essenziale nel caso di impianti multipli. A questo punto il clinico può progettare il posizionamento degli impianti e, una volta confermato il progetto, disegnare la dima chirurgica, che verrà stampata in 3D [3].
I vantaggi nell'impiego della chirurgia implantare guidata con dime statiche sono molteplici. Gli impianti vengono inseriti in sicurezza, con la certezza di evitare strutture anatomiche invalicabili come il nervo alveolare inferiore, il seno mascellare, e le radici di denti adiacenti (laddove presenti); inoltre, si evita il rischio di sfondamento delle corticali ossee, estremamente pericoloso soprattutto se



a carico della porzione linguale della mandibola anteriore [3]. La possibilità di studiare l'anatomia ossea in 3D, valutando attentamente altezza, spessore ed inclinazione della cresta, permette al dentista di scegliere l'impianto ideale per il sito specifico, e posizionarlo virtualmente nell'osso, visualizzandolo in diverse sezioni; ciò permette di evitare malposizionamenti, che possono portare a problematiche di natura estetica [3].
Il posizionamento 3D ideale dell'impianto è un compromesso tra l'anatomia ossea residua ed il profilo di emergenza protesico ideale. Infatti, grazie alla possibilità di importare la ceratura diagnostica (wax-up) virtuale all'interno del software, il clinico può pre-visualizzare l'emergenza protesica ed inclinare gli impianti nel modo migliore possibile. Questo è particolarmente importante nel caso di impianti multipli, laddove diventa essenziale conoscere i profili di emergenza ideali, in funzione del futuro restauro protesico. Ulteriori vantaggi della chirurgia guidata sono rappresentati dalla possibilità di inserire gli impianti senza la necessità di sollevare un lembo mucoperiosteo (flapless) [4], e dalla possibilità di fornire immediatamente un restauro protesico per procedere a carico immediato [5]. L'intervento flapless riduce l'invasività delle procedure e quindi il dolore post-operatorio del paziente [4]; la possibilità di preparare prima il restauro protesico per il carico immediato permette di risparmiare tempo e di evitare periodi in cui il paziente debba portare fastidiose protesi rimovibili [5]. Nonostante tutti questi vantaggi, però, oggi soltanto il 10% dei dentisti italiani utilizza la chirurgia implantare guidata, e questa metodica è utilizzata quasi esclusivamente per casi complessi, come l'inserimento flapless di impianti nel paziente totalmente edentulo. Perché?
Le cause possono essere diverse. Anzitutto, la progettazione implanto-protesica 3D con software rappresenta una vera rivoluzione per il clinico, abituato a posizionare gli impianti manualmente, sulla base delle sole informazioni 2D date da una radiografia panoramica o endorale. Le stesse considerazioni valgono per i chirurghi abituati a valutare l'anatomia ossea disponibile unicamente su lastre stampate da computerized tomography (CT). Il clinico che non ha familiarità con il computer, può incontrare delle difficoltà ed ha bisogno di tempo per apprendere le nuove procedure. Questo può spaventare, e probabilmente rappresenta una delle prime cause che limitano la diffusione della chirurgia guidata. Un'altra possibile spiegazione è data dai costi di hardware (CBCT, scanner intraorale o desktop, stampante 3D) e software (software di CAD protesico e chirurgico) necessari per poter essere indipendenti nella progettazione e nella fabbricazione delle dime chirurgiche. In verità, esistono oggi dei service validi (forniti da Aziende o Laboratori Specializzati) che possono assistere il chirurgo in tutte le fasi: dalla progettazione degli impianti fino all'intervento, passando per il disegno e la stampa della dima chirurgica. Tuttavia, il planning chirurgico-protesico dovrebbe essere sempre realizzato dal clinico, insieme all'odontotecnico. Un'ultima, e importante ragione che ancora limita la diffusione della chirurgia guidata statica in Italia è data dall'accuratezza delle sistematiche in uso, ed in ultima analisi dall'esperienza che il chirurgo ha durante l'intervento.
Recenti revisioni della letteratura hanno evidenziato come l'errore di posizionamento, ovvero la differenza tra la posizione pianificata dell'impianto e quella reale, sia mediamente superiore ad 1 mm sia a livello coronale, che a livello apicale [6,7]. È evidente che l'errore nel posizionamento finale dell'impianto può dipendere da molti fattori. In acquisizione, macchine come CBCT e scanner hanno un errore intrinseco, cui possono aggiungersi eventuali movimenti del paziente. In elaborazione, all'interno del software di guidata, il momento della superimposizione dei modelli in .STL sull'osso del paziente (merging) è estremamente delicato, e da cu-



rare con attenzione; la presenza di scattering sulla CBCT può rappresentare un inconveniente. Naturalmente, la pianificazione dell'impianto in 3D in posizione, inclinazione e profondità deve essere curata nel dettaglio, in relazione ai volumi ossei residui ed al wax-up, per poter evitare errori che potrebbero inficiare il risultato finale.
Occorre guardare con attenzione agli spessori ossei residui, alla presenza di strutture anatomiche invalicabili, eventualmente alle radici dei denti adiacenti ed alle distanze tra gli impianti. Infine, ci sono il disegno e la stampa della dima chirurgica, che assumono una importanza fondamentale. Infatti, al di là della qualità della stampante 3D utilizzata, solo attraverso un corretto design della mascherina si ottengono fit e stabilizzazione adeguati durante l'intervento; ciò permette un posizionamento corretto, in pieno accordo a quanto pianificato. Solo negli ultimi anni, il design delle dime chirurgiche sta iniziando a cambiare. In passato, infatti, e ancora oggi per molti sistemi, esse erano sostanzialmente dei bites in resina estesi, che nel caso del paziente parzialmente edentulo poggiavano su tutte le superfici dei denti, coprendo interamente il sito chirurgico. Tale design e appoggio su tutta la superficie rendono difficile il controllo del fit e la stabilizzazione della dima: forse proprio a questo sono dovuti gli errori di posizionamento riportati in diverse revisioni della letteratura scientifica [6,7].
L'impossibilità di visualizzare il sito dell'intervento è un altro limite delle dime statiche convenzionali. Ciò impedisce di intervenire sui tessuti gengivali, qualora necessario. L'impossibilità di vedere l'area del posizionamento dell'impianto è legata anche alla presenza della boccola, che rappresenta la guida alla preparazione del sito ed all'inserimento dell'impianto. Ad oggi, la maggior parte dei sistemi di chirurgia guidata statica fa uso di boccole e riduttori; la boccola, piccolo cilindro metallico che si "inserisce" all'interno della mascherina stampata in 3D, è l'elemento che guida le frese durante la preparazione del sito chirurgico. Tuttavia, essa rappresenta un impedimento visivo all'operatore, può ostacolare il raffreddamento con fisiologica e "ruba" dello spazio, sia in verticale che in orizzontale. La presenza della boccola, che per guidare efficacemente deve essere alta almeno 5 mm, sottrae spazio prezioso soprattutto nelle zone posteriori di maxilla e mandibola, perché costringe ad impiegare frese di preparazione lunghe; in alcuni casi, per il chirurgo non è possibile inserire le componenti, e deve desistere dall'utilizzare la dima. Tuttavia, oggi si stanno facendo spazio nuovi concetti nella chirurgia guidata statica. Da un lato, i software permettono di migliorare il fit e la stabilità delle dime, introducendo un nuovo concetto di design (guide aperte) e di appoggio (per punti, e non per superfici) [8]. Questo approccio sembra poter garantire dei vantaggi clinici, in termini di fit e stabilizzazione della dima durante la chirurgia. Una soluzione per guadagnare spazio consiste invece nell'eliminazione della boccola: guidando il manipolo chirurgico, e non le frese di preparazione. Se è il manipolo (e non la fresa) ad essere guidato, si possono eliminare le boccole e spostare le guide lateralmente alla cresta ossea. Tale approccio andrà indagato clinicamente nei prossimi anni, e verificato matematicamente, per capire se esso sia in grado di aumentare l'accuratezza. In ogni caso, la possibilità di disegnare e stampare dime aperte che poggino per punti, e che guidino il manipolo e non la frese di preparazione apre nuovi interessanti scenari nell'ambito della chirurgia implantare guidata statica.

L'intervento flapless riduce l'invasività delle procedure e quindi il dolore post-operatorio del paziente (...)

BIBLIOGRAFIA

1. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. Periodontol 2000. 2017; 73 (1): 121-133.

2. Vercruyssen M, Fortin T, Widmann G, Jacobs R, Quirynen M. Different techniques of static/ dynamic guided implant surgery: modalities and indications. Periodontol 2000. 2014; 66: 214-27.

3. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Schutyser F, Boumans T. Accuracy of computer-guided surgery: A comparison of operator experience. J Prosthet Dent. 2015; 114: 407-413.

4. Zhuang J, Zhao D, Wu Y, Xu C. Evaluation of Outcomes of Dental Implants Inserted by Flapless or Flapped Procedure: A Meta-Analysis. Implant Dent. 2018; 27: 588-598.

5. Lanis A, Alvarez Del Canto O, Barriga P, Polido WD, Morton D. Computer-guided implant surgery and full-arch immediate loading with prefabricated-metal framework-provisional prosthesis created from a 3D printed model. J Esthet Restor Dent. 2019 Feb 20. doi: 10.1111/jerd.12458. [Epub ahead of print]

6. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res. 2018; 29 Suppl 16: 416-435.

7. Bover-Ramos F, Viña-Almunia J, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Diago M, García-Mira B. Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. Int J Oral Maxillofac Implants. 2018; 33 (1): 101-115.

8. Mangano FG, Hauschild U, Admakin O. Full in- Office Guided Surgery with Open Selective Tooth- Supported Templates: A Prospective Clinical Study on 20 Patients. Int J Environ Res Public Health. 2018; 15 (11).

DALLA LETTERATURA

#PLAN!

La Chirurgia Implantare Guidata Statica

Una revisione sistematica della letteratura scientifica

Dr. Francesco Mangano

Una recente revisione sistematica della letteratura, redatta da un gruppo di ricercatori internazionali come risultato della prima Consensus Conference della Digital Dentistry Society, pubblicata sulla rivista BMC Oral Health, Digital Dentistry:

Colombo M, Mangano C, Mijiritsky E, Krebs M, Hauschild U, Fortin T.
Clinical applications and effectiveness of guided implant surgery: a critical review based on randomized controlled trials.
BMC Oral Health. 2017; 17 (1): 150.

e disponibile al download gratuito al link:
https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-017-0441-y

ha riportato i risultati di trials clinici randomizzati e controllati disponibili sul posizionamento implantare guidato, versus posizionamento con tecniche convenzionali. Il metodo utilizzato dagli autori è stato quello PICO, e la ricerca ha interessato tutte le pubblicazioni apparse su MEDLINE nel periodo dal 2000 sino al 2016, che facessero riferimento a tecniche di chirurgia guidata statica. Sono stati considerati come outcomes tutti i risultati, non solo quelli clinici ma anche quelli relativi al paziente ed economici; non è stata presa in esame l'accuratezza dell'inserimento degli impianti. La strategia di ricerca ha rivelato 21 pubblicazioni. Successivamente alla valutazione degli articoli, ed all'applicazione di rigidi criteri di esclusione, solo 2 studi potevano essere selezionati per l'estrazione dei dati. I due RCT identificati analizzavano risultati clinici come il fallimento della protesi, il fallimento dell'impianto, le complicanze biologiche o protesiche, la perdita ossea peri-implantare. Un RCT valutava anche la durata del trattamento, le fasi successive alla chirurgia, i costi e la soddisfazione del paziente. L'altro RCT si concentrava sulla valutazione dell'eventuale miglioramento della qualità della vita del paziente. In entrambi gli studi selezionati, non venivano osservate dagli autori differenze statisticamente significative tra i casi clinici trattati con protocollo digitale e quelli trattati con protocollo convenzionale. In un RCT, tuttavia, la valutazione degli esiti post-chirurgici rivelava maggior discomfort e dolore nel gruppo di pazienti trattati con procedure convenzionali. In conclusione, pur considerati i limiti della presente revisione, l'unica evidenza che emergeva era che il tasso di sopravvivenza dell'impianto e l'efficacia del trattamento risultavano simili per le procedure di posizionamento degli impianti in chirurgia guidata statica e convenzionale. Ciò era confermato anche da molti altri studi con livello di evidenza inferiore, e pertanto non inclusi nella suddetta revisione. Gli autori concludevano che la ricerca scientifica dovrebbe produrre un maggior numero di trials clinici randomizzati e controllati, in grado di valutare in modo completo i vantaggi e gli svantaggi dei protocolli chirurgici completamente digitali, rispetto ai protocolli convenzionali.



1 IL CASO CLINICO
Nuove frontiere e materiali in odontoiatria 4.0
Retainer in Peek.

2 L'APPROFONDIMENTO
Protocollo full digital in ortopedia mascellare
Full digital approach in maxillary orthopaedics.

3 DALLA LETTERATURA
Dal Leaf Expander al Leaf Self Expander:
È già domani nell'espansione del mascellare.

#SCANPLANMAKEDONE!

Ortodonzia 4.0

Trend attuali ed orientamenti futuri





Dr. Alessandro Mangano

Medico Odontoiatra, specialista in Ortognatodonzia; esercita la libera professione a Gravedona ed Uniti (CO) e Varese dedicandosi esclusivamente all'Ortodonzia e all'Odontoiatria Infantile. Socio Attivo Digital Dentistry Society

Cari Amici e Colleghi,

in questa sezione del progetto #SCANPLANMAKEDONE parleremo degli scenari attuali e futuri dell'ortodonzia *full digital*. L'ortodonzia sta vivendo una fase di radicale cambiamento grazie all'introduzione delle tecnologie digitali; i processi ed i flussi di lavoro hanno subito delle modificazioni sostanziali. Si può parlare di una vera e propria rivoluzione digitale, che ci ha portati nell'era dell'Ortodonzia 4.0. È evidente come tutta l'impostazione di lavoro abbia subito cambiamenti importanti che hanno portato ad un cambio di metodo nella pratica quotidiana. L'introduzione degli scanner intraorali ci permette di lavorare in maniera più ergonomica, basti pensare che tutti i modelli studio vengono archiviati su disco fisso e cloud. Inoltre, l'acquisizione di modelli virtuali ci consente di creare meno stress e maggior comfort ai nostri pazienti, in particolar modo nella fascia di età pediatrica. La fase diagnostica sta vedendo una rivoluzione tramite l'uso di scanner facciali che ci consentono di avere nuovi dati e di eseguire analisi cefalometriche 3D, senza dover ricorrere a raggi x, quindi con costo biologico zero. Questo ha creato un vero e proprio cambio di paradigma. In questo numero parleremo di flusso di lavoro digitale in ortodonzia; nello specifico vedremo un esempio di come partendo dalla scansione delle arcate (#SCAN), passando attraverso la progettazione (#PLAN), la successiva realizzazione (#MAKE) e l'esecuzione (#DONE) è possibile realizzare un retainer metal-free in PEEK (polietere etere chetone). L'avanzamento delle tecnologie ha portato a sviluppare nuovi materiali, attualmente presenti sul mercato, che rendono possibile realizzare dispositivi metal-free, che ci permettono di trattare buona parte delle malocclusioni. La sfida del futuro è sviluppare ulteriori materiali, per poter così colmare l'attuale gap tecnologico, e quindi poter realizzare tutte le tipologie di dispositivi ortodontici andando a sostituire totalmente la necessità di utilizzare i metalli.

IL CASO CLINICO

#SCANPLANMAKEDONE!

NUOVE FRONTIERE E MATERIALI IN ORTODONZIA 4.0

Retainer in PEEK



Dr. Matteo Beretta[1], Dr.ssa Enrica Di Lorenzo[2], Dr.ssa Marialuigia Di Matteo[3], Dr. Alessandro Mangano[4]

1. Medico Odontoiatra, Spec. In Ortognatodonzia, Master di II livello in Odontoiatria Digitale. Libero professionista, Varese e Casale Monferrato (AL).
2. Medico Odontoiatra, Spec. In Ortognatodonzia. Libero professionista, Varese e Milano.
3. Medico Odontoiatra, Spec. In Ortognatodonzia. Libero professionista, Varese.
4. Medico Odontoiatra, Spec. In Ortognatodonzia. Libero professionista, Varese e Gravedona ed Uniti(CO).

L'uso delle nuove tecnologie digitali ha enormemente cambiato il flusso di lavoro in ortodonzia, permettendo al clinico di lavorare usando protocolli full digital. Il flusso di lavoro sta radicalmente cambiando passando da dispositivi realizzati tramite CAD (Computer-Aided Design)/CAM (Computer-Aided Manufacturing) a dispositivi realizzati tramite CAD/CAT (Computer-Aided Technofacturing); ad oggi risulta anacronistico parlare di manufattura in quanto i processi di progettazione avvengono tramite software CAD e la successiva lavorazione avviene tramite fresatrici e stampanti 3D, risulta quindi necessario utilizzare questo nuovo acronimo per introdurre il concetto di tecno-fattura. Viene presentato un caso di realizzazione (#SCANPLANMAKEDONE) di retainer inferiore in PEEK (polietereterchetone).



Fig.1. Progetto CAD del retainer in PEEK

CASO CLINICO

Al termine del trattamento ortodontico di riallineamento del gruppo frontale inferiore, si opta per eseguire un tecnofatto di contenzione fisso. Tramite software CAD si progetta il dispositivo che verrà successivamente realizzato tramite fresatrice (Fig.1-2).
La procedura di bonding del retainer prevede tre passaggi:
Step 1: prova di posizionamento del retainer.
Step 2: fase adesiva delle dentatura e silanizzazione del dispositivo.
Step 3: bonding, a denti alterni, del retainer.
Viene eseguita una prova di posizionamento per

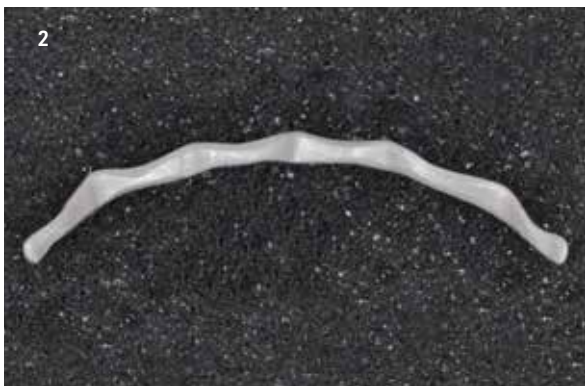


Fig.2. Realizzazione CAD/CAT del retainer in PEEK

testare il fitting perfetto del dispositivo alle superfici linguali dei denti interessati (Fig.3).



Fig. 3. Prova di posizionamento

Viene eseguita la mordenzatura per 60" delle superfici linguali da 3.3 a 4.3 , successivamente viene applicato l'adesivo sulla dentatura, avendo cura di non creare eccessi e di lasciare libera la zona interdentale; infine il retainer in PEEK viene irruvidito e sottoposto a silanizzazione (Fig. 4-9).



Fig. 4. Mordenzatura delle superfici linguali



Fig. 5. Applicazione adesivo



Fig. 6. Fotopolimerizzazione



Fig. 7. Irruvidimento del retainer tramite fresa diamantata



Fig. 8. Applicazione del silano

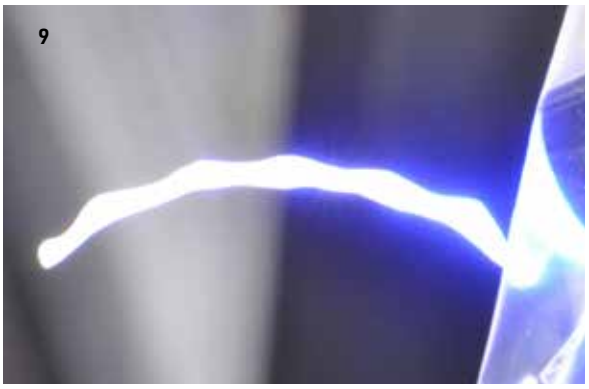


Fig. 9. Fotopolimerizzazione del silano

Una volta posizionato il retainer si applica il composito a denti alterni e si fotopolimerizza per 30" ogni elemento dentale (Fig.10).



Fig. 10. Applicazione composito

Il dispositivo (Fig.11), così progettato e posizionato, permette una igiene orale domiciliare efficace poiché gli spazi interdentali sono accessibili al superfloss ed agli scovolini.



Fig. 11. Retainer in PEEK bondato

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il PEEK è un materiale che è stato introdotto in Medicina nell'ambito della chirurgia ortopedica, con il passare degli anni ha trovato spazio anche nell'Odontoiatria; dapprima nella protesi e poi anche nell'ortodonzia. Per quanto riguarda l'ortodonzia, sono stati condotti degli studi di meccanica per lo sviluppo di archi ortodontici contenenti PEEK. Ad oggi, in letteratura è presente un solo studio, pubblicato nel 2017, riguardante l'applicazione clinica del PEEK condotto dal gruppo di ricerca dell'Università della Sapienza di Roma. I ricercatori hanno realizzato diverse tipologie di mantenitori di spazio, che sono risultati efficaci per gli scopi terapeutici. Questo materiale risulta particolarmente performante all'interno della cavità orale, grazie alle sue caratteristiche chimico-fisiche; infatti è un materiale idrofobo, ha un modulo di elasticità simile a quello della dentina, una bassa affinità alla placca ed inoltre è autoclavabile grazie alla sua capacità di mantenere inalterate le sue caratteristiche ad alte temperature.Questo materiale può essere impiegato nei pazienti con allergie ai metalli e nei pazienti special needs che necessitano di sottoporsi regolarmente, ad esami strumentali quali la RMN all'encefalo. Il PEEK grazie alla sua biocompatibilità ed alle caratteristiche precedentemente discusse, si rivela essere un materiale estremamente efficace per realizzare delle contenzioni fisse.

BIBLIOGRAFIA

1. *Ierardo G, Luzzi V, Lesti M, Vozza I, Brugnoletti O, Polimeni A, Bossù M. Peek polymer in orthodontics: A pilot study on children. J Clin Exp Dent. 2017;9:1271-1275.*
2. *Tada Y, Hayakawa T, Nakamura Y. Load-Deflection and Friction Properties of PEEK Wires as Alternative Orthodontic Wires. Materials (Basel). 2017;10. pii: doi: 10.3390/ma10080914.*
3. *Maekawa M, Kanno Z, Wada T, Hongo T, Doi H, Hanawa T, Ono T, Uo M. Mechanical properties of orthodontic wires made of super engineering plastic. Dent Mater J. 2015;34(1):114-119.*
4. *Garcia-Gonzalez D, Rusinek A, Jankowiak T, Arias A. Mechanical impact behavior of polyether-ether-ketone (PEEK). Composite Structures. 2015;124:88-99.*
5. *Beretta M, Cirulli, N. Metal-free space maintainer for special needs patients. Adv Dent and Oral Health. 2017; DOI: 10.19080/ADOH.2017.06.555683.*



L'APPROFONDIMENTO

#SCANPLANMAKEDONE!

Protocollo full digital in ortopedia mascellare

Full digital approach in maxillary orthopaedics

Dr. Matteo Beretta*

** Specialista in Ortognatodonzia e Gnatologia*
Master in Odontoiatria Digitale
www.studiozero.srl

Marco, 8 anni, viene sottoposto in prima visita ad una Radiografia Panoramica, (Fig.1), da cui si evidenzia un follicolo esteso a carico del canino superiore destro (1.3), interessante la radice del vicino incisivo laterale (1.2), e un percorso eruttivo anomalo del primo premolare superiore destro (1.4). Per approfondire la diagnosi, viene effettuata una CBCT del mascellare superiore con protocollo ultra low dose (Fig.2) da cui si conferma il follicolo aumentato di 1.3 (in posizione palatina), fortemente associato a rischio di inclusione[1], ma senza interessamento della radice di 1.2, l'inclinazione non regolare di 1.4 verso 1.3 e la presenza di un elemento sovrannumerario microdontico distale a 2.8 (2.9), non visibile dalla Radiografia Panoramica. L'approccio terapeutico ha previsto l'utilizzo di un espansore mascellare, Leaf Expander[2-3], con struttura custom made progettata virtualmente a partire da modelli digitali e realizzato con struttura laser melting*(senza l'utilizzo di bande), applicato sui denti decidui superiori con cemento vetroionomerico (Fig. 3), al fine di incrementare lo spazio disponibile e migliorare il percorso di eruzione di 1.4 e 1.3[4]. L'espansione è stata ottenuta in 5 mesi. Una volta rimosso l'espansore, è stata effettuata una nuova CBCT (protocollo ultra low dose) di controllo, da cui si osserva un miglioramento significativo del percorso eruttivo di 1.4 e 1.3. Sono stati, quindi, rilevati nuovi modelli digitali, con i quali è stato progettato virtualmente** (CAD) un Arco palatino di Nance custom made (Fig.4), da utilizzare come mantenitore di spazio durante la permuta, poi realizzato mediante fresatura*** (CAT: computer aided technofacturing) di

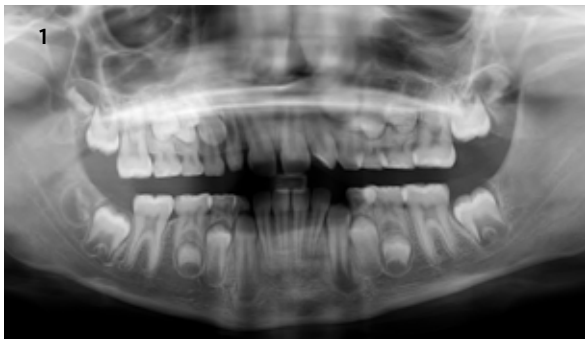


Fig. 1. Ortopantomografia iniziale



Fig. 2. CBCT con protocollo ultra low dose



Fig. 3. Cementazione Leaf expander

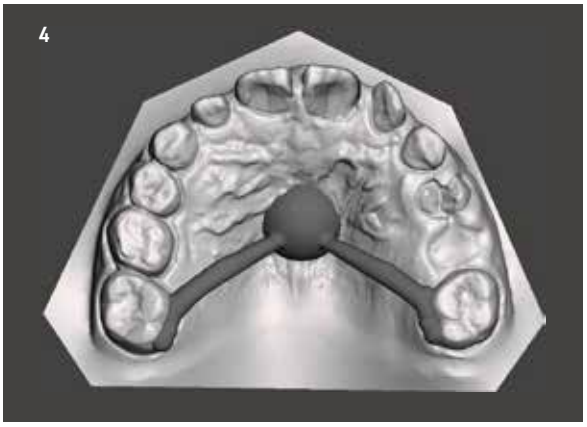


Fig. 4. Progetto CAD, Nance custom



Fig. 6. Normalizzazione della permuta

un materiale composito rinforzato in fibra. Contestualmente alla cementazione della barra custom made sulla sola superficie palatina dei primi molari permanenti, mediante tecnica adesiva, sono state effettuate le estrazioni degli elementi 5.3, 5.4 e 5.5, al fine di facilitare l'eruzione dei corrispondenti permanenti (Fig.5) [5].



Fig. 5. Cementazione Nance ed exo 5.3,5.4,5.5

A distanza di 3 mesi si osserva l'inizio dell'eruzione di 1.3, con la normalizzazione della permuta dentaria, ad oggi in corso (Fig.6). Il materiale composito rinforzato non metallico, utilizzato per l'arco palatino di Nance custom made, oltre che estetico, leggero e confortevole, si è dimostrato particolarmente indicato per Marco, a cui, in corso di trattamento ortodontico, è stata diagnosticata una problematica di salute, per cui si sarebbe dovuto periodicamente sottoporre ad un esame di RMN al cranio (risonanza magnetica nucleare), con cui tale materiale non presenta interferenze[6-7].

BIBLIOGRAFIA

1. *Predisposing factors for severe incisor root resorption associated with impacted maxillary canines. S. Chaushu, K. Kaczor-Urbanowicz, M. Zadurska, and A. Becker. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;147:52-60.*

2. *The Leaf Expander for Non-compliance Treatment in the mixed Dentition. C. Lanteri, M. Beretta, V. Lanteri, A. Gianolio, C. Cherchi, L. Franchi. Journal of Clinical Orthodontics 2016;L/9:552-60.*

3. *Evolution of the Leaf Expander: a Maxillary Self Expander. M. Beretta, C. Lanteri, V. Lanteri, C. Cherchi, L. Franchi, A. Gianolio. Journal of Clinical Orthodontics 2019;LIII/5:286-92.*

4. *Effect of rapid maxillary expansion and transpalatal arch treatment associated with deciduous canine extraction on the eruption of palatally displaced canines: A 2-centerprospective study. LM. Sigler, T. Baccetti, b and JA. McNamara. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:235-244.*

5. *Preventive treatment of ectopically erupting maxillary permanent canines by extraction of deciduous canines and first molars: A randomized clinical trial. G. Alessandri Bonetti, M. Zanarini, S. Incerti Parenti, I. Marini and MR. Gatto. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:316-23.*

6. *Magnetic resonance imaging artefacts and fixed orthodontic attachments. A. Beau, D. Bossard, S. Gebeile-Chauty. European Journal of Orthodontics 2015;337:105-110.*

7. *Metal Free Space Maintainer for special need patient. M. Beretta, N. Cirulli. Advanced in Dentistry and Oral Health. Vol.6-Issue 2 Nov.2017. DOI:1019080/ADOH.2017.06.555683*

** Ortodonzia Estense, Ferrara, Italy www.ortodonziaestense.com*
***Progetto del Dr. Matteo Beretta con software Meshmixer*
**** i-3D Professional, Bari, Italy www.i-3dprofessional.it*

DALLA LETTERATURA

#SCANPLANMAKEDONE!

Dal Leaf Expander al Leaf Self Expander:
è già domani nell'espansione del mascellare



Dr. ssa Enrica Di Lorenzo

** Medico Odontoiatra, Spec. In Ortognatodonzia.*
Libero professionista, Varese e Milano.

L'avvento del 3D in ortodonzia ha reso possibile l'introduzione di dispositivi innovativi, nuovi materiali e tecnologie avanzate che offrono vantaggi nella diagnosi, nella pianificazione del trattamento, nella comunicazione con il paziente e permettono la realizzazione di dispositivi su misura individuale. L'articolo pubblicato sul numero di maggio del Journal of Clinical Orthodontics,

Beretta M, Lanteri C, Lanteri V, Cherchi C, Franchi L, Gianolio A. Evolution of the Leaf Expander: A Maxillary Self Expander.JCO, May 2019: LIII(5); 286-292.

e disponibile al link:
https://www.jco-online.com/archive/2019/05/260-evolution-of-the-leaf-expander-a-maxillary-self-expander/

presenta un nuovo dispositivo, completamente automatico, per l'espansione mascellare. Negli ultimi anni l'attenzione degli autori si era rivolta alle modalità di azione e all'efficacia clinica dell'espansore lento riattivabile con molle in NiTi, il Leaf Expander. Il Leaf Expander sta oggi cedendo il posto al Leaf Self Expander (Fig.1), un dispositivo con aspetto del tutto simile a quello di un comune espansore palatale che agisce esercitando forze leggere e continue, predeterminate per intensità e grado di espansione. Le forze agiscono in modo predicibile in senso vestibolare sugli elementi dentari d'ancoraggio (i secondi molari da latte nella maggior parte dei pazienti in crescita ed i primi molari permanenti nel paziente adulto). Il Self Expander è costituito da una struttura metallica in acciaio Cr-Co ed è dotato di un corpo centrale costituito da 3 coppie di molle a balestra in Nichel-Titanio preattivate, compresse durante la realizzazione del dispositivo e decompresse durante i 6 mesi di espansione attiva (Fig.2).



Fig. 1. Leaf Self Expander cementato



Fig. 2. Leaf Self Expander a completa espansione ottenuta

È dunque completamente automatico, non richiede riattivazioni periodiche, né la collaborazione del paziente e del genitore. Ciò semplifica l'organizzazione clinica ed elimina la necessità di controlli ravvicinati che verifichino l'appropriata attivazione della vite. L'espansione è indolore anche nelle prime fasi ed il rischio di iperespansione viene annullato. È facilmente gestibile dall'operatore, al quale è riservato il controllo della progressione dell'espansione e dell'entità del movimento.

I risultati clinici ottenuti, le misurazioni eseguite sui modelli virtuali e le sovrapposizioni delle scansioni pre e post espansione dimostrano l'efficacia e l'efficienza di questo dispositivo nella correzione dei deficit mascellari trasversali, sia nel paziente in età evolutiva che nel paziente con possibile completa maturazione della sutura palatale. Gli effetti sono clinicamente e radiograficamente sovrapponibili a quelli raggiungibili con l'Espansore Rapido del Palato (ERP).

Il Self Expander, costruito utilizzando i file STL dei modelli virtuali rilevati mediante la scansione intraorale delle arcate, è un dispositivo ortodontico customizzato, progettato e realizzato su misura per il paziente e per le sue specifiche esigenze.

La predicibilità del risultato ed il comfort assoluto del paziente sono il fine ultimo di questa rivoluzione nell'espansione del mascellare, resa possibile da procedure full digital, che oggi sono realtà in ortodonzia.



DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE

06
19

1 IL CASO CLINICO
CAD/CAM chairside: casi clinici e criticità nella manipolazione dei materiali.

2 L'APPROFONDIMENTO
Le fresatrici. Elementi per una scelta consapevole.

3 DALLA LETTERATURA
Barre fresate in PEEK per overdentures . Una nuova opportunità in implanto-protesi digitale.

#MAKE!

Le fresatrici oggi: dove siamo arrivati?

Possibilità e prospettive per i laboratori e gli studi dentistici



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 105 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,

bentornati in **#SCANPLANMAKEDONE**, spazio che **INFODENT** dedica all'Odontoiatria Digitale. All'interno di questo spazio trovate casi clinici, approfondimenti e reports dalla letteratura, il tutto su diversi argomenti connessi all'impiego delle tecnologie digitali in odontoiatria. Questo primo numero autunnale affronta il tema della fresatura (**#MAKE!**), con l'obiettivo di capire a che punto siamo arrivati, come integrare questa tecnologia nel proprio flusso di lavoro, e come scegliere la macchina più adatta alle proprie esigenze. Per molto tempo, l'utilizzo di fresatrici è stato monopolio dei grossi centri di fresaggio delle aziende, caratterizzati da standard produttivi industriali. Accanto a questi, sono nati centri più piccoli, gestiti da professionisti indipendenti ma dotati di grande esperienza, in grado di fornire lavorazioni di altissima qualità. Senz'altro i centri di fresaggio rappresentano la soluzione più semplice alla quale ricorrono ancora oggi molti odontotecnici, soprattutto per la lavorazione dei metalli. Tuttavia, sempre più laboratori vanno dotandosi di una o più fresatrici, per lavorare resine, ma soprattutto zirconia e disilicato di litio. Perché? Per fare fronte alla crescente richiesta di restauri metal-free, da parte dei dentisti e degli stessi pazienti. I restauri metal-free stanno trasformando l'odontoiatria protesica, ed i laboratori odontotecnici non possono ignorare questa tendenza. Ignorarla significherebbe rimanere indietro, essere meno competitivi, perdere clienti. Il completo controllo del flusso produttivo è il principale beneficio che deriva dall'acquisto di una fresatrice, per esempio, per lavorare la zirconia: l'odontotecnico può gestire direttamente tutte le fasi, personalizzando le proprie lavorazioni monolitiche (attraverso tecniche di infiltrazione e colorazione pre-sinterizzazione). I risultati estetici, anche grazie alle nuove gamme di materiali traslucenti disponibili nel mercato, sono eccezionali. Ho avuto modo di parlare con tanti odontotecnici di successo e tutti – nessuno escluso – mi hanno confermato come i vantaggi dati dall'acquisto di una fresatrice siano enormi, al punto da rendere tale investimento quasi irrinunciabile. Ma come orientarsi nella scelta della migliore fresatrice, per poter fare un investimento intelligente e mirato? Infine, anche i dentisti cominciano ad essere fortemente interessati al mondo delle fresatrici, soprattutto per il chairside. Possono le tecnologie chairside definirsi oggi mature, e compatibili con la realizzazione di restauri estetici, dotati di un'ottimale integrazione biologico- funzionale? Cerchiamo di capirlo insieme!

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#MAKE!

CAD/CAM CHAIRSIDE: CASI CLINICI E CRITICITÀ NELLA MANIPOLAZIONE DEI MATERIALI

Il digitale tra evidenze scientifiche ed applicazione clinica.



Dr. ssa Marzia Pettinicchio [1], Dr. Klizia Martini [2], Prof. Tonino Traini [3]

1. Direttore Sanitario, Studio di Odontoiatria Specialistica, Igiene Orale e Prevenzione Traini Tonino SRLs, San Benedetto del Tronto (AP).
2. Igienista e Odontotecnico, Studio di Odontoiatria Specialistica, Igiene Orale e Prevenzione Traini Tonino SRLs, San Benedetto del Tronto (AP).
3. Professore Associato, Docente di Materiali Dentari, Tecnologie Protesiche e di Laboratorio, Dipartimento di Scienze Mediche, Orali e Biotecnologiche, Università "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara

Negli ultimi anni, le metodiche computer-assistite e la tecnologia CAD-CAM, insieme all'evoluzione di materiali da restauro sempre più performanti, hanno incrementato notevolmente il loro impiego in odontoiatria, permettendo di produrre riabilitazioni protesiche in tempi minori e con abbattimento dei costi. Inoltre, il miglioramento delle performance dei nuovi scanner intraorali ha permesso una maggiore disponibilità di sistematiche precise e flessibili, in modo da rendere le riabilitazioni chairside sempre più utilizzate. Allo stato attuale l'odontoiatria digitale risulta essere largamente impiegata. Ciò si deve all'evoluzione e alla diffusione esponenziale delle tecnologie digitali e alle ridotte competenze manuali richieste agli operatori. La forza del rigore matematico alla base del "digital" ha reso poco significativo l'apprendistato pratico degli odontotecnici, migliorando e massificando la qualità dei manufatti protesici prodotti. Questo costituisce per molti aspetti un progresso nella somministrazione delle terapie odontoiatriche ai nostri pazienti. Accanto a questi aspetti positivi, a nostro parere, stanno emergendo problematiche legate al ruolo degli operatori, che, anche se ridimensionato dalle tecnologie digitali, non è annullato e necessita di una approfondita formazione culturale, se non matematica, certamente sulla scienza dei materiali. La maggior parte dei problemi relativi ai manufatti protesici prodotti digitalmente è associata ad una cattiva manipolazione e trattamento dei materiali in fase post-produttiva. I materiali per i sistemi CAD/CAM risultano essere molto più "sofisticati" di quelli impiegati nelle tecniche analogiche. Per questa ragione associamo alla presentazione di casi clinici semplici una analisi puntuale su alcune fasi protocollari sensibili, mostrando le evidenze scientifiche accanto alla nostra esperienza clinica.

CASO CLINICO 1

Nel caso iniziale (Fig. 1a), l'elemento 4.6 vitale presentava un'estesa otturazione in composito con ripetuti episodi di chipping. Dopo build-up è stata realizzata la preparazione della corona (Fig. 1b) appositamente con scarsi elementi geometrici per essere facilmente sottoposta ad impronta digitale TRIOS3 (3Shape). La corona è stata eseguita in ambiente SUM 3D e prodotta con fresatore DWX-4W (DGSHAPE, a Roland Company) (Fig. 1c). La corona realizzata in LS2 presinterizzato (Fig. 1d) viene rifinita e lucidata meccanicamente con gommini e pasta diamantata. In questa fase tutte le operazioni sono agevoli e veloci. La corona, dopo il trattamento termico di cristallizzazione presenta un grado di auto lucentezza adeguato per l'applicazione clinica immediata, determinato dalla

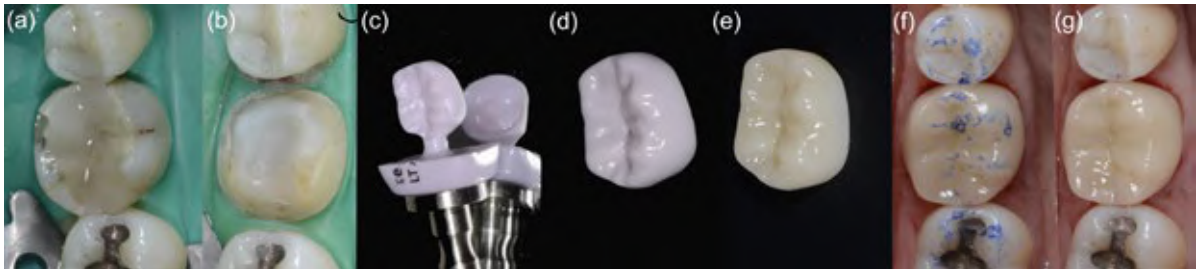


Fig.1a-g. Preparazione ed esecuzione di una corona completa in disilicato di litio (LS2) con sistema chairside.

pre-lucidatura nella fase di pre-cristallizzazione (Fig. 1e). Dopo la cementazione adesiva (Fig. 1f, g), non è stato effettuato alcun ritocco occlusale o sui punti di contatto interprossimali. Il maggior limite del restauro risiede nell'assenza di una gradazione cromatica, limite questo riguardante i materiali monolitici. Si tratta, tuttavia, di un elemento posteriore inferiore usualmente coinvolto nello sviluppo dell'estetica di un sorriso solo parzialmente e con la sola superficie occlusale.

estratti. La fase CAD e gestione dei file STL è stata portata a termine con due differenti software (A SUM3D, B hyperDENT) presi in esame e comparati. Tutte le corone sono state fresate impiegando lo stesso fresatore DWX-4W (DGSHAPE a Roland Company). Per ciascun software è stato impiegato un set completo di frese. Tutte le corone sono state realizzate su blocchetti di disilicato di litio (E-Max CAD A2). La precisione marginale è stata valutata impiegando un

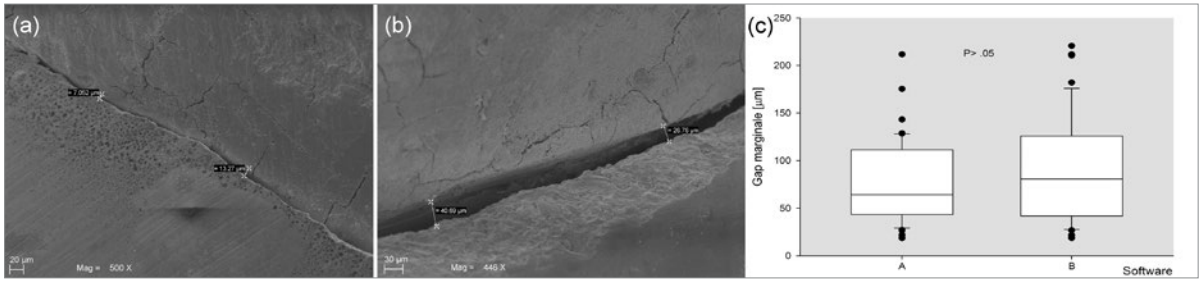


Fig. 2. (a) Corona realizzata attraverso software A; (b) corona realizzata attraverso software B; (c) box plot con i risultati sul gap marginale in comparazione.

PRECISIONE MARGINALE E CAD/CAM SOFTWARE

La valutazione è stata eseguita in vitro su corone singole prodotte attraverso scansione digitale con TRIOS3 (3Shape) di 52 monconi preparati su denti

microscopio elettronico a scansione SEM con LaB6 (Zeiss EVO 50 XVP, Carl Zeiss SMY Ltd, Cambridge, UK). I risultati (Tab. 1) hanno mostrato una differenza nella precisione marginale. Le corone prodotte con l'impiego del software A (Fig. 2a) presentavano

COLUMN	SIZE	MISSING	MEAN	STD DEV	STD. ERROR	C.I. OF MEAN
A	52	0	78,198	41,450	5,748	11,540
B	52	0	91,885	55,614	7,712	15,483
COLUMN	**RANGE**	**MAX**	**MIN**	**MEDIAN**	**25%**	**75%**
A	193,120	211,780	18,660	64,246	44,950	111,340
B	201,950	220,610	18,660	80,649	43,060	125,015
COLUMN	**SKEWNESS**	**KURTOSIS**	**K-S DIST.**	**K-S PROB.**	**SUM**	**SUM OFSQUARES**
A	0,893	0,818	0,157	0,003	4066,285	405597,729
B	0,675	0,314	0,112	0,102	4778,023	596769,371

Tab. 1. Emerge una differenza nella precisione marginale.

MANN-WHITNEY RANK SUM TEST					
Normality test: Failed (p < 0,050)					
GROUP	**N**	**MISSING**	**MEDIAN**	**25%**	**75%**
A	52	0	64,246	44,950	111,340
B	52	0	80,649	43,060	125,015
Mann-Whitney U Statistic= 1499,000					
T=2583,000 n(small)=52 n(big)=52 (P=0,341)					

Tab. 2. L'analisi statistica ha rilevato una distribuzione dei dati asimmetrica (assenza di normalità) pertanto la comparazione tra i due gruppi è stata portata a termine attraverso l'impiego di un test non parametrico (Mann-Whitney Rank Sum Test) comparando i valori delle mediane.

un gap marginale medio (SD) di 78.1 (± 41.4) µm, mentre le corone prodotte tramite il software B (Fig. 2b) avevano un gap marginale medio (SD) di 91.8 (± 55.6). Le apparenti sostanziali differenze dei valori delle medie sono mitigate dagli alti valori delle deviazioni standard. L'analisi statistica (Tab. 2) ha rilevato, inoltre, una distribuzione dei dati asimmetrica (assenza di normalità) pertanto la comparazione tra i due gruppi è stata portata a termine attraverso l'impiego di un test non parametrico (Mann-Whitney Rank Sum Test) comparando i valori delle mediane. I risultati riportati nel grafico box plot (Fig. 2c)

mostrano una assenza di significatività (P=0.341). I livelli di precisione non hanno mostrato differenze statisticamente significative, principalmente a causa delle elevate deviazioni standard registrate. I livelli medi di precisione marginale sono accettabili sul piano clinico. Differenze nella precisione marginale possono anche essere in parte attribuite alla architettura dei software CAD/CAM impiegati.

LA CRISTALLIZZAZIONE

I materiali ceramici impiegati nelle tecniche CAD/CAM si trovano in una forma pre-cristallizzata a bassa resistenza per evitare che fresatori e frese possano subire danni repentini durante la produzione dei manufatti. Questo implica che al termine della procedura di produzione si debba ricorrere ad un trattamento termico di cristallizzazione (Fig. 3,4), fa eccezione il Celtra Duo che può essere inserito subito dopo il fresaggio, ma rinunciando al 43.24% di resistenza (Fig. 5).

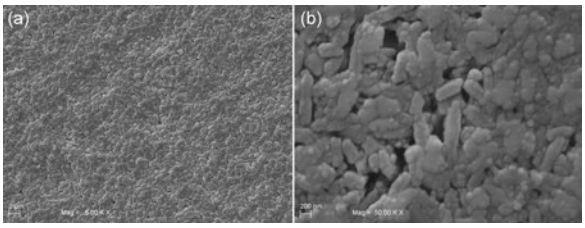


Fig. 3. Silicato di litio rinforzato con biossido di zirconio (ZLS) Suprinity (a) forma pre-cristallizzata a struttura regolare nanometrica; (b) dopo trattamento di cristallizzazione a 840°C per 8 minuti sottovuoto e raffreddamento fino a 680°C. Si nota una crescita epitassiale di cristalli di circa 300-400 nm.

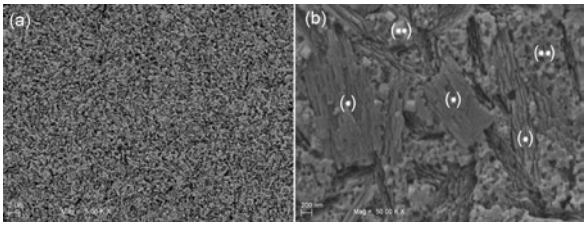


Fig. 4. Disilicato di litio (LS2) E-Max CAD (a) in forma pre-cristallizzata si nota uno stato prevalentemente amorfo; (b) dopo trattamento di cristallizzazione a 840°C per 7 minuti sottovuoto e raffreddamento fino a 700°C. Si nota una crescita di cristalli (*) nel contesto della matrice vetrosa (**) di circa 1-4 micron.

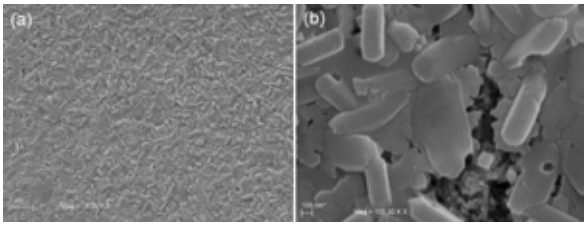


Fig. 5. ZLS Celtra Duo (a) forma a bassa concentrazione cristallina. In questa fase il materiale ha una resistenza di 210 MPa e può essere inserito nel cavo orale senza ulteriori trattamenti di cristallizzazione; (b) dopo trattamento di cristallizzazione a 820°C pe 1.30 min e raffreddamento lento la resistenza raggiunge 370 MPa. È possibile portare il materiale a resistenze vicine ai 500 MPa di resistenza, effettuando una cottura PowerFire a 760°C con incremento termico di 55°C/min sottovuoto e successivo raffreddamento per 2 min (non è più possibile sabbiare la struttura).

La principale differenza nella lavorazione dei materiali consiste nel momento in cui avviene la cristallizzazione. La dimensione dei cristalli influisce significativamente sulle caratteristiche meccaniche dei materiali (Fig. 6), pertanto, il protocollo di trattamento termico deve essere rispettato rigorosamente per ciascun materiale.

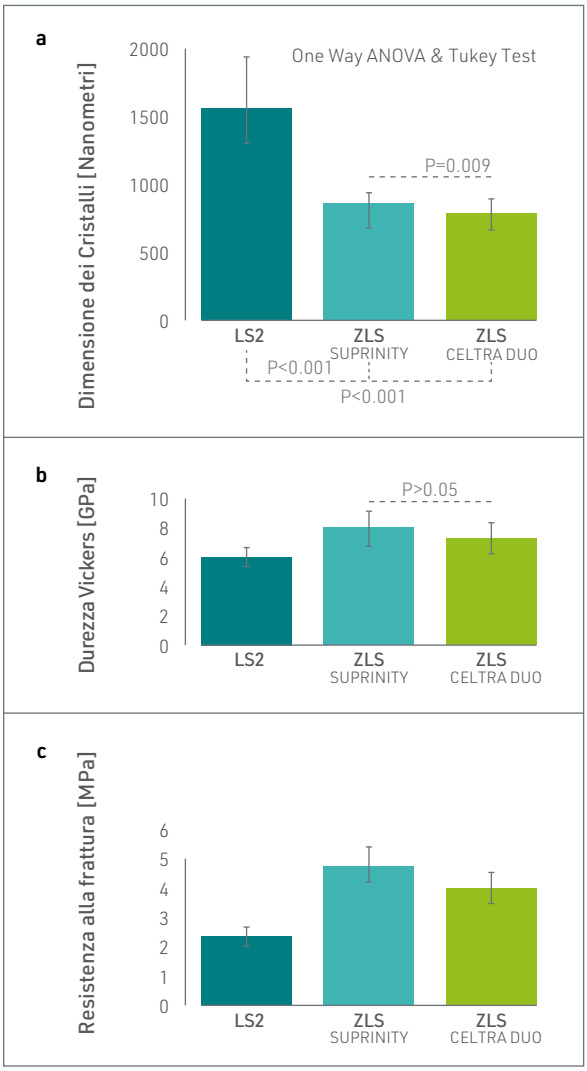


Fig. 6. Caratteristiche microstrutturali e meccaniche dei materiali a confronto. (a) La dimensione dei cristalli a confronto mostra differenze significative tra LS2 e ZLS; (b) minore è la dimensione dei cristalli maggiore è la durezza vickers con i migliori risultati per lo ZLS; (c) anche la resistenza a frattura risente della dimensione dei cristalli con i migliori risultati per lo ZLS.

MORDENZATURA ACIDA: EVIDENZE OLTRE LA LETTERATURA

La mordenzatura di superficie costituisce un passaggio fondamentale per un follow-up a lungo termine dei restauri. Sulle modalità e sugli effetti spesso si evidenziano confusioni generate dall'applicazione clinica di risultati di ricerche in vitro che non valutano globalmente tutti gli effetti dando conclusioni parziali (Fig. 7, 8, Tab. 3).

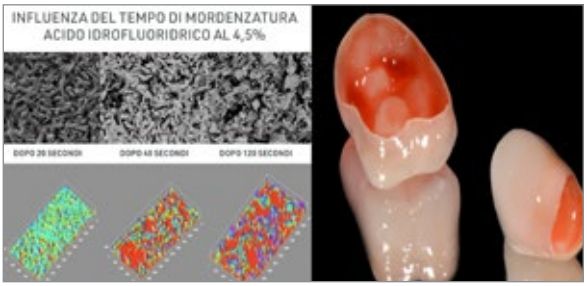


Fig. 7. Test in vitro per diversi tempi di mordenzatura. A 40 sec il materiale è già destrutturato. Il tempo di mordenzatura ideale è quello consigliato dalle case produttrici: 20 sec.

GEL di Acido Fluoridrico al 4,5% per 20 secondi
Lavaggio in acqua distillata
Lavaggio in ultrasuoni per 5-10 minuti in acetato di etile
Conservazione in alcol etilico 96-100% fino alla silanizzazione

Tab. 3. Protocollo operativo di trattamento, decontaminazione e conservazione

PROCEDURE CLINICHE PER UNA CORRETTA CEMENTAZIONE

La cementazione adesiva di restauri in disilicato di litio rappresenta una fase delicata e decisiva per il successo del lavoro definitivo, dal momento che una corretta cementazione influenza direttamente la resistenza meccanica del manufatto e la sua longevità. Per questo motivo è necessario utilizzare un protocollo di cementazione che rispetti le caratteristiche del materiale e garantisca un successo a lungo termine (Fig. 9, 10).

MATERIALI IN SVILUPPO

I materiali ceramici a base di LS2 attualmente in uso mostrano buone caratteristiche meccaniche, una buona lavorabilità ed irrinunciabili caratteristiche di adesione alle strutture dentarie di sostegno quando cementati adesivamente. Nonostante ciò, sono da rilevare alcuni aspetti negativi come le limitate

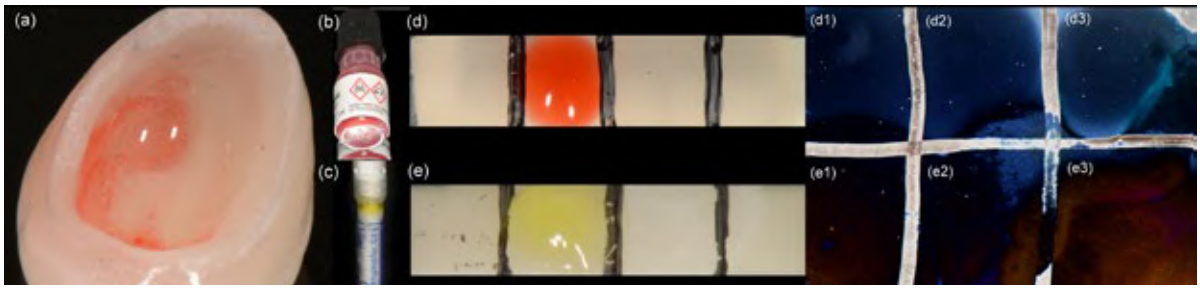


Fig. 8. Il gel fluoridrico lascia residui di colore dopo trattamento di mordenzatura solo se la superfice interna dei restauri è contaminata da proteine o mucopolisaccaridi o residui oleosi (a); l'impiego di gel al 4.5% (b) o gel al 9.6% (c) per il trattamento di superfici contaminate da fluido crevicolare (d), (e) non migliora i risultati. Il colore rosso resta (d3) esattamente come il giallo (e3) anche se quest'ultimo è meno visibile. È necessario avere superfici decontaminate prima di procedere con la mordenzatura.

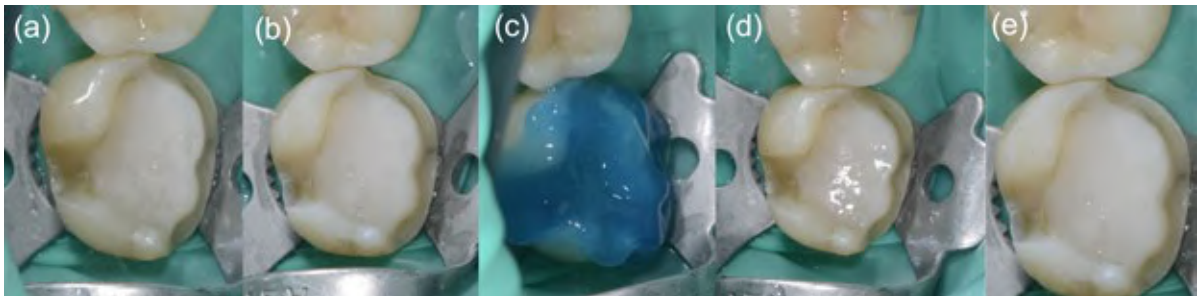


Fig. 9. Trattamento delle superfici dentali con procedura immediate dentin sealing (IDS): dopo aver montato la diga in seguito alla preparazione dell'elemento (a), si effettua l'idrosabbiatura delle superfici con AL2O3 50 microns (b), total etching con acido ortofosforico 37% per 20 sec (c), applicazione di un adesivo di terza generazione (primer con solvente alcolico o acetone) e bonding (possibilmente caricato) (d). Dopo la fotopolimerizzazione (e) sulla superfice del bonding è presente lo strato non polimerizzato denominato OIL (Oxygen Inhibition Layer). L'OIL deve essere rimosso attraverso l'uso di uno spazzolino e della pasta da profilassi.

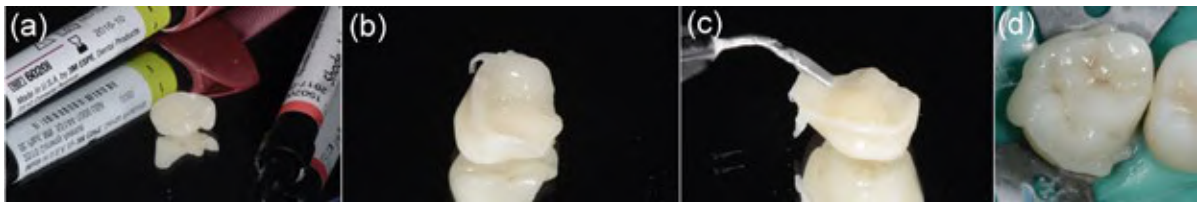


Fig. 10. Cementazione dei restauri in vetroceramica: dopo mordenzatura (gel fluoridrico 4.5% per 20 sec), silanizzazione (monobond s), applicazione di adesivo (scotchbond) sulla superfice interna del restauro, per la cementazione dei restauri in vetroceramica preferiamo impiegare un composito da restauro e flow (a). Il composito (non riscaldato) viene applicato all'interno del restauro (b), e sul composito si posiziona del flow per evitare bolle d'aria ed un miglior deflusso degli eccessi di composito durante l'inserimento sul dente (c); nella fase di inserimento (d) si posiziona il restauro sul dente, a riparo dalla luce, si attendono 40-60 sec per consentire al composito di diventare fluido per riscaldamento da conduzione, quindi si tolgono gli eccessi e si polimerizza.

caratteristiche mimetiche nei casi di impiego come restauri monolitici, densità ai raggi X dissimile da quella dei denti naturali. Nell'intento di migliorare ed introdurre nuove caratteristiche è in corso di sviluppo presso la cattedra di tecnologie protesiche e di laboratorio dell'Università di Chieti-Pescara un nuova formulazione di LS2 a doppia fase: una con microstruttura per il core; una nanostrutturata per il rivestimento esterno con caratteristiche ottiche

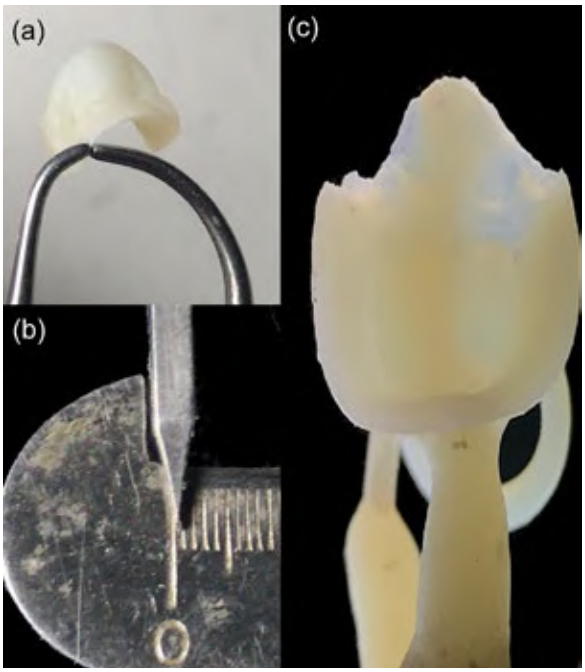


Fig. 11. Restauro test sulla riproducibilità marginale in pressata; (a) misura dello spessore dopo eliminazione del rivestimento; (b) lo spessore è di 1/10 di mm; (c) a luce trasmessa si nota un discreto grado di opalescenza.

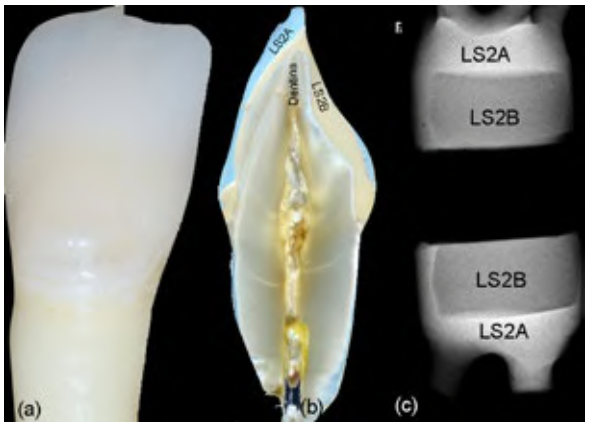


Fig. 12. (a) Corona test cementata su dente naturale; (b) corona in sezione longitudinale si notano i due tipi di LS2; (c) valutazione RX dei due disilicati che mostra come il materiale nanostrutturato sia più denso di quello microstrutturato.

adeguate (Fig. 11, 12). Anche le densità ai RX sono state tarate sulla dentina e sullo smalto. Il materiale presenta caratteristiche di riproduzione dei dettagli e resistenza ai piccoli spessori eccezionali. I bordi delle pressate possono essere riprodotti anche a spessori di 1/10 di mm. Per una corretta esecuzione di un manufatto protesico con workflow digitale risulta chiaro che non è possibile standardizzare le procedure di lavorazione senza conoscere le caratteristiche di ciascuna superficie. Tuttavia non c'è dubbio che l'odontoiatria digitale rappresenterà certamente l'unico approdo possibile per l'evoluzione tecnologica futura e sarà destinata a soppiantare o coadiuvare tutte le tecniche analogiche oggi in uso in campo dentale.



L'APPROFONDIMENTO

#MAKE!

Le fresatrici.

Elementi per una scelta consapevole



Dr. Domenico Benagiano, DDS, MS [1], Dr. Francesco Mangano, DDS, PhD, FICD [2]

1 Odontoiatra Libero Professionista in Gioia del Colle (BA); Socio Attivo Digital Dentistry Society (DDS); Master in Digital Dentistry conseguito presso l'Università di Varese; titolare del Centro di Fresaggio Lynx3 Cad Cam http://www.lynx3d.com/ in Gioia del Colle (BA).

2 Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 105 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.

CHE COS'È UNA FRESATRICE?

È una macchina dotata di utensili (frese) in grado di scolpire diversi materiali grezzi, fino a realizzare tutta una serie di restauri protesici. Dal momento che la macchina scolpisce un grezzo iniziale, asportando del materiale sino al raggiungimento della forma desiderata, si parla di tecnologia sottrattiva. Esistono nel mercato diverse tipologie di fresatrici, che possono essere utilizzate per scolpire materiali come titanio, cromo-cobalto, resine, zirconia e ceramiche. Senz'altro, negli ultimi anni le macchine fresatrici hanno fatto passi avanti dal punto di vista tecnologico; la facilità d'uso dei software in dotazione ed i costi più contenuti permettono oggi all'odontotecnico di acquistare ed utilizzare un fresatore nel proprio laboratorio. Generalmente, il moderno laboratorio odontotecnico investe nella fresatura di resine, zirconia e disilicato di litio, lasciando ai centri specializzati (Figura 1) la possibilità di trattare i metalli. Questo passaggio rappresenta un'importante evoluzione per l'odontotecnico, che può realizzare le proprie lavorazioni di base senza dipendere da servizi esterni, garantendo al dentista un lavoro di alta qualità anche estetica, realizzato con standard riproducibili. La gestione dell'intero flusso dalle fasi CAD al CAM permette all'odontotecnico di crescere professionalmente, di acquisire nuovi clienti ed al tempo stesso di velocizzare il proprio lavoro. I processi produttivi sono ottimizzati. La possibilità di personalizzare le proprie strategie (intendendo per strategia l'elenco di fasi che la fresatrice deve eseguire per il graduale raggiungimento del risultato finale) e di controllare direttamente la qualità delle lavorazioni rappresentano ulteriori vantaggi per l'odontotecnico, che contribuiscono a bilanciare la spesa per l'iniziale investimento sulla macchina. È molto difficile trovare un odontotecnico che sia insoddisfatto di questo investimento! Ma l'acquisto di una fresatrice può essere interessante anche per lo studio odontoiatrico. L'acquisto di una macchina utensile che sia semplice da utilizzare, permette infatti di realizzare in studio determinate tipologie di restauri (per esempio intarsi, o provvisori in resina) che possono essere immediatamente applicati su paziente: è il chairside. Le metodiche chairside sono molto gradite ai pazienti, perché tecnologicamente avanzate; grazie ad esse, lo studio dentistico ottimizza i flussi di lavoro e guadagna in reputazione. Per esempio, in caso di frattura di un restauro provvisorio, il dentista può riprodurlo immediatamente e consegnarlo al paziente, risparmiando tempo. È chiaro che le fresatrici impiegate nel chairside sono molto più semplici delle potenti macchine impiegate nei centri di fresaggio e negli stessi laboratori odontotecnici; in studio dentistico l'odontoiatra utilizza CAD semplificati, e non

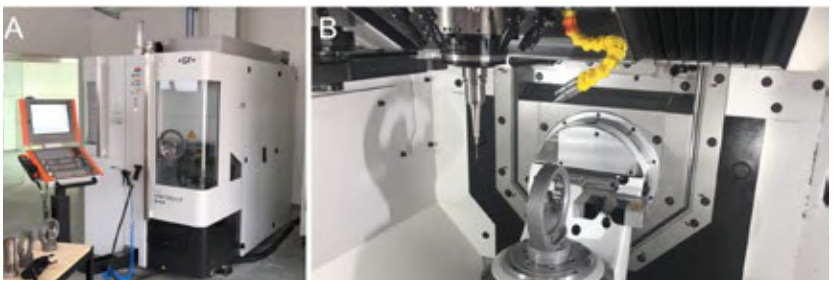


Figura 1. Telaio pesante, stabilità termica, mandrini ad alta concentricità, irrigazione minimale o a emulsione e un ampio parco frese sono alcuni degli elementi che rendono la fresatrice Mikron HSM 200U LP® (GF Machining solutions, Ginevra, Svizzera) adatta ad un moderno centro di fresaggio, per la produzione di pezzi in titanio o in cromo cobalto di altissima precisione e ripetibilità dopo decine di ore di lavoro ininterrotto.

può né deve cercare di sostituirsi all'odontotecnico, il cui ruolo rimane centrale, per garantire la qualità del prodotto finito. Sia per il laboratorio odontotecnico che per lo studio dentistico interessati all'acquisto di una fresatrice, la scelta deve essere fatta con attenzione alle proprie reali esigenze, prendendo in esame i principali elementi che contraddistinguono una macchina. Le aziende produttrici sono molte ed offrono una varietà di soluzioni, perciò occorrono solide conoscenze per potersi orientare al meglio nell'acquisto. Elenchiamo di seguito alcune delle principali caratteristiche da considerare, quando ci si avvicina all'acquisto di una fresatrice. Anzitutto, dobbiamo fare una prima distinzione tra fresatura per taglio e molatura per spallatura. Nella fresatura per taglio l'utensile è costituito da una o più lame, ed agisce intagliando il materiale grezzo (per esempio un disco di zirconia, oppure di resina o polimetil-metacrilato). La punta (o tagliente) è quasi sempre a testa torica o sferica (più raramente cilindrica). Diversa è la molatura per spallatura, nella quale la mola (uno stelo metallico ricoperto di diamante sintetico) non lavora tagliando ma piuttosto abradendo e levigando. In questo caso, usualmente, è la spalla del nostro utensile (e non la punta) a lavorare, il mandrino lavora ad elevata velocità e la frizione prodotta è tale da determinare temperature di lavoro altissime, è quindi necessario raffreddare lo strumento con acqua o liquido lubro-refrigerante. Usualmente, questo è il modo nel quale vengono lavorati blocchetti di disilicato di litio e compositi ceramici. Naturalmente, tale distinzione non deve essere intesa come universale: anche nella fresatura, infatti, è possibile lavorare con refrigerante. Per esempio, i metalli come il titanio vanno lavorati utilizzando refrigerante, mentre la zirconia può essere lavorata a secco. È chiaro, in ogni caso, che uno dei primi elementi da considerare quando si acquista una fresatrice è il materiale affrontabile. La potenza del mandrino e la dotazione della macchina determinano il tipo di materiali fresabili, tra i quali ricordiamo polimetil-metacrilato (PMMA), polietere-etere-chetone (PEEK), zirconia, ceramica, disilicato di litio, titanio e cromo-cobalto. Alcuni materiali infatti non possono essere fresati con una macchina senza raffreddamento a liquido (ceramiche integrali, disilicato di litio, titanio). PMMA, PEEK e zirconia possono invece essere fresati a secco. Per un laboratorio odontotecnico che intenda lavorare diversi materiali, è pertanto consigliabile acquistare due tipologie di macchine dedicate alla fresatura: una a secco e l'altra con raffreddamento (ad acqua oppure ad oli).Un altro elemento essenziale nel definire la potenza di una fresatrice è il numero degli assi di libertà. Poter disporre di un numero adeguato di assi di libertà è condizione essenziale per lo svolgimento di determinati lavori, e soprattutto per la gestione dei sottosquadri. Esistono fresatrici a 3, 4 (Figura 2) e 5 assi (Figura 3,4). Nelle fresatrici a 3 assi, l'utensile lavorante (fresa o mola che sia) si può muovere soltanto lungo 3 assi spaziali: da destra a sinistra, da avanti a dietro, dall'alto in basso; invece, nelle fresatrici a 5 assi, agli spostamenti lineari si aggiungono le rotazioni degli assi. È chiaro che maggiori sono gli assi di libertà, maggiore è la nostra capacità di raggiungere le parti di materiale che dobbiamo asportare dal pezzo, ed affrontare i sottosquadri. Se non possiamo inclinare, girare o angolare il pezzo durante il fresaggio, non possiamo raggiungere alcune parti di esso che, coerentemente con il progetto CAM, andrebbero fresate. Ciò può alterare la geometria del pezzo. Lavorazioni complesse come la realizzazione di ingaggi per le connessioni implantari, specie se non perfettamente allineati tra loro, non possono essere realizzate se non con una fresatrice a 5 assi. L'utilizzo di una macchina con capacità inferiore potrebbe infatti creare dei problemi. Similmente, l'asportazione di materiale all'interno di un abutment implantare in zirconia, o lo spazio interdentale tra due corone di un ponte possono essere difficilmente raggiungibili con soli 4 assi. La macchina a 5 assi entra inclinata rispetto all'asse z e quindi gestisce bene i sottosquadri, pertanto è indicata per lavori estesi o complessi (riabilitazioni con impianti multipli); viceversa, una 4 assi può gestire bene lavorazioni semplici come gli intarsi e le corone singole. Un elemento poco considerato è la potenza del mandrino. Essa, però, condiziona il tipo di grezzi affrontabili. È chiaro che un mandrino potente può affrontare materiali più difficili, come titanio o cromo-cobalto, perché è in grado di imprimere alla fresa un sufficiente torque. Un mandrino potente permette poi

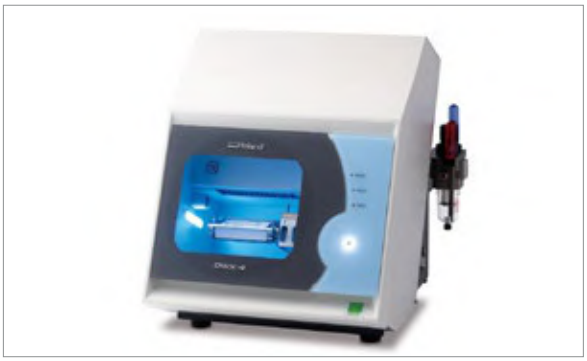


Figura 2. DWX-4® (DGSHAPE, a Roland Company) è una fresatrice a 4 assi semplice da gestire, con un design compatto ed in grado di lavorare cera, nano compositi, PMMA e anche zirconia. Per la semplicità d'uso e la performance, è adatto non solo ai laboratori, ma anche agli studi odontoiatrici.

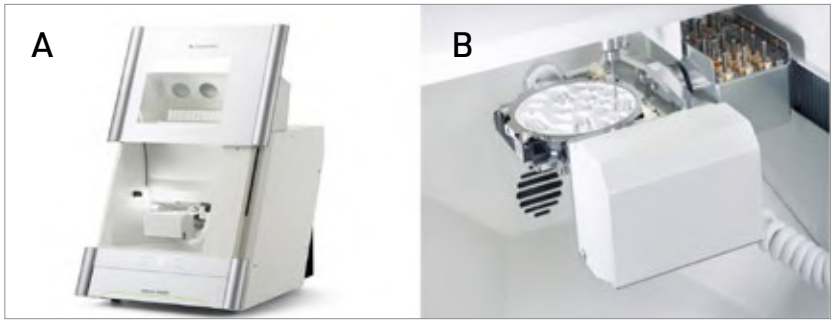


Figura 3. DWX-52D® (DGSHAPE, a Roland Company) è una potente fresatrice a 5 assi per il laboratorio odontotecnico. La macchina lavora zirconia, cera, PMMA, gesso, PEEK, fibra di vetro, resina composita, cromo-cobalto pre-sinterizzato in dischi e blocchi. Il cambio utensile è automatico con un magazzino utensili che ospita fino a 15 frese. (A) Dettaglio della macchina. (B) Particolare della fresatrice in azione.

di ridurre i tempi di fresatura. Sull'irrigazione abbiamo già speso alcune parole. Alcuni materiali, come abbiamo detto, possono essere trattati a secco; altri, invece, richiedono necessariamente l'uso di refrigerante (Figura 5). Ciò dipende sia dall'attrito che si genera tra la fresa ed il grezzo, e che è proporzionale alla durezza di quest'ultimo, sia da caratteristiche chimiche intrinseche al materiale grezzo che viene aggredito. Disilicato di litio, ceramici, e metalli come il titanio vanno trattati sotto refrigerante perché per le proprie caratteristiche generano a contatto con la fresa un elevato calore: ciò può surriscaldare la fresa, che va incontro a rottura. Le macchine possono essere suddivise e classificante anche in base alla tipologia di refrigerante impiegato: acqua o oli. Vi sono differenze tra queste, visibili sia nell'usura delle frese che sulla finitura dei lavori ottenuti. L'olio, spesso impiegato nelle fresatrici che lavorano i metalli, previene fenomeni di ossidazione e lubrifica efficacemente, determinando cioè una efficace riduzione dell'attrito tra il grezzo e la fresa. Ciò protegge la fresa dalla rottura, ma garantisce anche un'elevata qualità di finitura superficiale. Tuttavia, non dobbiamo dimenticare che durante il taglio del titanio si liberano scintille, e l'olio non deve essere eccessivamente infiammabile, per non esporre la macchina al rischio di incendio. Le macchine da laboratorio odontotecnico, per il trattamento del disilicato di litio e delle ceramiche, utilizzano usualmente refrigeranti a base acquosa. Resine, zirconia e cera, infine, possono essere agevolmente trattati a secco. Va detto inoltre che fresare materiali come la zirconia sotto irrigazione sarebbe addirittura controproducente: le polveri di zirconia miste ad acqua possono danneggiare la fresatrice. Un ulteriore aspetto degno di considerazione è determinato dal numero di utensili di cui la macchina dispone. La qualità del prodotto è infatti connessa alla precisione del dettaglio riprodotto dalla macchina. È assolutamente importante che la linea di margine di una protesi che verrà cementata combaci quanto più possibile con quella del moncone naturale; inoltre, i dettagli anatomici (occlusali ed interprossimali) devono essere riprodotti. Questo può essere ottenuto tanto più facilmente quanto più l'ultima fresa che interviene sia sottile. Quando una macchina a controllo numerico dispone di un limitato parco frese, si finisce a scendere a compromessi sulla qualità. La stessa efficienza della lavorazione è influenzata dal numero di frese che un macchinario può ospitare. Un macchinario che può ospitare decine di utensili, infatti, mette il suo utilizzatore in condizione di potervi inserire abbastanza frese da poter affrontare efficacemente lavori su differenti materiali, rendendo non necessario cambiare l'intero parco frese ogni volta che si passa da un lavoro su metalli ad uno su ceramiche o resine e viceversa. In questo modo si riducono i tempi morti e, cosa non da poco, i rischi connessi al non rispettare le giuste posizioni per gli utensili. Alternativamente a questo, si può decidere di inserire in macchina più esemplari identici dello stesso utensile. Questo serve a mettere la macchina in condizione di poter prendere un utensile nuovo se uno usato raggiunge un limite massimo consentito di usura o si rompe, riprendendo il lavoro altrimenti lasciato a metà e completandolo, evitando così costose ore di mancato lavoro. Una macchina ben settata e con un parco frese adeguatamente organizzato può lavorare ininterrottamente per decine di ore, quasi in totale assenza di controllo da parte di un operatore, provvedendo in autonomia alla sostituzione di frese usurate o danneggiate. Un altro aspetto di rilievo è la geometria del grezzo affrontabile. Essa è spesso conseguenza delle dimensioni dell'area di lavoro. In genere, macchine di piccole dimensioni possono solo affrontare la fresatura di blocchetti, piccoli parallelepipedi poco più grandi di un comune dado da gioco o strutture pre-lavorate, note come pre-milled, di simili dimensioni. La maggior parte delle fresatrici, a partire da un livello medio a salire, sono invece in grado di aggredire dischi standard di 98mm di diametro, mentre altre macchine, di solito esclusivamente di fascia alta, possono lavorare a partire da barre o parallelepipedi che possono raggiungere anche dimensioni maggiori. Una più estesa area di lavoro equivale ad una maggiore versatilità della macchina, che così può essere utilizzata non solo per svolgere piccoli lavori chairside, ma anche realizzazioni di ampie strutture protesiche. Inoltre il disporre di grezzi più ampi permette di inserire all'interno dello stesso grezzo (nesting) un numero variabile di lavori che possono essere svolti dalla macchina in serie. Va sottolineato che alcune fresatrici, per scelte operate dalle aziende che li producono, risultano vincolate all'utilizzo di grezzi dalle geometrie non standard. Questo porta ad una maggiore difficoltà di approv-



Figura 4. DWX-52DCi® (DGSHAPE, a Roland Company) permette di fresare zirconia, cera, PMMA, resina composita (in disco o in blocchi), PEEK, gesso, cromocobalto pre-sinterizzato, fibra di vetro. La peculiarità di questa macchina consiste nell'avere, oltre al cambio utensile, anche il cambio del disco automatico, con 6 dischi disponibili.

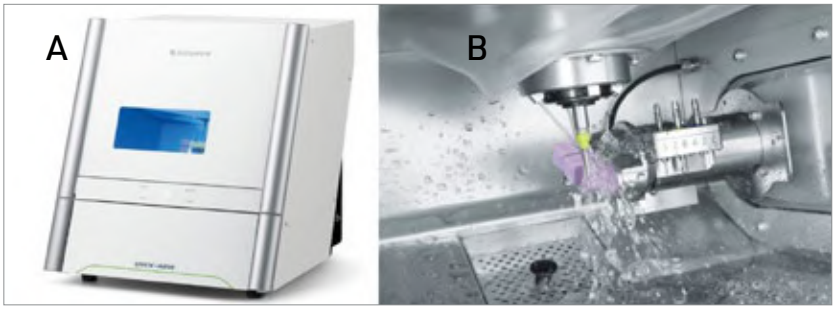


Figura 5. DWX-42W® (DGSHAPE, a Roland Company) è un molatore di precisione ad alta velocità, con cambio utensile automatico a 6 stazioni per fresature senza interruzioni, che lavora vetroceramiche e resina composita. (A) Dettaglio della macchina. (B) Il molatore lavora sotto abbondante irrigazione.

vigionamento dei grezzi ed una minore scelta dei materiali utilizzabili. Come sopra anticipato, le dimensioni dell'area di lavoro rappresentano uno dei fattori più importanti da tenere in considerazione. Una fresatrice, i cui assi possono muoversi solo di pochi centimetri, sarà adeguata solo per lo svolgimento di lavori quali inlays, onlays, corone singole o piccoli ponti. Una fresatrice invece in grado di muovere il mandrino su aree maggiori potrà essere usata per la realizzazione di strutture più importanti quali protesi tipo full-arch, o barre di sostegno per intere arcate. È ovvio che il maggiore contiene il minore, di conseguenza una fresatrice che abbia un'area di lavoro ampia potrà svolgere senza difficoltà anche lavori alla portata di fresatori più piccoli. Naturalmente, il peso del telaio della macchina può influire sulla precisione del restauro ottenuto. Ciò perché una macchina robusta assorbe meglio le vibrazioni della lavorazione, rispetto a quanto non possa fare una macchina leggera. Ciò è vero soprattutto per le macchine che lavorano i metalli. Infatti, oggi il progresso tecnologico permette di minimizzare l'effetto delle le vibrazioni nella lavorazione: per la produzione di restauri metal-free di qualità, non occorre più possedere una macchina pesantissima o gigante! Prendiamo infine in considerazione un'altra variabile piuttosto importante, ovvero quella del software di CAM, che permette alla macchina di lavorare. Il software di CAM genera il percorso fresa, e guida la macchina durante la lavorazione. Oggi lavorare in CAM non è difficile come lo era solamente 5 anni fa: esistono soluzioni semplici ed alla portata di tutti. Un tempo, la gestione di una fresatrice da laboratorio era piuttosto complessa, e richiedeva competenze ingegneristiche. Oggi per fortuna non è più così. La semplicità, tra l'altro, non comporta di per sé una riduzione delle possibilità operative. Fino a poco tempo fa, la distinzione principale era quella tra sistemi "aperti" e "chiusi". Il file principe letto ed utilizzato nei sistemi "aperti" è l'STL. Tale formato è generato da diversi software CAD e può essere letto dal software CAM senza alcuna restrizione. Si tratta di una facilitazione, perché con i files STL si può lavorare interfacciando diversi software di CAD e CAM, senza restrizioni di sorta. Tuttavia, alcuni software di CAM (ormai pochi, per la verità) leggono solamente files proprietari, con specifiche estensioni, e generati da determinati software CAD. Questa può essere una limitazione operativa. Un tempo, soprattutto tra i dentisti che desideravano acquistare un sistema "chairside", la scelta ricadeva sui sistemi chiusi: l'esigenza era quella di una notevole semplicità di lavoro. Oggi non è più così, ed è possibile lavorare in modo libero, senza restrizioni, ed in semplicità. È opinione dell'autore che quindi la scelta dovrebbe essere rivolta, anche da parte del dentista, a delle soluzioni "free", senza restrizioni di sorta. Questo non compromette la semplicità d'uso! Last but not least, una variabile da considerare è certamente quella legata al prezzo. Oggi i prezzi si sono abbassati molto e la tecnologia si è perfezionata notevolmente. Non è più necessario acquistare delle macchine "giganti" per poter garantire lavorazioni di alta qualità! Tuttavia, è ovvio come per laboratori odontotecnici che affrontino quotidianamente masse di lavoro importanti, l'investimento possa essere anche consistente, e possa comprendere l'acquisto di diversi macchinari (inclusi quelli per la lavorazione dei metalli). Tale investimento sarà certamente ripagato in un breve lasso di tempo. Diverso è il discorso per un piccolo laboratorio che abbia pochi clienti dotati, ad esempio, di scanner intraorale, e magari poco interessati a lavorare con restauri metal-free. In questo caso, l'investimento potrà essere mirato a coprire le effettive esigenze del laboratorio: acquistando fresatrice a secco (per resine e zirconia) e forno di sinterizzazione, e lasciando ai grossi centri di fresaggio lavorazioni più complesse come strutture metalliche (barre per Toronto, ecc). Lo studio odontoiatrico dovrà invece considerare in prima battuta l'acquisto di macchinari chairside, principalmente per trattare resine composite e PMMA, lasciando i materiali più complessi da trattare (zirconia e disilicato di litio) al laboratorio. La scelta in questo senso è legata alle conoscenze del professionista. È opinione dell'autore che oggi sia possibile anche per il dentista utilizzare sistemi aperti e piccole fresatrici tecnologicamente avanzate, con grande soddisfazione, per produrre lavorazioni di qualità eccezionale. Ciò senza dovere investire cifre "monstre". Fondamentale è saper scegliere la macchina migliore, in grado di garantire restauri di qualità elevata al giusto prezzo. La tecnologia fa sempre la differenza!



DALLA LETTERATURA #MAKE!

Barre fresate in PEEK per overdentures

Una nuova opportunità in implanto-protesi digitale

Dr. Francesco Mangano, DDS, PhD, FICD

Un recente lavoro, pubblicato sulla prestigiosa rivista Scanning:

Mangano F, Mangano C, Margiani B, Admakin O. Combining Intraoral and Face Scans for the Design and Fabrication of Computer-Assisted-Design/ Computer-Assisted-Manufacturing (CAD/ CAM) Polyether-ether-ketone (PEEK) Implant-Supported Bars for Maxillary Overdentures. Scanning 2019; Article ID 4274715, 14 pages
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31531155

ha presentato un innovativo metodo digitale che combina la scansione intraorale e facciale per la progettazione e fabbricazione CAD/CAM di barre in PEEK per overdenture mascellari implanto-supportate. Per un periodo di 2 anni, tutti i pazienti che si presentavano in una clinica odontoiatrica con maxilla completamente edentula, desiderosi di stabilizzare la protesi totale rimovibile pre-esistente, erano considerati per l'inclusione in questo studio. Ulteriore criterio di inclusione era una quantità di osso sufficiente per l'inserimento di quattro impianti. I criteri di esclusione erano età <55 anni, necessità di aumento osseo, diabete mellito non compensato, stati di immunocompromissione, radio o chemioterapia e precedente trattamento con aminobisfosfonati. Tutti i pazienti erano riabilitati con un'overdenture mascellare, supportata da barra CAD/CAM a supporto implantare fresata in polietere-etere-chetone (PEEK). Le variabili investigate nello studio erano il fit/ adattamento passivo della barra, la sopravvivenza implantare ad 1 anno ed il successo della riabilitazione protesica. In totale, 15 pazienti ricevevano 60 impianti (BT Safe®, BTK, Dueville, VI, Italia) ed erano riabilitati con overdenture mascellare supportata da una barra PEEK, progettata all'interno di software di CAD (DentalCAD®, Exocad, Darmstadt, Germania) (Fig. 1 a,b; Fig. 2a) e fresata a partire da un'impronta ottica intraorale (CS 3600®, Carestream Dental, Atlanta, GE, USA). Per fresare la barra, veniva utilizzata una potente macchina desktop a 5 assi (DWX-51D®, DGSHAPE, a Roland Company) (Fig. 2b). Le scansioni intraorali erano integrate con quelle del viso, catturate con scanner facciale, al fine di progettare ogni barra con tutti i dati disponibili sul paziente (tessuti molli, protesi, impianti e viso)

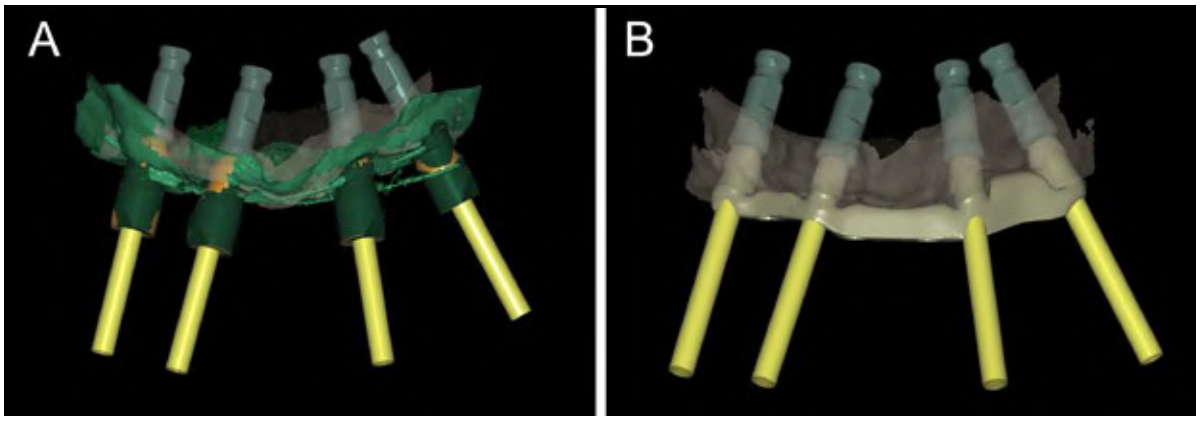


Fig. 1. La progettazione della barra in PEEK avveniva su impianti (BT Safe®, BTK, Dueville, VI, Italia) a partire da scansione intraorale con CS 3600® (Carestream Dental, Atlanta, GE, USA), all'interno di un software di CAD protesico dedicato (DentalCAD®, Exocad, Darmstadt, Germania): (A) particolare con gli scanbodies in sede e gli analoghi digitali; (B) la prima progettazione della barra.

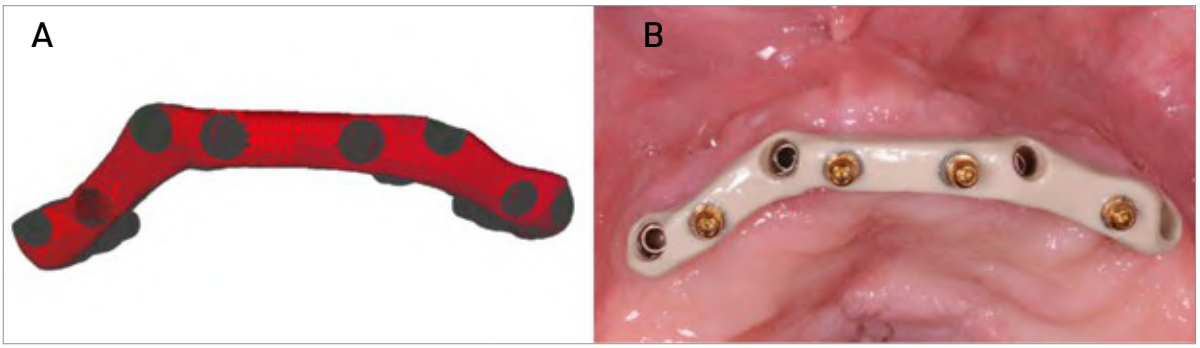


Fig. 2. Progettazione e realizzazione della barra in PEEK: (A) particolare della progettazione della barra; (B) la barra fresata con potente fresatore desktop (DWX-51D®, DGSHAPE, a Roland Company) applicata in bocca. Il fit e l'adattamento sono perfetti.

nella posizione spaziale corretta. Dodici barre su 15 (80%) erano perfette per fit ed adattamento passivo; al contrario, 3 su 15 (20%) non avevano un fit o adattamento passivo sufficiente. La sopravvivenza implantare ad 1 anno era del 100% (60/60 impianti sopravvissuti). Si verificavano poche complicanze biologiche o protesiche. In conclusione, la combinazione di scansioni intraorali e del viso permetteva di ripristinare con successo pazienti completamente edentuli con overdenture mascellari supportate da 4 impianti a sostegno di barra CAD/CAM fresata in PEEK. Ulteriori studi saranno necessari per confermare questi risultati.

La documentazione completa di un caso clinico con tutti i passaggi è disponibile al link:
https://doi.org/10.1155/2019/4274715

Il nuovo 3Shape E4

Massima produttività con lo scanner più veloce di sempre!

Raddoppia la velocità

Lo scanner E4 scansiona l'intera arcata in 11 secondi, 2 volte più veloce dell'E2 (22 secondi)

Raddoppia la precisione

L'E4 presenta una precisione di 4 micron, paragonato alla precisione di 7 micron dell' E3.

Raddioppiano le telecamere

4 telecamere da 5MP permettono la scansione dei monconi sul modello, senza necessità di più passaggi per la scansione individuale dei monconi.

Per saperne di più, go.3shape.com/e4



3shape

1 IL CASO CLINICO
Le stampanti 3D: Protocolli operativi in Odontostomatologia e Odontotecnica.

2 L'APPROFONDIMENTO
Le stampanti 3D Storia, tecnologia, fattori rilevanti ed applicazioni in odontoiatria

3 DALLA LETTERATURA
Corone in zirconia stampate in 3D. Una nuova opportunità per dentisti e laboratori odontotecnici?

#MAKE!

La stampa 3D

Attualità e prospettive



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 105 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,
è per me un piacere ritrovarvi all'interno del progetto #SCANPLANMAKEDONE, spazio che INFODENT dedica ogni mese all'Odontoiatria Digitale. All'interno di questo spazio trovate casi clinici, approfondimenti e reports dalla letteratura, il tutto su diversi argomenti connessi all'impiego delle tecnologie digitali in odontoiatria. In questo numero di novembre affrontiamo il capitolo della stampa 3D (#MAKE!), vera e propria rivoluzione in tutto il mondo produttivo, e naturalmente in odontoiatria. Quando è stata introdotta, nei primi anni '80, la stampa 3D era utilizzata quasi solamente come metodo veloce per realizzare dei prototipi: per tale ragione era denominata "prototipazione rapida". Oggi, a distanza di più di trent'anni, la stampa 3D (3D printing) è entrata prepotentemente nel mondo produttivo, affiancandosi alle tradizionali tecniche di moulding, casting e milling. Quando si parla di stampa 3D, spesso si parla di "manifattura additiva". Questo perché il software della macchina "affetta" in decine di migliaia di strati sottilissimi il file digitale da riprodurre, e poi va a ricostruire fisicamente l'oggetto layer-by-layer, depositando cioè in modo additivo uno strato sull'altro, in sequenza. La stampa 3D ha aperto nuovi ed interessanti scenari produttivi. Grazie a questa tecnologia, infatti, è possibile creare senza difficoltà oggetti cavi al proprio interno, generativi, ed estremamente complessi, impossibili da riprodurre attraverso i metodi convenzionali. I vincoli degli utensili tradizionali (frese, torni, stampi) non si applicano alla stampa 3D, che permette di produrre oggetti complessi in libertà, velocemente e risparmiando una notevole quantità di materiale. Ma qual è, oggi, l'impatto della stampa 3D in odontoiatria digitale? Possiamo dire che l'impatto è molto forte: dime chirurgiche, modelli studio ortodontici e protesici, restauri fissi provvisori come corone e ponti possono essere oggi stampati in 3D, utilizzando diversi materiali. Recentemente si è aperta la corsa agli allineatori ortodontici, e soprattutto alla stampa dei restauri definitivi in zirconia e delle protesi totali, siano esse o meno supportate da impianti. Non ultimo, sarà presto possibile stampare biomateriali sintetici per la rigenerazione ossea. Siamo oggi più che mai vicini a tutto questo e la stampa 3D spinge l'odontoiatria verso la definitiva trasformazione digitale. Personalmente, la stampante 3D è parte integrante del mio flusso di lavoro quotidiano: è uno strumento indispensabile nella mia clinica, del quale non potrei fare a meno. Simili sono le considerazioni di molti odontotecnici di successo, titolari di laboratori "digitali", e profondamente innamorati della stampa 3D. Vediamo perciò di approfondire questo argomento.

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#MAKE!

LE STAMPANTI 3D

Protocolli operativi in Odontostomatologia e Odontotecnica



Dott. Mauro Fazioni [1], Dott. Roberto Molinari [2], ODT Andrea Lombardo [3]

1. *Odontoiatra libero professionista a Verona, autore di numerose pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali su argomenti di implanto-protesi, diagnostica radiologica tridimensionale e restaurativa estetica diretta con metodiche CAD/CAM. Relatore a numerosi convegni e conferenze in Italia e all'estero.*
2. *Odontoiatra libero professionista a Mantova, si occupa da anni di divulgazione scientifica e partecipa attivamente, sia come relatore che come organizzatore, a numerosi corsi in Italia ed all'estero, sul tema protesi estetica e sull'implantologia. Tiene corsi di formazione per odontoiatri sul corretto ed efficace utilizzo delle tecniche CAD/CAM su denti naturali ed impianti.*
3. *Odontotecnico, specializzato in estetica e metodiche digitali.*

I metodi digitali in odontostomatologia e odontotecnica sono la base delle più importanti innovazioni nei protocolli clinici e di laboratorio. La scansione del modello in gesso è una pratica quotidiana fondamentale per la progettazione protesica con software oggi sempre più evoluta e performante. La scansione intraorale, oggi metodo consolidato, apre la strada ai protocolli full digital in tutte le specializzazioni. Ortodonzia Digitale, Pianificazione Protesica, Pianificazione Chirurgica, Restaurativa. Lo studio dentistico ed il laboratorio odontotecnico sono e saranno sempre più connessi, integrati, e grazie ai moderni software avranno a disposizione sempre più strumenti utili nella diagnosi, decisione clinica e metodi qualitativi di produzione. Fino a poco tempo fa i metodi sottrattivi (fresaggio) erano alla base degli strumenti di output. Fresatori di ogni genere sono in grado di offrire restauri realizzati con tutti i materiali. Metallo, zirconia, vetroceramiche, compositi a base ceramica sono i principali materiali utilizzabili con questi fresatori. Il processo di realizzazione attraverso il fresaggio garantisce un processo qualitativo standardizzato che assicura proprietà meccaniche e tecnologiche elevate al restauro prodotto. I limiti dei metodi sottrattivi (fresatori), come la dipendenza dalla definizione degli assi di inserzione e il fresaggio stesso, oltre a processi di post-produzione lunghi e complessi, hanno spinto da qualche tempo l'introduzione dei metodi additivi (stampa 3D) che sopperiscono a questi limiti, non essendo vincolati all'uso di utensili (frese) nella fase di produzione. Le stampanti 3D oggi rappresentano una tecnologia avanzata, utile all'odontotecnico e al clinico per amplificare processi produttivi anche complessi dal punto di vista morfologico, senza limiti geometrici, garantendo l'ottenimento di elevata precisione senza interventi di adattamento lunghi e complessi. Le stampanti 3D stereolitografiche (SLA) sono oggi il riferimento dal punto di vista della precisione, della generazione di superfici lisce ad altissima risoluzione, estremamente accurate anche in morfologie complesse, ottenibili grazie a un processo di polimerizzazione punto a punto. Questa caratteristica permette, inoltre, una definizione del colore non vincolata a strati precostituiti, e l'ottenimento di restauri complessi anche con gradienti di colore pianificati (tecnologia PhotoshadeTM). Di seguito una proposta di protocollo clinico dove i metodi additivi (stampa 3D SLA) associati alla progettazione software hanno rappresentato una semplificazione di una riabilitazione estetica complessa.

CASO CLINICO

La paziente, di 45 anni, si presentava alla nostra attenzione con esiti di ricostruzioni frontali e posteriori improprie, su smalto affetto da amelogenesi imperfetta. Abbiamo eseguito esame obiettivo ed i seguenti esami strumentali:
- scansione intraorale con scanner Primescan® Dentsply Sirona (Fig. 1)
- CBCT Orthophos SL 3D.

In seguito alla scansione intraorale, utilizzando un software di smile design, è stata fatta una valutazione morfologica preliminare dei risultati ottenibili (Fig. 2,3), successivamente integrata nella modellazione di un software di ricostruzione protesica (Fig. 4). Dopo questa simulazione è stato scelto un piano di cura, che prevedeva l'uso di allineatori per riconfigurare la morfologia dell'arcata, e successivamente la preparazione conservativa degli elementi dentari guidata dal mock-up stampato in bocca. La stampa 3D con XFAB 2500® di DWS (Fig. 5) ha rappresentato un'utile interfaccia dove l'impronta intraorale con la ceratura diagnostica ha offerto un mock-up integrato in poco tempo (Fig. 6). Così facendo, in una singola seduta e con pochi passaggi di realizzazione del digital mock-up, abbiamo proposto il prototipo del modello stampato in resina DWS RD097® e resina DWS Temporis® per i restauri sui denti della paziente (Fig. 7).



Fig.1. Scansione intraorale con scanner Primescan® di Dentsply Sirona.



Fig. 2. Fotografie della situazione iniziale. Utilizzando un software di pianificazione protesica di smile design, è stata fatta una valutazione morfologica preliminare dei risultati ottenibili.



Fig. 5. Le potenti stampanti 3D di DWS, rispettivamente XFAB 2500® ed XFAB 3500 PD®.



Fig. 3. Dettaglio della valutazione morfologica preliminare con software di smile design.



Fig. 6. Stampa 3D del modello e del mock-up in silicone stampato.

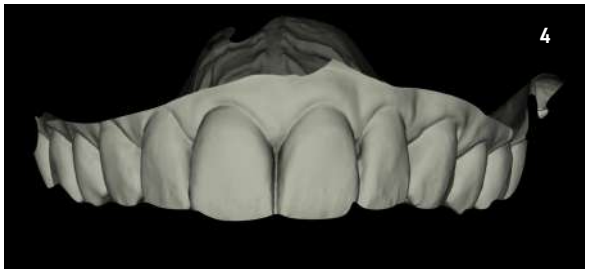


Fig. 4. I dati emersi dalla valutazione preliminare sono stati importati in software di modellazione protesica.



Fig. 7. La stampa in bocca del progetto protesico.

Questo passaggio diventa utile per una serie di motivi: la paziente ha una preview della proposta morfologica; è possibile una valutazione della dimensione verticale. Il mock-up stampato, infine, diventa una guida alla preparazione conservativa dei denti (Fig. 8) riducendo al minimo lo spessore rimosso di smalto o dentina. In ultima, l'impronta intraorale con le preparazioni stampate (Fig. 9) offre al tecnico un utile strumento per la realizzazione dei restauri definitivi (Fig. 10) e la loro finalizzazione estetica (Fig. 11,12).



Fig. 8. L'uso intraorale del mock-up.



Fig. 10. I restauri adattati sul modello prototipato.

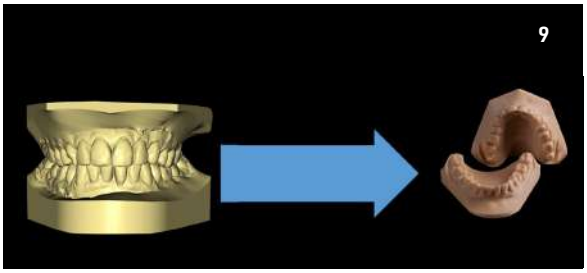


Fig. 9. Impronta intraorale con le preparazioni stampate.



Fig. 11. I restauri finiti.



Fig. 12. Il risultato estetico finale è pienamente soddisfacente.



L'APPROFONDIMENTO

#MAKE!

LE STAMPANTI 3D

Storia, tecnologia, fattori rilevanti ed applicazioni in odontoiatria

Dr. Francesco Mangano, DDS, PhD, FICD

La stampa 3D è ormai entrata prepotentemente nel mondo odontoiatrico. Le due principali metodiche di stampa 3D impiegate ad oggi da dentisti ed odontotecnici sono la stereolitografia (da "stereolitography", SLA) ed il digital light processing (DLP). Queste tecniche produttive sono state ideate alla fine degli anni '80, rispettivamente da Charles "Chuck" Hull nel 1986 (SLA) e da Larry Hornbeck nel 1987 (DLP). Nella stereolitografia, un raggio laser nello spettro dell'ultravioletto cura (e cioè, solidifica) delle resine fotoattive. Nel digital light processing, invece, è un proiettore di luce a curare le resine. I due metodi pertanto differiscono per la fonte luminosa utilizzata: laser (SLA) contro luce strutturata (DLP). È subito intuitivo come il secondo metodo possa essere più veloce, dal momento che il proiettore ha dimensioni maggiori rispetto allo spot del laser, e pertanto può "curare" (solidificare) più resina in un minor tempo. La velocità è importante, soprattutto per chi deve produrre molto, come un grande laboratorio. Ma qual è la tecnica più accurata? Non è facile rispondere a questa domanda. Oggi vi è una grande confusione, generata da un uso improprio della terminologia e dalla fortissima spinta commerciale, che porta le aziende a contendersi un mercato sempre più interessato alla stampa 3D, come quello del dentale. Effettivamente, la stampa 3D rappresenta una rivoluzione in ambito produttivo, che nel nostro settore è probabilmente soltanto all'inizio. Grazie alla stampa 3D possiamo infatti generare velocemente prototipi, abbattendo i costi produttivi; possiamo altresì fabbricare oggetti estremamente complessi, come geometrie generative o curve frattali, difficili da riprodurre attraverso tecniche convenzionali. Inoltre, possiamo fare oggetti cavi al loro interno, e quindi più leggeri, "salvando" una grande quantità di materiale. Questo permette di risparmiare durante la produzione, ed è senz'altro buona cosa. Potenzialmente, la stampa 3D potrebbe addirittura modificare la produzione di massa: molti oggetti non saranno più prodotti in gran numero per poi finire, come a volte accade, invenduti. Saranno prodotti esclusivamente su ordinazione: ciò permette a chi produce di risparmiare. Secondo alcuni, infine, un vantaggio determinato dalle tecniche di produzione additiva sarebbe dato dalla "ecosostenibilità" dei processi, con beneficio per l'ambiente. In effetti, produrre oggetti più leggeri è ecosostenibile. È vero infatti che, ad esempio nel settore aereospaziale, un velivolo fatto di componenti più leggere pesa meno e permette di consumare meno carburante quando vola. Ciò determina un beneficio per l'ambiente. Allo stesso modo, produrre solo quello che serve localmente, evitando di spostare grandi quantità di merci da una parte all'altra del mondo, permette di inquinare meno. Tuttavia, è bene ricordare che anche nel nostro ambito, le resine di scarto non solidificate andrebbero raccolte e smaltite come rifiuti speciali, e non semplicemente buttate nel lavandino. Occorre in questo senso informare tutti coloro che acquistano una stampante 3D, perché tanto maggiore sarà la diffusione di questi macchinari, tanto più grande sarà questo problema. Certo non tutte le stampanti oggi presentano una vaschetta aperta, e molte (soprattutto quelle pensate per i dentisti e per il chairside) lavorano con delle cartucce chiuse, simili a quelle delle stampanti da ufficio, e che possono essere smaltite più facilmente. Ma lasciamo da parte queste considerazioni e torniamo alle più note tecniche di stampa in odontoiatria: SLA e DLP. Nell'SLA, come abbiamo detto, un raggio laser è proiettato sulla vaschetta contenente la resina da curare: esso è guidato alle coordinate richieste grazie a specchi e lenti. Il meccanismo è semplice: lo spot del laser cura la resina solo dove serve, lasciando liquida quella che non va solidificata, in accordo al progetto di stampa. Nella DLP, invece, un proiettore di luce emette una fonte luminosa verso la vaschetta della resina; in questo caso, la luce è diretta sulla resina tramite un dispositivo denominato "digital micromirror device" (DMD). Che cosa è il DMD? Il DMD è un complesso sistema di micro-specchi in

alluminio, ciascuno dei quali può dirigere un "pixel" di luce polimerizzante sulla resina, per curarla. In pratica, il DMD è un sistema fine che permette di dirigere la luce sulla resina in alcuni punti, laddove serve curare, e di allontanarla invece da quei punti che non vanno curati. Infatti, il movimento di questi piccolissimi specchi (10- 12° massimo) determina la loro abilità di "aprire" ("on") o "chiudere" ("off") al passaggio della luce, secondo un codice di controllo binario. Pertanto, se lo specchio è in posizione "on", il pixel di luce sarà proiettato sulla vasca di resina e la curerà; viceversa, se è "off", la luce sarà deviata altrove, in genere su una superficie assorbente. Come abbiamo già accennato, la tecnica DLP, come la variante LCD (dove un monitor proietta un'intera immagine direttamente sulla vasca di resina) è potenzialmente più veloce della SLA, perché riesce a "sparare" abbastanza luce da realizzare uno strato in una volta sola; il laser invece deve muoversi parecchio per poter completare uno strato. Tuttavia, velocità non significa accuratezza. E dell'accuratezza delle stampanti 3D attualmente in commercio si sa ben poco, perché non esistono – o quasi – studi che comparino effettivamente l'accuratezza dei modelli, ad esempio, prodotti dalle diverse stampanti ad uso odontoiatrico. In effetti, parlare di "accuratezza" di una stampante può essere un errore: il termine "accurato" dovrebbe semmai riferirsi agli oggetti (modelli dentati, corone, ponti, dime chirurgiche) prodotti dalla stessa. Infatti le stampanti hanno in uso diverse resine, proprietarie e non, che vengono curate attraverso differenti protocolli. Ed è intuitivo come l'accuratezza dei nostri oggetti possa essere determinata anche dalle resine impiegate per la stampa, con possibili differenze tra i materiali. In generale, la stampante 3D dovrebbe essere vista come un'orchestra, poiché non è mai un singolo elemento a determinare l'accuratezza dell'oggetto che andiamo a stampare: ci sono infatti una moltitudine di fattori importanti da considerare. Tra questi, ricordiamo la fisica della luce e la sua propagazione, la chimica della resina utilizzata e la sua polimerizzazione, l'elettronica dei pannelli (DLP ed LCD) e del laser (SLA), le lenti e gli specchi, la meccanica di avanzamento e/o rotazione del sistema, e naturalmente il software, vero e proprio cuore della stampante ed "armonizzatore" dei processi. Ecco spiegato come mai la determinazione dell'accuratezza dei processi di stampa non sia affatto facile. Curiosamente, l'argomento che viene utilizzato più spesso dai venditori per convincere il dentista (o l'odontotecnico) a comprare è quello della risoluzione, erroneamente confusa con l'accuratezza. Le aziende dichiarano infatti due dati: quello della risoluzione sull'asse XY e quello della risoluzione sull'asse Z, come elementi chiave nella definizione della qualità di una stampante. In realtà, il concetto di risoluzione sull'asse Z potrebbe essere semplificato come minimo avanzamento possibile in Z; purtroppo, la coincidenza di questo minimo avanzamento con lo spessore minimo del layer è ideale, e tutto da dimostrare (bisogna considerare infatti la variabile materiale). D'altra parte, il concetto di risoluzione sull'asse XY è valido solamente per le stampanti LCD. Per le stampanti SLA e DLP, infatti, bisognerebbe parlare di minima dimensione della fonte di luce. La minima dimensione della fonte di luce è nelle stampanti SLA il laser spot; nel caso delle stampanti DLP, invece, è dato dalle dimensioni dei micro-mirrors. Idealmente, la minima dimensione della fonte di luce dovrebbe corrispondere alla dimensione minima stampabile; purtroppo però è un esercizio di stile, perché poi subentra la variabile materiale. Pertanto, possiamo dire con forza che la risoluzione dichiarata dalla stampante non garantisce l'accuratezza degli oggetti che andiamo a stampare: tante infatti sono le variabili che entrano in gioco, dalle componenti della macchina ai materiali utilizzati, fino al post-curing. Infatti, in molti casi, è indispensabile polimerizzare gli oggetti che abbiamo stampato (per esempio i modelli dentati, ma anche i restauri protesici) ciò soprattutto per stabilizzare l'insieme e ridurre le deformazioni che possono verificarsi nel tempo. Chi ha familiarità con la stampanti 3D sa, per esempio, che le dime chirurgiche devono essere utilizzate clinicamente non oltre le 3 settimane dalla stampa, altrimenti vi è il rischio concreto di un cattivo adattamento delle stesse. Allo stesso modo, i modelli dentati devono essere correttamente polimerizzati in un forno dedicato, generalmente certificato dalla stessa casa produttrice della stampante. Ciò per evitare distorsioni nel tempo. Nessuna resina si comporta come il gesso, e le resine costano: è pertanto consigliabile utilizzarle al meglio, ed evitare di stampare più volte gli stessi modelli. Ma quali sono, ad oggi, le applicazioni della stampa 3D in odontoiatria? Personalmente, utilizzo con soddisfazione la stampa 3D in chirurgia, protesi ed ortodonzia. Stampare non è affatto difficile: una volta che si è compreso come posizionare i modelli (files STL che vengono esportati direttamente dai vari software di CAD) sulla plate all'interno del software di CAM, e come supportarli adeguatamente (per evitare il distacco degli stessi durante il processo di stampa) il gioco è fatto. È addirittura divertente. Recentemente, poi, le aziende hanno ulteriormente semplificato i processi di stampa, rendendoli accessibili a tutti. La mia scelta è ricaduta, ad oggi, su una stampante SLA professionale, in quanto la mia esigenza è quella di stampare oggetti estremamente accurati ed i miei volumi produttivi sono contenuti rispetto a quelli di un grande laboratorio odontotecnico. Non mi interessa essere veloce, ma mi concentro esclusivamente sulla qualità di stampa, che pretendo essere elevata. In chirurgia, stampo le mascherine chirurgiche (Fig.1A, B, C) che impiego per il posizionamento di impianti dentari, in tutti i casi, anche per gli impianti singoli. L'accuratezza delle dime chirurgiche stampate in 3D è elevata e permette oggi di inserire gli impianti in pieno accordo al progetto chirurgico, e cioè nella posizione, inclinazione e profondità desiderate. Il tutto in sicurezza, e con un approccio minimamente invasivo, perché flapless. Ulteriori campi di applicazione della stampa 3D in chirurgia sono quelli della stampa del titanio (per la fabbricazione di impianti custom-ma-

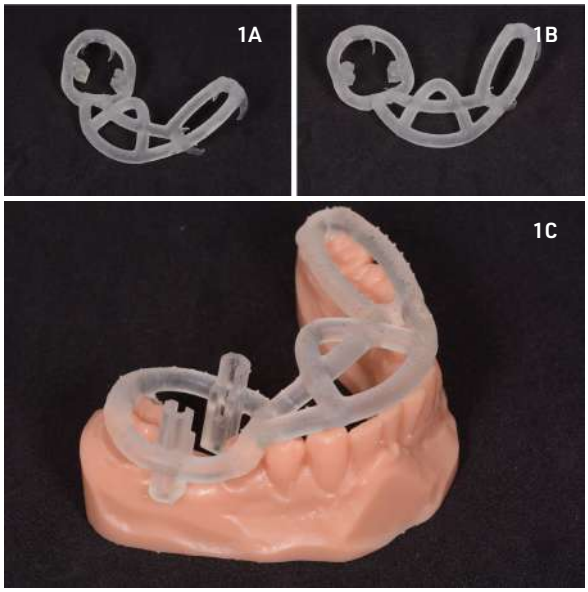


Fig. 1. (A, B) Dima chirurgica open-frame, sleeveless (TwingGuide®, 2Ingis, Brussels, Belgio) stampata con tecnica SLA da stampante professionale (XFAB 3500PD®, DWS Systems, Thiene, Vicenza) usando un materiale dedicato (DS3000®, DWS Systems, Thiene, Vicenza). Queste dime chirurgiche sono estremamente accurate e stabili (C), sia sui modelli stampati con resina Precisa RD097® (DWS Systems, Thiene, Vicenza) sia in bocca, e per la loro particolare struttura priva di boccola, permettono di lavorare con frese di lunghezza standard (il chirurgo non ha la necessità di acquistare dei kit chirurgici dedicati alla guidata, con frese lunghe). Infatti è il manipolo chirurgico (e non la fresa) a venire guidato durante la chirurgia, grazie ad un particolare adattatore. Le guide (slots) per l'adattatore sono laterali alla cresta ossea, e non al di sopra di essa: ciò permette di lavorare nei settori posteriori di pazienti dentati, normalmente inaccessibili con i sistemi convenzionali. Inoltre, il chirurgo vede l'area dell'intervento, e può preservare la mucosa cheratinizzata sollevando un piccolo lembo; l'irrigazione è garantita efficacemente e l'impianto può essere inserito evitando qualsiasi contatto con le componenti della dima.

de, siano essi endossei o iuxta-ossei, o di meshes personalizzate per la guided bone regeneration) e dei ceramici (per la realizzazione di scaffolds custom-made per la rigenerazione ossea, a base di idrossiapatite e beta tricalcio fosfato). Tali applicazioni, tuttavia, richiedono macchinari industriali dal costo non facilmente accessibile a studi dentistici e laboratori odontotecnici. E naturalmente, diverse tecniche produttive. Recentemente, sono comparse macchine in grado di stampare restauri in zirconia. Benchè non vi sia ancora sufficiente letteratura sull'argomento, si tratta di una innovazione tecnologica affascinante che potrà modificare i processi produttivi dei grandi laboratori odontotecnici. In protesi, ad oggi, la stampa 3D permette di produrre non solo modelli (Fig. 2) ma anche restauri provvisori (Fig. 3) a breve e lunga durata; sia i modelli che i restauri provvisori devono essere polimerizzati in forno dedicato, per essere pronti all'uso. Già oggi, inoltre, cominciano a comparire i primi lavori scientifici sulle protesi totali stampate in 3D. Tutto è pronto a livello di CAD, ma non tutte le stampanti ancora dispongono delle resine adeguate. Personalmente, trovo utile stampare delle repliche delle barre per le overdentures supportate da impianti: quando si lavora con impronta ottica da scanner intraorale, è bene infatti verificare il passive fitting della sovrastruttura (Fig. 4), prima che essa venga fresata definitivamente in metallo o in PEEK. Infine, in ortodonzia è possibile stampare bites, placche, guide per il posizionamento dei brackets e anche allineatori. Le possibilità sono tante, e andranno a crescere insieme con lo sviluppo di nuovi materiali. Non è difficile prevedere come ben presto ogni studio dentistico ed ogni laboratorio odontotecnico saranno dotati di una o più stampanti 3D.



Fig. 2. I modelli stampati con macchina professionale SLA sono estremamente accurati, riproducono la superficie dei denti in dettaglio, e sono pertanto ideali anche per le applicazioni protesiche.



Fig. 3. La resina Temporis® (DWS Systems, Thiene, Vicenza) viene utilizzata per la stampa di corone e ponti provvisori. I provvisori devono essere polimerizzati e caratterizzati.



Fig. 4. Per verificare l'adattamento di una sovrastruttura protesica nel paziente completamente edentulo, è possibile utilizzare la resina DS3000® (DWS Systems, Thiene, Vicenza), normalmente impiegata per le guide chirurgiche. Quando si lavora con impronta ottica da scanner intraorale, è bene infatti verificare il passive fitting della sovrastruttura, prima che essa venga fresata definitivamente in metallo o in PEEK [Questa immagine è presa dall'articolo "Combining Intraoral and Face Scans for the Design and Fabrication of Computer-Assisted Design/Computer-Assisted Manufacturing (CAD/CAM) Polyether-Ether-Ketone (PEEK) Implant-Supported Bars for Maxillary Overdentures" di Mangano F, Mangano C, Margiani B, Admakin O, pubblicato sulla rivista Scanning 2019 Aug 22; 2019: 4274715].

DALLA LETTERATURA #MAKE!

Corone in zirconia stampate in 3D

Una nuova opportunità per dentisti e laboratori odontotecnici?

Dr. Francesco Mangano, DDS, PhD, FICD

Un recente lavoro in vitro, pubblicato sul Journal of Prosthetic Dentistry

Wang W, Yu H, Liu Y, Jiang X, Gao B.
Trueness analysis of zirconia crowns fabricated with 3-dimensional printing.
J Prosthet Dent. 2019; 121 (2): 285-291

ha tra i primi preso in esame la fabbricazione di restauri definitivi in zirconia attraverso stampa 3D. Il principale metodo di produzione delle corone protesiche definitive in zirconia monolitica rimane infatti ad oggi la fresatura, attraverso classico CAD/CAM. Tuttavia, lo spreco del materiale che rimane nella cialda è un aspetto che ha portato gli autori di questo lavoro a considerare l'impiego della stampa 3D per la produzione di corone in zirconia. Data l'assoluta mancanza di evidenza in letteratura sulla stampa 3D della zirconia, gli autori hanno voluto analizzare l'accuratezza di corone stampate in 3D in zirconia, versus quella dei restauri fresati convenzionalmente. Veniva preparato un dente su un modello typodont e dopo scansione, il laboratorio modellava una corona in CAD. Tale corona veniva quindi realizzata in zirconia, sia con stampa 3D (Ceramaker 900®, 3D Ceram, Limoges, Francia) che con tradizionale fresatura (DWX-50®, DGSHAPE, a Roland company, Hamamatsu, Giappone), in diverse copie. Le corone realizzate attraverso le due metodiche venivano quindi scansionate usando uno scanner per laboratorio odontotecnico (D810®; 3Shape, Copenhagen, Danimarca) e i dati raccolti per ciascuna corona erano divisi in 4 parti (allo scopo di investigare l'accuratezza della superficie esterna, interna, dei margini e del tavolato occlusale). Ciascuna delle scansioni era quindi sovrapposta al file originale CAD della modellazione, per mezzo di software di reverse engineering: questo per poter determinare quantitativamente e qualitativamente l'accuratezza dei restauri, nelle diverse parti. L'accuratezza delle corone fabbricate con i due diversi metodi veniva quindi confrontata per mezzo di test statistico. Al termine dello studio, emergeva come l'accuratezza di corone stampate in 3D non fosse inferiore a quella riportata per le corone fresate. Gli autori concludevano pertanto che le corone stampate in 3D erano in grado di soddisfare i requisiti di accuratezza necessari all'uso clinico. Naturalmente, i risultati di questo lavoro in vitro vanno considerati preliminari, e benchè interessanti, numerosi altri lavori saranno necessari per poter certificare adeguatamente le proprietà fisico-meccaniche di restauri protesici in zirconia stampati in 3D. Nonostante l'assenza di una adeguata letteratura scientifica a supporto dell'applicazione clinica della stampa 3D dei restauri protesici in zirconia, anche un'altra azienda importante come l'austriaca Lithoz (Vienna, Austria) ha da poco messo sul mercato la potente stampante 3D CeraFab 7500 Dental®, destinata appunto al mercato dentale. Tale stampante, oltre a permettere la fabbricazione additiva di restauri protesici in zirconia, è in grado di stampare custom-made scaffolds in idrossiapatite e beta-tricalcio fosfato, materiali sintetici per la rigenerazione ossea. Lo sforzo della ricerca dovrà essere orientato alla validazione di questi nuovi potenti macchinari, dei nuovi protocolli e materiali: il futuro bussa alle nostre porte.

DENTAL TECH
PAGINE DI
ODONTOIATRIA
DIGITALE

08
19

1 IL CASO CLINICO
Trattamento "full digital" di inestetismi e diastemi con preparazioni minimamente invasive

2 L'APPROFONDIMENTO
Disilicato o zirconia? Traslucenza o resistenza? Davide o Golia?

3 DALLA LETTERATURA
Impianti in zirconia. Una nuova opportunità per la chirurgia implantare?

#DONE!

Il metal-free

La rivoluzione dei materiali in Odontoiatria Digitale



Dr. Francesco Mangano
DDS, PhD, FICD*

**Professore, Digital Dentistry, Sechenov University, Mosca, Russia; Section Editor, BMC Oral Health, Digital Dentistry; Socio Fondatore e membro del Board of Directors, Digital Dentistry Society (DDS); Fellow dell'International College of Dentists (ICD); Autore di 105 pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Pubmed e ad elevato impact factor; Esercita la libera professione a Gravedona (Como), dedicandosi esclusivamente all'Odontoiatria Digitale.*

Cari Amici e Colleghi,

è per me un piacere ritrovarvi all'interno del progetto #SCANPLANMAKEDONE, spazio che INFODENT dedica ogni mese all'Odontoiatria Digitale. All'interno di questo spazio trovate casi clinici, approfondimenti e reports dalla letteratura, il tutto su diversi argomenti connessi all'impiego delle tecnologie digitali in odontoiatria. In questo ultimo numero dell'anno affrontiamo il capitolo del metal-free, che rappresenta uno degli aspetti più interessanti in odontoiatria digitale. Il metal-free è infatti un approccio che va affermandosi sempre più in odontoiatria, non solo per la finalizzazione del caso protesico (#DONE!), ma anche in chirurgia ed ortodonzia. Come emerso infatti da indagini di mercato, la richiesta da parte degli odontoiatri di restauri protesici metal-free è più che raddoppiata negli ultimi 10 anni; ciò ha determinato una trasformazione profonda nei laboratori odontotecnici, sempre più orientati al CAD/CAM e conseguentemente alla tecnologia. In questo numero il Prof. Fernando Zarone, uno dei massimi esperti mondiali sull'argomento, presenta un caso clinico ed approfondisce queste tematiche, con particolare riferimento alla zirconia ed al disilicato di litio. Si tratta di materiali eccezionali, sempre più compatibili ed estetici, che cambiano il mondo di fare protesi, ma che richiedono nuove conoscenze. Naturalmente, l'approccio "metal-free" non è solo protesico. In chirurgia, ad esempio, vanno diffondendosi gli impianti in zirconia. Di fronte ad una scelta del genere, l'odontoiatra è posto di fronte a nuove sfide, perché si tratta di un materiale completamente diverso dal titanio. Parimenti, in ortodonzia i nuovi materiali forniscono allo specialista soluzioni alternative. In ultima analisi, il metal-free rappresenta uno dei cardini e principi fondanti della rivoluzione digitale. È ciò che ha sempre sostenuto un grande Maestro dell'Odontoiatria Digitale, un genio in grado di precorrere i tempi, che purtroppo ci ha lasciati prematuramente e non è più con noi: il Prof. Aldo Macchi dell'Università di Varese. Il Prof. Aldo Macchi è stato per me, per tanti anni, un punto di riferimento ed una guida. Eravamo molto diversi, ma mi ha insegnato tantissimo, e mi ha trasmesso una infinita passione per questo argomento. Nel 2013, il Prof. Macchi ha creduto nell'ambizioso e folle progetto di un Master di II livello in Odontoiatria Digitale, che abbiamo realizzato insieme, primi al mondo, con Carlo Mangano ed un gruppo di giovani entusiasti. Quel Master è stato un laboratorio di idee, una straordinaria esperienza umana, un'importante occasione di confronto con i migliori professionisti al mondo. Oggi quel Master va avanti, dopo tante edizioni di grande successo, portato avanti dai suoi migliori allievi; e sono certo continuerà a rappresentare un punto di riferimento per tanti colleghi che vogliono formarsi nel digitale.

Francesco Mangano

IL CASO CLINICO

#DONE!

TRATTAMENTO "FULL DIGITAL" DI INESTETISMI E DIASTEMI CON PREPARAZIONI MINIMAMENTE INVASIVE

Protocolli operativi in Odontostomatologia e Odontotecnica



Prof. Fernando Zarone[1], Sig. Luigi De Stefano[2]

1. Professore Ordinario di Protesi, Materiali Dentali, Tecnologie di Laboratorio e Protesi Implantare, responsabile del reparto di Protesi presso il Dipartimento di Neuroscienze, Scienze Riproduttive ed Odontostomatologiche presso l'Università Federico II di Napoli. Insegna nei Corsi di Laurea di Odontoiatria e Protesi Dentale, Igiene Orale, oltre a vari corsi post-laurea, Master, Dottorati, Formazione continua. Relatore nei più prestigiosi congressi nazionali ed internazionali, è autore di numerose pubblicazioni su riviste peer-reviewed ad elevato impact factor, su tematiche di estetica dentale, biomeccanica restaurativa e protesi implantare, con particolare attenzione ai nuovi materiali e tecnologie produttive (odontoiatria digitale, metal-free, procedure CAD/CAM).
2. Odontotecnico, specializzato in estetica e metodiche digitali, titolare del laboratorio De Stefano & C.

Il presente caso clinico illustra il trattamento "full digital" di un caso di inestetismi e diastemi, attraverso preparazioni minimamente invasive.



Fig. 1. Situazione intraorale iniziale. La presenza di diastemi importanti e di evidenti disarmonie morfologiche coronali ha spinto questa giovane ragazza a rivolgersi allo specialista per migliorare il suo sorriso, richiedendo espressamente una terapia che non fosse eccessivamente prolungata o aggressiva. Alla paziente è stato inizialmente spiegato che, per un risultato ottimale, sarebbe stata necessaria la correzione preliminare della posizione dei denti attraverso un'adeguata terapia ortodontica, magari con allineatori, minimizzando così l'intervento restaurativo sugli elementi dentari. Dopo lunghe discussioni, la paziente ha ribadito di non essere disponibile ad affrontare terapie prolungate ed ulteriormente dispendiose, con la consapevolezza di approdare ad una soluzione di compromesso.



Fig. 2. Prima di qualunque intervento, è stata realizzata alla poltrona una rapida previsualizzazione del possibile risultato estetico, utilizzando il software Dental Desktop Smile Design (3Shape, Copenhagen, Denmark), grazie alla quale sono stati evidenziati nuovi volumi, forme, disposizioni e simmetrie dentali, facendo notare alla paziente che, in assenza di ortodonzia, la linea mediana inferiore sarebbe comunque rimasta fuori centro.



Fig. 3. In seguito, attenendosi alle morfologie proposte nel "digital smile", è stato effettuato un "mock-up" intraorale indiretto, con sei elementi in PMMA fresato fresatore DWX-50 (DGSHAPE a Roland Company, Hamamatsu, Giappone) uniti tra loro, da utilizzare in seguito come restauri provvisori, ottenendo dalla paziente un entusiastico consenso.



Fig. 4. Le preparazioni sono state effettuate nel settore antero-superiore da canino a canino con approccio mini-invasivo, preservando smalto sano su tutta la superficie ed ai margini delle preparazioni, per garantire adesione ottimale e longevità dei restauri.

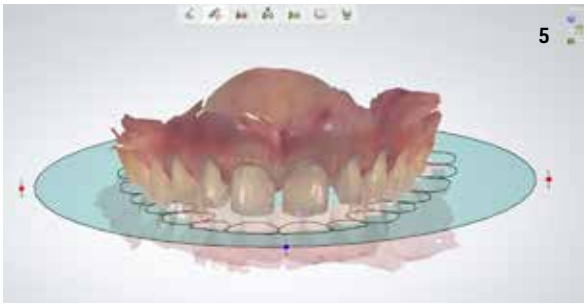


Fig. 5. Al termine delle preparazioni sono state realizzate le scansioni intraorali delle arcate dentarie di cui in figura si evidenzia l'allineamento del piano occlusale in ambiente CAD (Dental System Premium 3Shape, Copenhagen, Denmark). Data la cospicua modifica di forme e volumi, si è optato per disilicato di litio, stratificato, preferendolo alla ceramica feldspatica in virtù della maggiore resistenza alla flessione.

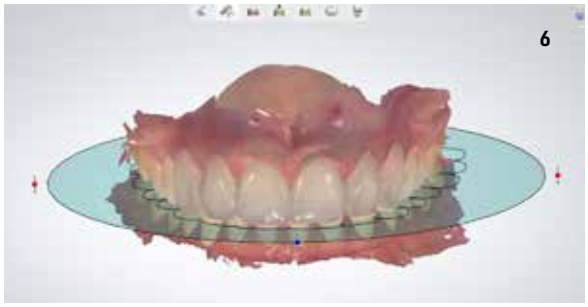


Fig. 6. Controllo di riferimento con la scansione intraorale del mock-up.







Figg. 7-8-9. Progettazione digitale dei sottili gusci attraverso il cut-back per le masse ceramiche.

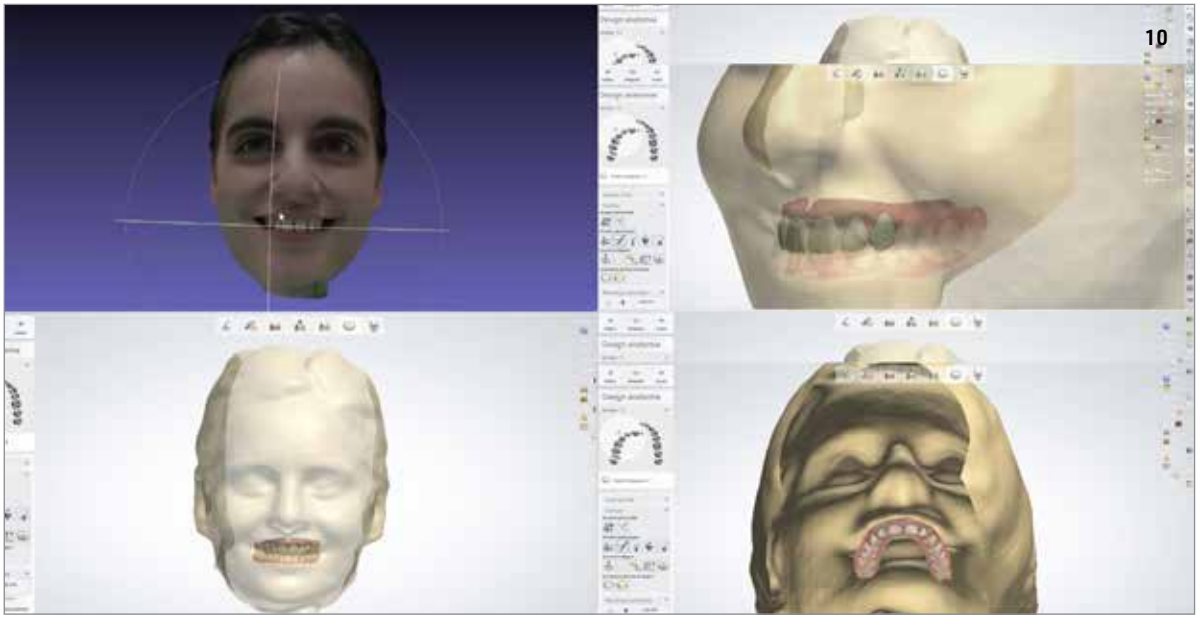


Fig. 10. Per le fasi di progetto CAD si è rivelata particolarmente utile la scansione del volto della paziente, realizzata con iPhone X (Apple, Cupertino, USA) e software Bellus 3D (Silicon Valley, USA), che è stata allineata alle scansioni intraorali, al fine di ottimizzare l'interazione tra studio e laboratorio.

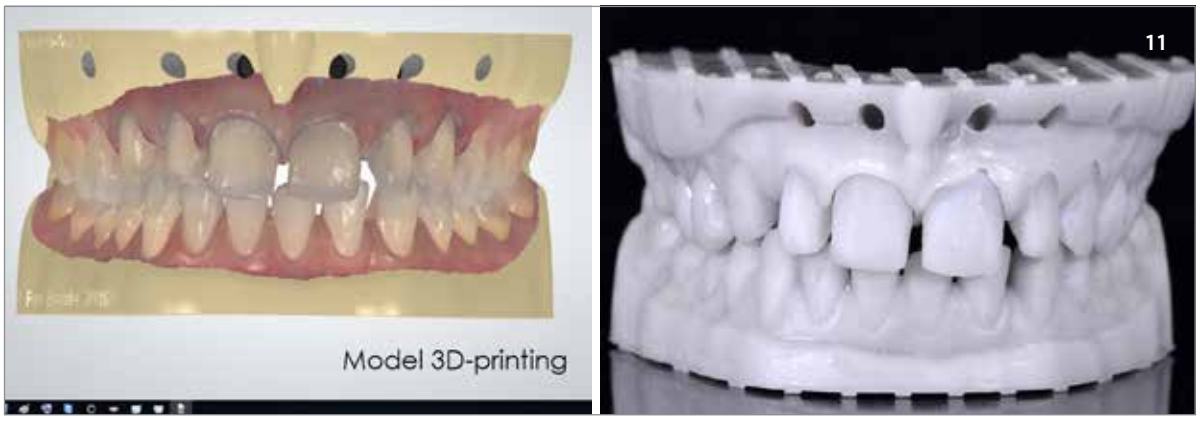
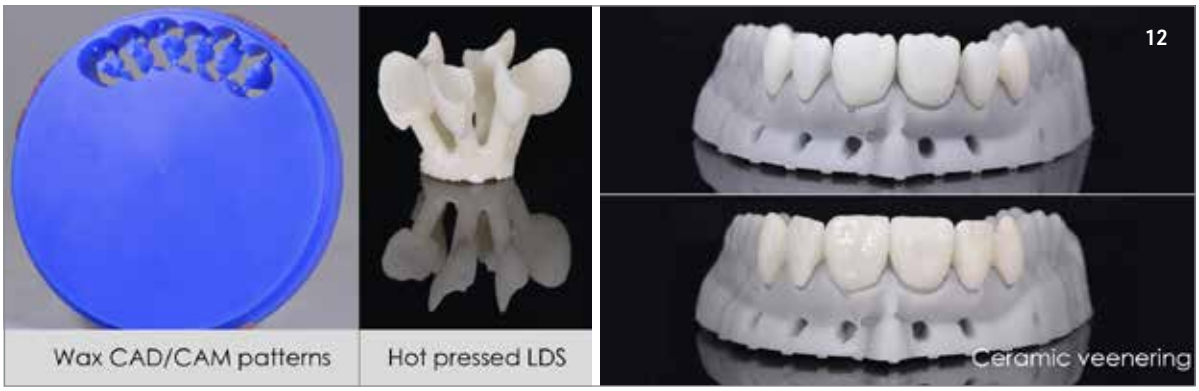


Fig. 11. Progettazione di un modello digitale con elementi carotati sfilabili e sua realizzazione con stampante 3D DWS XFAB 2500 e resina Invicta 917 (DWS, Thiene, Italia), che servirà a consentire la stratificazione delle masse ceramiche.



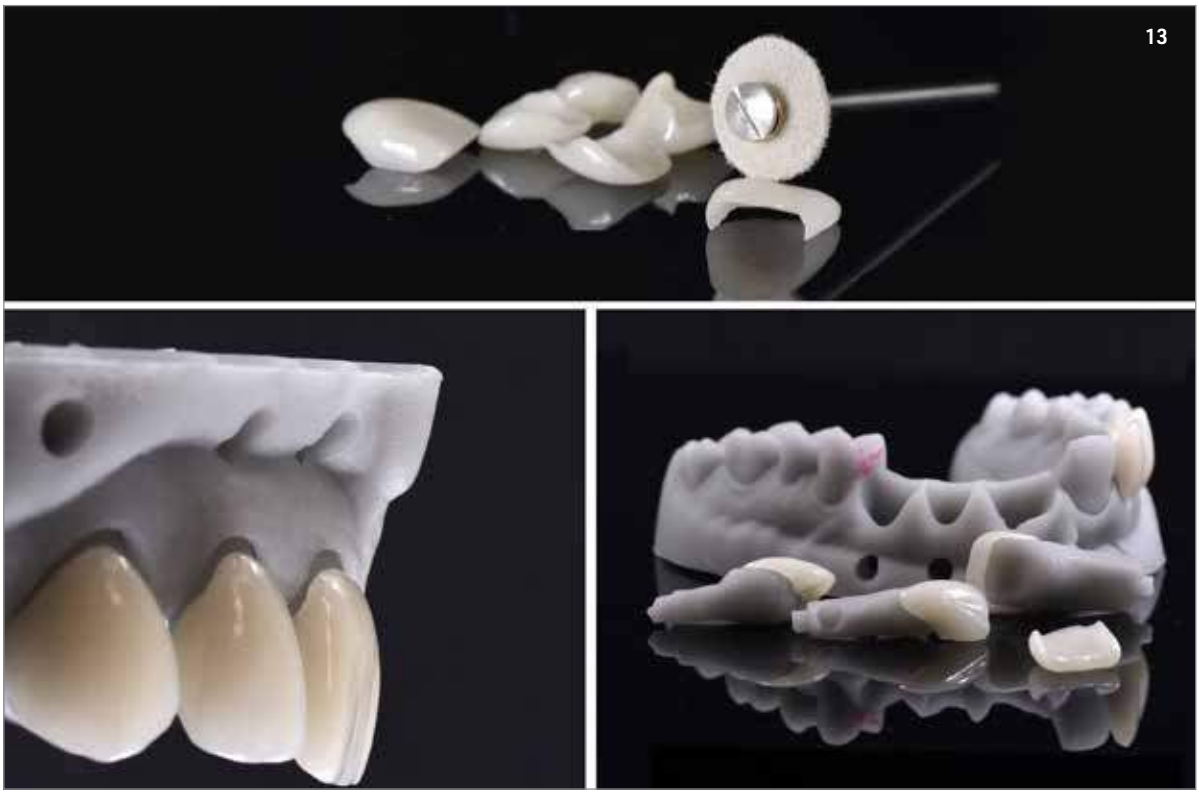


Fig. 12,13. I restauri vengono fresati CAD CAM da un disco di cera calcinabile, già collegati ai canali di colata per il posizionamento sulla basetta di pressatura. I modellati in cera vengono in seguito sottoposti a presso-fusione, selezionando pellet ad alto valore e traslucenza (e-Max Press, Value 2, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Le veneers vengono infine stratificate con ceramica eMax Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e finalizzate con trattamenti meccanici di superficie, con feltrini imbibiti di pasta diamantata (Renfert Dia-Finish, Renfert, Hilzingen, Germany), per ottenere la brillantezza desiderata.







Fig. 14, 15 e 16. I restauri sono stati infine cementati adesivamente (Panavia V5 - Kuraray Noritake, Tokio, Japan). Le immagini mostrano una nuova armonia del sorriso più che accettabile, nonostante fosse stata fin dall'inizio rifiutata dalla paziente la terapia ortodontica preliminare.

L'APPROFONDIMENTO

#DONE!

DISILICATO O ZIRCONIA? TRASLUCENZA O RESISTENZA? DAVIDE O GOLIA?

Scelta difficile, tra le due star indiscusse del metal-free, esteticamente eccellenti, meccanicamente performanti ed altamente biocompatibili

Prof. Fernando Zarone*

** Professore Ordinario di Protesi, Materiali Dentali, Tecnologie di Laboratorio e Protesi Implantare, responsabile del reparto di Protesi presso il Dipartimento di Neuroscienze, Scienze Riproduttive ed Odontostomatologiche presso l'Università Federico II di Napoli. Insegna nei Corsi di Laurea di Odontoiatria e Protesi Dentale, Igiene Orale, oltre a vari corsi post-laurea, Master, Dottorati, Formazione continua. Relatore nei più prestigiosi congressi nazionali ed internazionali, è autori di numerose pubblicazioni su riviste peer-reviewed ad elevato impact factor, su tematiche di estetica dentale, biomeccanica restaurativa e protesi implantare, con particolare attenzione ai nuovi materiali e tecnologia produttive (odontoiatria digitale, metal-free, procedure CAD/CAM).*

Nello scenario del metal-free, la scelta del materiale da restauro si presenta particolarmente complessa e, troppo spesso, fortemente condizionata da pressioni commerciali e di tendenza piuttosto che da un'accurata valutazione delle proprietà merceologiche. Per quanto riguarda la resistenza strutturale, la zirconia è senz'altro il materiale più tenace, grazie alla sua struttura policristallina allotropica, ma anche, nella sua iniziale formulazione (3Y-TZP), meno traslucente rispetto alle vetroceramiche. Utilizzata inizialmente per restauri stratificati, ha mostrato nel tempo un'elevata incidenza di chipping del rivestimento ceramico, per cui, grazie al miglioramento delle sue proprietà meccaniche, è andato sempre più affermandosi il suo utilizzo monolitico, per corone, ponti e table-tops nei settori posteriori. Recentemente, una nuova formulazione che include componenti cristalline cubiche ha dato vita ad una tipologia (5Y-TZP) che offre migliori caratteristiche ottiche (traslucenza), mantenendo ottime proprietà meccaniche, seppur inferiori rispetto alla zirconia tradizionale, e presentando, rispetto a quest'ultima, il vantaggio di non essere soggetta all'indesiderato fenomeno dell'"aging". Sul fronte delle vetroceramiche, le feldspatiche restano a tutt'oggi i materiali metal-free esteticamente più validi, grazie all'alto contenuto di matrice vetrosa, ma, per le limitate proprietà meccaniche, il loro utilizzo è limitato a veneers e "additional" nei settori anteriori. Nettamente più performante è il disilicato di litio pressofuso, che offre una resistenza all'incirca 4 volte più elevata delle feldspatiche ed, al tempo stesso, pregevoli qualità estetiche nella versione stratificata con fluoroceramica. Particolarmente versatile nei restauri anteriori, specie in condizioni di elevato stress meccanico, nei settori posteriori trova indicazione nella realizzazione di restauri singoli monolitici, grazie alla buona resistenza a fatica. Il disilicato di litio è anche disponibile in versione fresabile CAD CAM; peraltro, trattasi di un materiale diverso per composizione e caratteristiche merceologiche, che, secondo la maggior parte degli studi, presenta minor resistenza

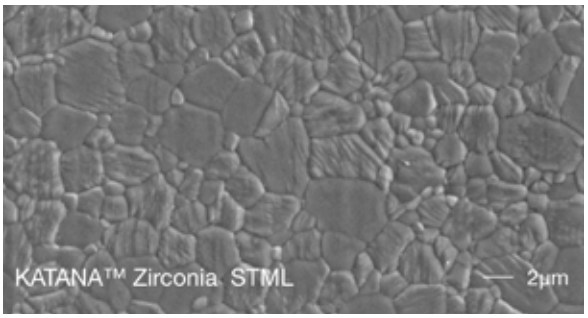


Fig. 1. Struttura della Zirconia traslucente al SEM. Si notino i cristalli cubici, dalle dimensioni nettamente più grandi rispetto alla componente tetragonale.

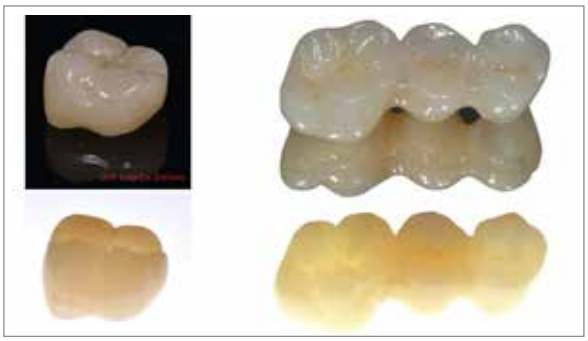


Fig. 2. Restauri in Zirconia cubica in transilluminazione.

e precisione rispetto al pressofuso. Nella scelta del materiale, determinante è poi l'adesione, fattore che non solo condiziona la ritenzione del restauro ed il suo sigillo marginale ma entra in gioco anche nella resistenza meccanica del complesso dente-restauro. Sotto questo aspetto, con le

vetro-ceramiche mordenzate e silanizzate, i cementi adesivi di ultima generazione offrono le più elevate forze di adesione, purchè sia presente una sufficiente quota di substrato smalteo disponibile e vengano correttamente rispettati tempi e concentrazioni dell'acido; un'eccessiva mordenzatura della ceramica, infatti, può comportare la riduzione della forza di adesione ed un rischio elevato di complicanze meccaniche. Per quanto riguarda la zirconia, che è un ossido metallico policristallino, pertanto non mordenzabile con acidi forti, sono state proposte varie tecniche per ottenere una valida adesione, ma non sono disponibili, a tutt'oggi, evidenze scientifiche a favore di una singola metodica; in ogni caso, l'utilizzo di adesivi contenenti MDP e/o il trattamento di superficie con sistema "tribochimico" consentono di ottenere con buona predicibilità un valido legame adesivo tra il materiale e i tessuti dentari. Non meno importanti, nella scelta dei materiali, sono le proprietà legate ad attrito ed usura, tra cui il coefficiente di abrasione. Da questo punto di vista, sia la zirconia che il disilicato di litio mostrano una bassa aggressività nei confronti delle superfici antagoniste, fattore questo particolarmente importante nei casi di arcate erose/abrase, a patto che non venga applicato glaze sulle superfici occlusali; inoltre, il disilicato è molto difficile da lucidare intra-oralmente, "impasta" le frese e può surriscaldare il substrato, per cui, dopo eventuali ritocchi occlusali, andrebbe sempre effettuato un passaggio in laboratorio. In ultima analisi, la selezione va sempre effettuata caso per caso, sulla base dei vantaggi offerti dai singoli materiali, tenendo conto che, nello scenario del metal-free vanno sempre più affermandosi anche "new entries", come i silicati rinforzati con zirconia (ZLS) o materiali ibridi come i PICN: alla fine dei giochi, l'evoluzione dei materiali è più veloce dei risultati della ricerca, per cui, per saperne di più... bisogna avere pazienza!

DALLA LETTERATURA #DONE!

Impianti in zirconia

Una nuova opportunità per la chirurgia implantare?

Dr. Francesco Mangano, DDS, PhD, FICD

Una recente revisione sistematica della letteratura, pubblicata sulla prestigiosa Journal of Dental Research,

Pieralli S, Kohal RJ, Jung RE, Vach K, Spies BC.
Clinical Outcomes of Zirconia Dental Implants:
A Systematic Review
J Dent Res. 2017; 96 (1): 38-46.

ha cercato di determinare il tasso di sopravvivenza ed il riassorbimento osseo marginale (marginal bone loss, MBL) di impianti dentali in zirconia a supporto di corone singole o protesi fisse parziali. Gli autori conducevano una ricerca elettronica sui principali database (Medline-Pubmed, Cochrane Library ed EMBASE) allo scopo di identificare studi clinici controllati randomizzati e studi clinici prospettici pubblicati e con un numero di pazienti superiore alle 15 unità. Gli autori intendevano investigare in particolare, come esito principale, il tasso di sopravvivenza degli impianti, ed il grado di riassorbimento marginale per gli impianti; inoltre, investigavano l'influenza di diverse variabili sul riassorbimento osseo, attraverso un'attenta valutazione statistica. La revisione veniva condotta dagli autori nel rispetto delle linee guida di riferimento per le meta-analisi (PRISMA) per le revisioni sistematiche. Con la strategia di ricerca applicata, gli autori identificavano 4196 articoli. Dopo avere effettuato una procedura di screening, venivano selezionati specificatamente per l'inclusione in questa revisione sistematica 2 studi clinici controllati randomizzati (randomized controlled trials, RCT) e 7 studi clinici prospettici. In totale, in questi studi, 326 pazienti erano stati trattati con 398 impianti. Il follow-up degli studi variava da 12 a 60 mesi. Nella maggior parte dei casi, i fallimenti implantari si verificavano durante il primo anno dall'inserimento, nel primo periodo di guarigione. Successivamente, i fallimenti erano molto rari e le curve di sopravvivenza quasi costanti. Pertanto, gli autori eseguivano meta-analisi separate per il primo anno e gli anni successivi, e trovavano un tasso di sopravvivenza implantare del 95.6% (intervallo di confidenza al 95%: dal 93.3% al 97.9%) dopo 12 mesi e, successivamente, una riduzione attesa dello 0.05% per anno (0.25% dopo 5 anni). Inoltre, gli autori conducevano una meta-analisi per il marginal bone loss (MBL) medio dopo 12 mesi, che risultava essere di 0.79 mm (intervallo di confidenza al 95%: da 0.73 a 0.86 mm). Il tipo o design dell'impianto, il tipo di restauro e l'applicazione di procedure di aumento o rigenerazione ossea minore durante l'intervento chirurgico, nonché le modalità di protesizzazione, non avevano un'influenza statisticamente significativa sul tasso di riassorbimento osseo. Gli autori concludevano che la sopravvivenza implantare cumulativa a breve termine ed il tasso di riassorbimento osseo degli impianti dentali in zirconia erano estremamente promettenti. Tuttavia, concludevano altresì che la letteratura non presentava dati sufficienti per la valutazione clinica dell'affidabilità degli impianti in zirconia nel medio e lungo periodo.