

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 impianto-protesi. Come
ottimizzare il flusso di lavoro
per il restauro di impianti singoli

#SCAN!

La scansione intraorale: dove siamo oggi?



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.*

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

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!

Cari Amici e Colleghi,

è per me un piacere darvi il benvenuto all'interno del progetto #SCANPLAN-MAKEDONE, spazio che INFODENT dedicherà, a partire da questo numero e fino alla fine dell'anno, all'Odontoiatria Digitale. All'interno di questo

Francesco Mangano

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 sé 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 oclusale;
- 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 oc-

clusione (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 oclusale (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.

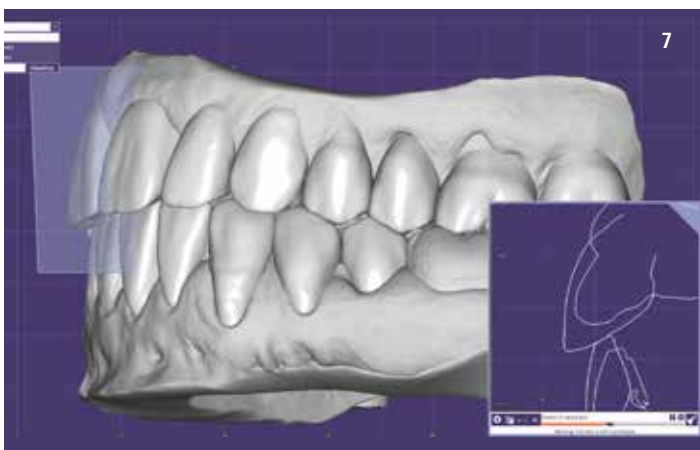


Fig. 7 - Analisi degli spazi protesici mediante cut view.



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-

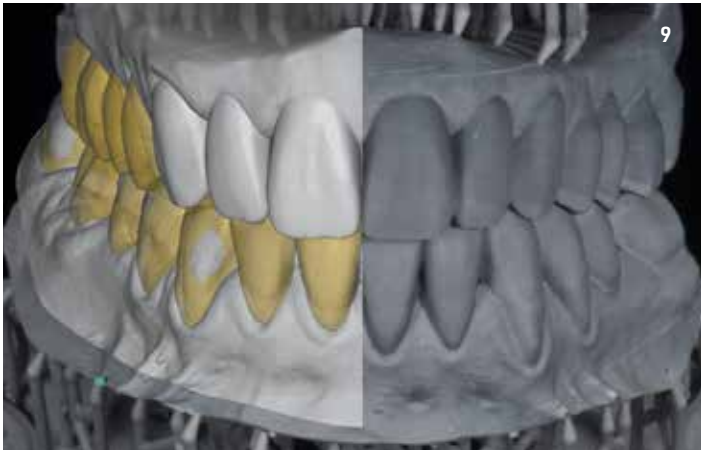


Fig. 9 - Stampa 3D del file del mock-up virtuale.



Fig. 10 - Prova del mock-up.



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

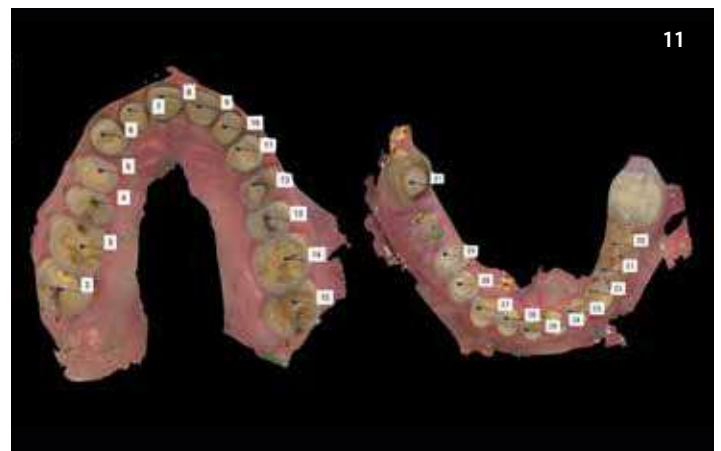


Fig. 11 - Scansioni intraorali definitive.



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 cosiddette crowner) 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 precisione sono stati cementati. Il controllo mostra un'integrazione ottimale a livello dei tessuti parodontali (Fig. 14-15), una correzione

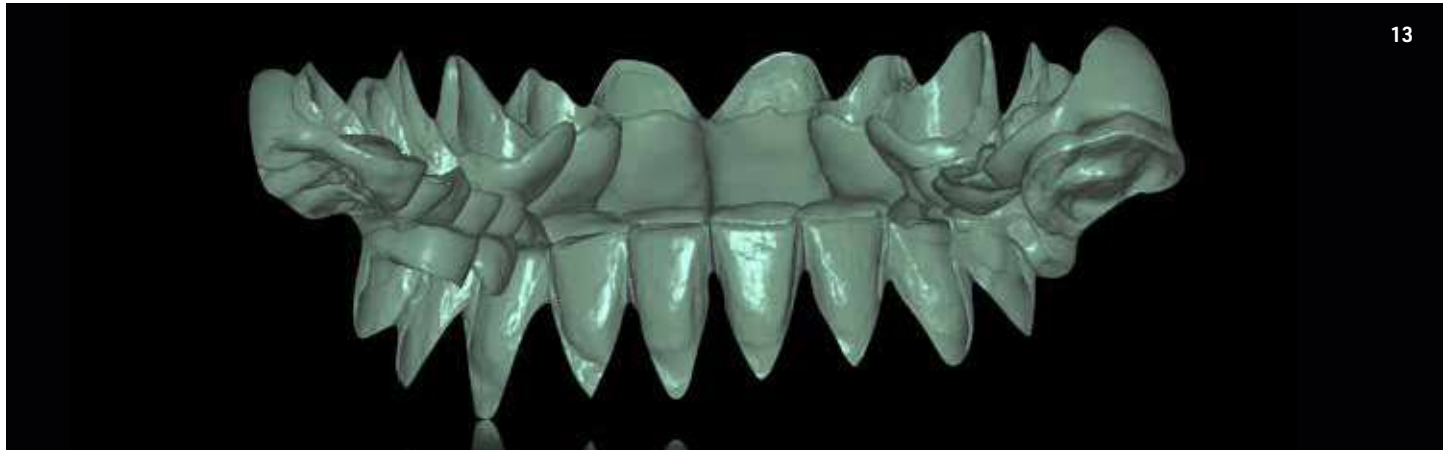


Fig. 13 - File .STL dei restauri, si può notare la coesistenza di restauri per preparazioni ritentive e restauri per preparazioni che necessitano una cementazione adesiva.



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.

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 protesì, 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 subgingivale 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 subgingivali 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.

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 subgingivali); inoltre, la ricostruzione di un oggetto derivante da scansione (mesh), benché 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, benché subgingivali; 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

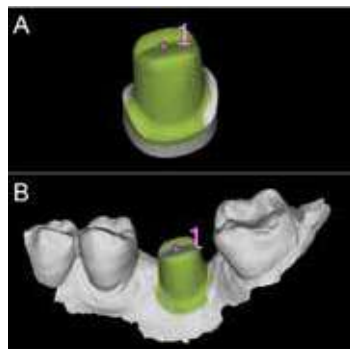


Fig. 1 - Il file CAD del disegno originario del moncone (A) è sovrapposto al moncone catturato in bocca (B) nella seconda scansione.

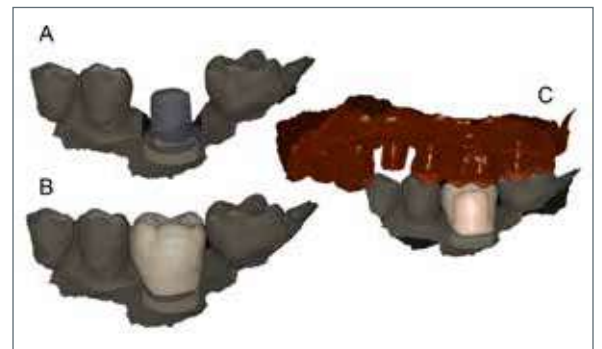


Fig. 2 - L'odontotecnico può modellare la corona definitiva avendo un'ideale visualizzazione dei margini del moncone, benché essi siano subgingivali (A,B,C); e può farlo direttamente sul disegno CAD originario del moncone, e non su una mesh.

do 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).