

# L'IMPRONTA OTTICA IN PROTESI

Accademia Italiana di Odontoiatria Protesica (AIOP)

Dott. Carlo Monaco & Dott. Giacomo Ori

## INDICE:

1. Introduzione
2. Differenti tecnologie per l'impronta ottica intraorale
3. Applicazioni cliniche dell'impronta ottica intraorale
4. Veridicità e Precisione dei sistemi per impronta ottica intraorale
5. Vantaggi e svantaggi dell'impronta ottica intraorale
6. Studi clinici sull'impronta intraorale
7. Conclusioni
8. Bibliografia

## 1. INTRODUZIONE

In campo odontoiatrico, il contributo che viene dato per la salute orale dei pazienti, in termini di offerta di restauri dentali e protesi dentarie come intarsi, corone, protesi fisse di più elementi e protesi mobili, ha una lunga storia. A differenza di altri prodotti industriali, le protesi dentarie sono sempre eseguite su misura per conformarsi alle esigenze di uno specifico paziente. Durante il secolo scorso i materiali e le tecnologie per la fabbricazione delle protesi dentarie sono enormemente progrediti. La tecnica di fusione della cera persa, la modellazione e la polimerizzazione delle resine acriliche, la sinterizzazione delle ceramiche dentali hanno reso possibile la consegna di protesi molto precise ed altamente soddisfacenti. Classicamente però il lavoro dell'odontotecnico richiede molto tempo, e i risultati dipendono in gran parte dall'esperienza dell'operatore.

Negli ultimi decenni, si è assistito alla ricerca di tecnologie e materiali che permettessero una riduzione dei costi di produzione, un aumento degli standard qualitativi ed un miglioramento delle caratteristiche estetiche delle protesi offerte

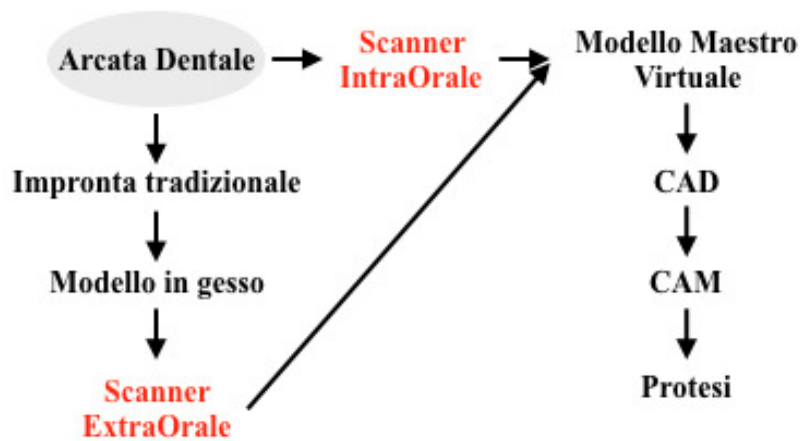


Fig.1: Il modello maestro virtuale per la lavorazione CAD/CAM delle protesi dentali può essere ottenuto direttamente dalla scansione dell'arcata dentale o dalla scansione del modello in gesso.

(Miyazaki & al., 2009). A partire dagli anni '70 la tecnologia CAD/CAM è stata introdotta in odontoiatria. Se prima l'odontotecnico era costretto a fabbricare protesi dentarie in maniera esclusivamente analogica, ora il computer può essere utilizzato sia nella fase di progettazione (Computer Aided Design) che nella fase di costruzione (Computer Aided Manufacturing) delle protesi stesse.

Lo sviluppo della tecnologia CAD/CAM si basa su tre momenti fondamentali che sono: 1) Acquisizione dei dati; 2) Elaborazione dei dati; 3) Fabbricazione delle protesi (van Noort R., 2012).

L'acquisizione dei dati consiste nell'ottenere un "modello maestro virtuale" che possa essere elaborato tramite appositi software dentali. Come descritto nella figura 1, il modello virtuale può essere ottenuto in due modi:

- 1) Nello studio odontoiatrico, tramite l'utilizzo di scanner intraorali che ottengono le informazioni direttamente dal cavo orale del paziente.
- 2) In laboratorio, tramite l'utilizzo di scanner extraorali che ottengono le informazioni dal modello maestro in gesso, dopo la colatura dell'impronta dentale tradizionale;

Tramite appositi software (fase CAD), il modello virtuale serve per poter disegnare la protesi.

Nella maggior parte dei casi il processo di fabbricazione (fase CAM) è di tipo sottrattivo, ovvero il manufatto viene ottenuto da un blocco di materiale preformato. Esistono comunque metodiche di tipo additivo (3D printing, laser sintering, laser melting) che sono oggi giorno in grande espansione (Strub J.R. & al., 2006).

I sistemi CAD/CAM possono essere classificati come sistemi da laboratorio e sistemi da studio (chairside). Quelli da laboratorio sono ulteriormente suddivisi in sistemi CAD/CAM dove la compagnia produttrice possiede sia lo scanner che l'unità fresatrice (es.: Amann Girrbach, 3M ESPE, Sirona Dental Systems, Zirkon Zahn, vhf camfacture AG, Weiland Dental, Pou-Yuen and U-Best Dental, Planmeca, KaVo Dental, Dentsply Prosthetics), sistemi CAD dove la compagnia mette sul mercato esclusivamente lo scanner da laboratorio (es.: D2000, 3 Shape; Dental Wings 7 series, Dental Wings; IScan D104, Imetric 3D SA; Ceramill Map, AmannGirrbach; Activity 850 3D, Smart Optics) e sistemi CAM nei quali è presente la sola unità fresatrice (es.: DWX-50, Roland DGA Corporation; inLab MC X5, Sirona; M5, Zirkonzahn; Tizian Cut 5 Smart, Schu ¨ tz Dental; S2 Model, vhf camfacture AG; Ceramill Motion 2, Amann Girrbach).

I sistemi CAD/CAM da studio (chairside) possono essere formati da uno scanner e da un'unità fresatrice prodotti dalla stessa compagnia (Sirona e Planmeca) o da uno scanner intraorale in cui non è presente un programma per il disegno del restauro (CAD). Alcuni esempi sono True Definition Scanner, 3M ESPE; iTero, Align Technology, Inc; Trios, 3Shape; Apollo DI, Sirona; CS 3500, Carestream Dental LLC. In questo secondo caso il file prodotto dallo scanner intraorale dovrà essere inviato ad un software CAD e successivamente ad un sistema CAM al di fuori dello studio odontoiatrico.

## 2. DIVERSE TECNOLOGIE PER L'IMPRONTA OTTICA INTRAORALE

Gli scanner ottici oggi disponibili sul mercato sono numerosi e diversi tra di loro. Le case produttrici presentano continuamente nuovi prodotti ed è quindi difficile per l'odontoiatra medio essere al corrente in ogni momento sulle tecnologie presenti. Allo stesso modo i software delle macchine vengono aggiornati molto rapidamente, cambiandone anche considerevolmente le prestazioni. Esistono però caratteristiche fondamentali che è opportuno conoscere per fare una scelta consapevole al momento dell'acquisto.

Tutti gli scanner intraorali funzionano grazie a tecnologie ottiche senza contatto con l'oggetto studiato, come la microscopia confocale (Trios-3Shape), la tomografia ottica a luce coerente (E4D-D4D Technologies LLC), la triangolazione attiva (Cerec Bluecam-Sirona), l'interferometria (DPI-3D-Dimensional photonics International Inc.), l'active wavefront sampling (TrueDefinition scanner-LAVA 3M). Ogni strumento sfrutta più di una di queste tecnologie per minimizzare il rumore derivante dalla scansione intraorale e dovuto alla presenza della saliva, al fatto che le superfici da scannerizzare presentino proprietà ottiche diverse (come ad esempio traslucenza e riflettanza) o agli inevitabili movimenti relativi tra gli oggetti inquadrati (Logozzo S. & al., 2014).

Gli scanner intraorali acquisiscono dati come immagini fisse (Cerec Bluecam; E4D) o tramite video (Trios; TrueDefinition Scanner). Nel primo caso le immagini fisse vengono "incollate" tra loro dal software della macchina per ricostruire una rete di punti tridimensionale. In questo caso il processo di rifinitura avviene al termine dell'acquisizione e normalmente richiede tempo. Se invece i dati vengono acquisiti tramite un video, l'oggetto tridimensionale viene immediatamente visualizzato ed il processo è solitamente più rapido. Per la loro maggior rapidità di scansione gli scanner che registrano i dati acquisiti sotto forma di video sono preferiti qualora si debbano scannerizzare arcate intere, come avviene per l'ortodonzia o per i casi protesici più complessi.

E' comunque importante sottolineare che tutti gli scanner intraorali oggi disponibili sul mercato "registrano ciò che vedono". L'impronta ottica prevede quindi la gestione dei tessuti molli e l'eliminazione dei liquidi orali (sangue, saliva, fluido crevicolare) esattamente come accade per l'impronta tradizionale.

Alcuni scanner richiedono che l'arcata dentaria sia rivestita da un sottile strato di polvere prima che questa possa essere scannerizzata (TrueDefinition Scanner, Cerec BlueCam) (Kurz M. & al. 2015). Le particelle di polvere presenti sulla superficie formano un pattern riconoscibile dal software di elaborazione che riesce quindi a sovrapporre più facilmente immagini successive, rendendo più rapido il processo di acquisizione. Ciò è vero soprattutto su superfici riflettenti, come possono essere parti

metalliche presenti all'interno del cavo orale. Se per certi versi la presenza di questo sottile strato di polvere è un vantaggio, è altrettanto vero che la sua applicazione può risultare difficoltosa per l'operatore e fastidiosa per il paziente.

Eventuali accumuli di polvere sulla preparazione dentale possono risultare in errori di lettura e quindi nella fabbricazione di protesi inaccurate. La polvere viene normalmente deposta sulle preparazioni dentali dopo il posizionamento dei fili di retrazione. Nel momento in cui questi vengono rimossi, la parte del dente al di sotto del margine di preparazione risulterà non coperta dalla polvere stessa, e quindi più lentamente acquisita dallo scanner. Nel caso di contatto tra lo scanner e la preparazione dentale, la polvere viene facilmente rimossa e dovrà quindi essere nuovamente depositata, per non rallentare il processo di scansione. Se il paziente tocca accidentalmente la preparazione dentale con la lingua, la polvere verrà rimossa o peggio assorbirà saliva. In questo ultimo caso non si dovrà solamente depositare nuova polvere, ma l'intera preparazione dovrà prima essere accuratamente sciacquata con acqua ed asciugata.

Il tipo di file che viene prodotto dallo scanner intraorale e che dovrà poi essere elaborato tramite il software CAD è di estrema importanza. Esistono infatti sistemi "chiusi" che permettono al file generato di essere elaborato esclusivamente tramite software proprietari. La maggior parte dei sistemi è oggi invece "aperto", ovvero il file (solitamente un file .stl) è compatibile con diversi software. Ciò rappresenta un grande vantaggio per l'odontotecnico che dovrà elaborare i dati ricevuti dall'odontoiatra, perché avrà una maggior libertà di scelta tra gli strumenti digitali a sua disposizione.

Le dimensioni dello scanner intraorale sono importanti per il comfort del paziente e per la maneggevolezza da parte dell'operatore. La tendenza delle case produttrici è di mettere sul mercato strumenti con dimensioni sempre più simili ai manipoli che l'odontoiatria utilizza di routine. La figura 2 mette però in evidenza la grande variabilità ancora presente.

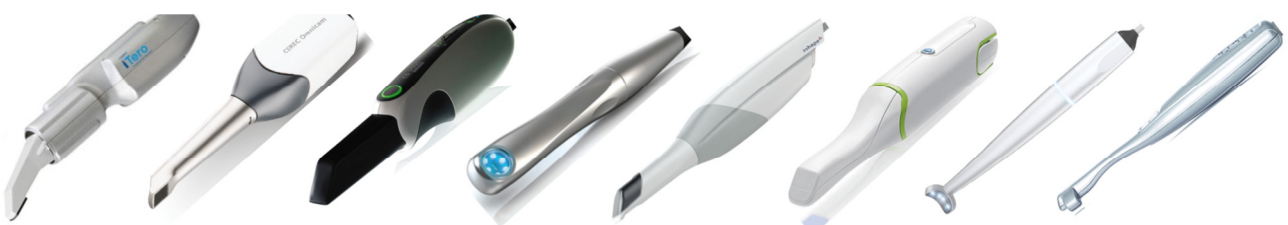


Fig.2: Al momento della scelta dello scanner intraorale, le dimensioni del manipolo sono una caratteristica da tenere in considerazione.

Oltre alle dimensioni del manipolo, bisogna anche considerare se lo scanner intraorale può essere collegato ad un personal computer che l'utente possiede già nel proprio ambulatorio o se invece è munito di una propria console. Alcuni scanner infatti (Trios-3Shape; CS3500-Carestream) possono essere facilmente trasportati da un'unità operativa ad un'altra all'interno dello stesso ambulatorio, o da un ambulatorio all'altro. Macchine invece più complesse (TrueDefinition Scanner-3M; iTero Element-CADENT Ltd) sono maggiormente delicate, ingombranti e quindi meno facili da trasportare.

### 3. APPLICAZIONI CLINICHE DELL'IMPRONTA OTTICA INTRAORALE

Come è già stato evidenziato nell'introduzione, l'impronta ottica non deve essere vista come una procedura fine a sé stessa, ma come il primo tassello di un nuovo modo di vivere la protesi: il flusso digitale.

Il primo sistema CAD/CAM che prevedeva la scansione della preparazione dentale con uno scanner intraorale, il passaggio dei dati ad un software di elaborazione CAD e quindi ad un fresatore CAM per la produzione di piccole protesi è il sistema CEREC (Mörmann W.H., 2006). Il sistema era previsto inizialmente per la fabbricazione di intarsi in ceramica feldspatica direttamente nello studio odontoiatrico, rendendo quindi possibile consegnare la protesi lo stesso giorno della preparazione dentale. La scansione intraorale, la modellazione CAD del manufatto e la sua fresatura CAM hanno eliminato tutte le procedure di presa dell'impronta tradizionale, colatura del modello in gesso e fabbricazione con metodologia tradizionale. Ciò ha comportato una grossa riduzione dei tempi di produzione.

Questo tipo di procedura, completamente digitale e senza modello fisico, limitata a restauri di denti singoli con protesi monolitiche, è ancora oggi l'indicazione di scelta per l'impronta ottica.

E' però ovvio che questa procedura computer assistita presenta dei limiti intrinseci: prima di tutto i manufatti vengono ricavati da blocchetti di materiale monolitico, e

quindi possono essere rifiniti solo in superficie, senza possibilità di essere stratificati. Non esistendo un modello maestro solido, la rifinitura dei margini, dell'occlusione e dei punti di contatto può avvenire esclusivamente nella bocca del paziente, al momento di una prova o della consegna.

L'introduzione sul mercato dentale di nuovi materiali, ed in particolare della zirconia, hanno portato ad una crescita esponenziale dell'utilizzo di tecnologie CAD/CAM, anche per protesi più complesse, sia su denti naturali che su impianti osseointegrati (Denry I. & Kelly J.R., 2014). Inizialmente il modello virtuale necessario per la lavorazione CAD/CAM è stato ricavato dalla scansione di un modello maestro in gesso, ottenuto dalla colatura di un'impronta tradizionale inviata dall'odontoiatra all'odontotecnico. Solo in un secondo momento sono stati sviluppati scanner ottici in grado di rilevare i dati necessari, con sufficiente accuratezza, per la produzione di protesi complesse.

Il principale problema legato al flusso totalmente digitale è stato rappresentato dall'assenza di un supporto fisico per le protesi stesse, ovvero del modello maestro. Tale ostacolo è stato ovviato nel momento in cui sono comparsi sul mercato modelli stereolitografici sufficientemente accurati per poter sostituire il loro omologo ottenuto dalla colatura dell'impronta tradizionale (Patzelt S.B. & al., 2014a).

Tramite l'impronta ottica è anche possibile fabbricare corone singole o protesi fisse supportate da impianti osseointegrati. Il convenzionale pilastro da impronta viene sostituito da un componente specifico, chiamato Scan Body o Scan Abutment. In base alle sue caratteristiche, il software di modellazione riesce a posizionare precisamente la piattaforma implantare all'interno del modello virtuale, così come avviene con l'inserzione dell'analogo da laboratorio all'interno del modello maestro tradizionale.

Nel caso del restauro su impianto singolo, la procedura completamente digitale risulta essere più efficiente, con risparmio di tempo da parte dell'odontoiatra al momento della consegna, e meglio tollerata dai pazienti, rispetto all'impronta implantare tradizionale (Joda T. & al., 2015; Joda T. & Bragger U. 2015).

Per quanto riguarda la possibilità di fabbricare protesi di arcate intere, supportate da impianti osseointegrati, in pazienti completamente edentuli, è evidente dalla letteratura che la scansione ottica non è meno precisa rispetto alle tecniche tradizionali di rilevazione delle impronte ( Papaspyridakos P. & al., 2015). Se però il numero degli impianti è limitato, le selle edentule estese ed in presenza di tessuti molli mobili, il rilevamento della scansione intraorale è più difficoltoso rispetto all'impronta tradizionale. L'arcata edentula inferiore rappresenta quindi ancora oggi una sfida per l'impronta ottica (Andriessen F.S., 2013).

L'impronta ottica può essere utilizzata anche per riprodurre i tessuti molli ed i tessuti duri nel caso si debba fabbricare una protesi parziale removibile. I dati a disposizione sono ancora scarsi e quindi tale procedura non può essere consigliata di routine (Kattadiyil M.T. & al., 2014).

L'impronta ottica delle arcate edentule del paziente nel caso si debbano fabbricare protesi totali removibili è al momento sconsigliata. I tessuti molli, essendo mobili, non vengono infatti efficacemente riprodotti. Non è possibile inoltre registrare la posizione dei bordi delle protesi come avviene invece durante la procedura di bordaggio del cucchiaio individuale tradizionale. Le protesi totali possono però essere fabbricate tramite tecnologia CAD/CAM, partendo dalla scansione di un'impronta tradizionale, dei modelli maestro in gesso o di una protesi totale preesistente ( Bidra A.S. 2013)

#### 4. VERIDICITA' E PRECISIONE DEI SISTEMI PER IMPRONTA OTTICA DIGITALE

Per valutare la precisione e la ripetibilità dell'impronta digitale gli studi effettuati comparano i risultati ottenuti con le procedure standard di impronta, ovvero con l'utilizzo di materiali siliconici o con polieteri.

Quando si parla di precisione dell'impronta tradizionale e intraorale in termini scientifici si parla di "*accuracy*". Tale concetto va suddiviso in due sottogruppi composti da "*trueness*" e "*precision*" ovvero rispettivamente la precisione dalla ripetibilità.



Per *trueness* intendiamo un valore, che sia il più vicino possibile al valore di riferimento. Per *precision* intendiamo invece la ripetibilità del dato quando vengono effettuate differenti scansioni e successivamente sovrapposte tra di loro. Ad esempio, la bocca con denti, monconi o impianti rappresenta il valore reale. La *trueness* di un'impronta rappresenta quanto essa si discosta dalla bocca improntata, mentre la *precision* consiste nella ripetibilità dell'impronta se essa viene effettuata N volte. Un'impronta potrebbe ad esempio avere un elevato grado di ripetibilità (*precision*), ovvero estremamente ripetibile ma avere valori che si discostano dal modello originale (*trueness*) e viceversa. Pertanto un'impronta per essere il più possibile fedele all'originale deve avere una *trueness* massima e un'eccellente ripetibilità (*precision*). Generalmente nei test di laboratorio il valore di riferimento è ottenuto da una scansione con uno scanner industriale estremamente performante in base a norme universalmente codificate (ISO 5725-1:1994).

Molte ricerche hanno confrontato la *trueness* e la *precision* di differenti scanner intraorali paragonandoli alla digitalizzazione indiretta di un modello di gesso ottenuto da un'impronta tradizionale. In un recente studio Guth e collaboratori hanno paragonato la digitalizzazione diretta effettuata con scanner intraorali con la digitalizzazione indiretta eseguita con la scansione di un modello di gesso proveniente da un'impronta tradizionale con uno scanner da laboratorio. In questa ricerca sono stati presi in esame i seguenti scanner intraorali: CS 3500 Intraoral scanner, Carestream Health Inc.; ZFX Intrascan, ZFX GmbH; CEREC AC Bluecam, Sirona; CEREC AC Omnicam, Sirona; True Definition, 3M ESPE. Le impronte tradizionali realizzate con polietere e colate con gesso di tipo IV sono state scansionate con uno scanner da laboratorio (D-810, 3Sphape).

Gli autori concludono che tutti i sistemi utilizzati sono clinicamente accettabili ma esistono differenze tra i vari scanner intraorali analizzati. I dati ottenuti con il True Definition (3M ESPE) mostravano la *trueness* migliore seguiti dal CS 3500 (Carestream). Inoltre la digitalizzazione indiretta si pone a metà strada come valori tra gli scanner intraorali più performanti e gli scanner meno performanti (Guth J.F. & al. 2016). Anche un report dell'*American Dental Association* (ADA) rivela che

tutti i sistemi utilizzati producono livelli di accettabilità clinica in termini di accuracy. Esistono differenze tra i vari scanners intraorali che potrebbero essere date dalla differente tecnologia di ciascuna apparecchiatura. Infine lo studio sottolinea che ci si potrebbe aspettare un peggioramento dei risultati in ambiente orale dovuti alla saliva, al sangue e ai movimenti del paziente. Un altro punto di discussione riguarda la precisione e la ripetibilità nei casi in cui occorra effettuare un restauro singolo o multiplo e nei casi in cui occorra improntare una emiarcata o un'arcata completa. Infine occorre distinguere quando l'impronta viene effettuata per un restauro su denti naturali o su impianti (Henkel G.L. 2006).

In generale, la scansione di aree vaste, richiede il "merging" ovvero l'unione di singole immagini che ricostruiscono tridimensionalmente l'oggetto. Con l'aumento dell'area scansione aumenta il "merging" e di conseguenza un possibile errore. Infatti questo può portare a una progressiva distorsione dell'impronta e di conseguenza di una riduzione dell'accuracy. Questo è confermato dalla valutazione di scansioni di arcate complete ottenute con differenti sistemi di scansione rispetto ai dati ottenuti con impronta tradizionale (Ender A. & Mehl A. 2013a). Alcuni studi tra i quali quello di Patzelt confermano che a differenza della elevata "accuracy" nella scansione di emiarcate per il restauro singolo, non abbiamo sufficienti informazioni per validare l'impronta digitale in restauri multipli che coinvolgono una intera arcata. Gli attuali risultati ottenuti indicano che differenti fattori possono contribuire ad aumentare l'inaccuratezza della scansione (Patzelt & al. 2014b).

Occorre inoltre sottolineare che le differenti strategie di acquisizione intraorale possono influenzare il risultato finale (Ender A. & Mehl A. 2013b).

Per questi motivi l'impronta intraorale è nella pratica quotidiana routinariamente indicata per il restauro singolo o per restauri di piccole lacune dentarie (Seelbach P. & al. 2013).

Altri studi confermano che la accuracy dello scanner intraorale LAVA C.O.S. (3M ESPE) mostra livelli di accuratezza statisticamente significativi rispetto al metodi di digitalizzazione indiretta o rispetto all'impronta tradizionale (Guth J.F. 2013).

## 5. VANTAGGI E SVANTAGGI DELL'IMPRONTA OTTICA INTRAORALE

I vantaggi dell'impronta intraorale nascono dalla necessità di ridurre i potenziali errori dell'impronta tradizionale ovvero presenza di vuoti o bolle nelle zone in prossimità delle zone critiche e importanti dell'impronta, la distorsione e la espansione del gesso che possono comportare distorsione del flusso fino alla realizzazione del manufatto protesico.

Difficoltà di conservazione e disinfezione dell'impronta con soluzioni antisettiche, la parziale o massiccia separazione dal materiale da impronta dal portaimpronta, il trasporto al laboratorio in differenti condizioni climatiche. Infine il discomfort del paziente per conati di vomito, ambiente umido, dolore e sapore non gradevole del materiale da impronta.

Tra i vantaggi inoltre occorre sottolineare la possibilità della completa digitalizzazione del processo CAD/CAM con il logico e diretto accesso alle tecnologie sottrattive e additive.

Tuttavia i sistemi digitali presentano alcuni svantaggi rispetto alle sistematiche tradizionali d'impronta. Innanzitutto occorre sottolineare che gli scanner intraorali essendo dei sistemi che attraverso telecamere o fotogrammi digitalizzano l'oggetto non presentano la spinta che nell'impronta tradizionale è realizzata dal materiale. In sostanza manca la *vis-a-tergo* che permette al materiale da impronta di poter penetrare in spazi ridotti quali ad esempio il solco gengivale. Questa caratteristica è importantissima nelle impronte che prevedono la rilevazione di monconi con preparazioni a finire. In queste situazioni il materiale da impronta penetra agevolmente nel solco gengivale grazie alla combinazione del materiale presente in differenti viscosità e la spinta del materiale più denso permette al materiale più fluido di penetrare all'interno del solco.

Quando si utilizzano sistematiche d'impronta digitale la rilevazione del solco gengivale deve essere effettuata aumentando la dimensione del secondo filo di retrazione per permettere alla luce della telecamera di penetrare all'interno del solco. Risulta tuttavia difficoltoso utilizzare sistemi a polvere perché essa a formare grumi con il fluido crevicolare e potrebbe nascondere la parte più profonda del solco stesso.

Un ulteriore svantaggio è rappresentato dalla estensione dell'arcata da improntare. Attualmente le sistematiche di scansione intraorale tendono a modificare l'impronta riducendo la trueness quando improntiamo arcate complete. Questi valori sono probabilmente irrilevanti nelle impronte per la realizzazione di modelli preliminari come in ortodonzia ma possono compromettere la precisione finale quando realizziamo manufatti protesici su arcate complete.

Un'ulteriore attuale svantaggio potrebbe essere rappresentato dalla curva di apprendimento che il clinico deve effettuare per i sistemi digitali. Ogni dispositivo ha le proprie peculiarità e caratteristiche specifiche tali che è difficile pensare di poter prendere correttamente un'impronta digitale con dispositivi con i quali non si ha dimestichezza e confidenza clinica.

Infine i costi attuali delle sistematiche digitali sia per l'acquisto dei dispositivi intraorali sia per il costante aggiornamento dei software non sono competitivi con i costi dell'impronta tradizionale. Con l'evoluzione della tecnologia e la maggiore diffusione nel mercato tenderanno in futuro ad essere più contenuti.

## 6. STUDI CLINICI SULL'IMPRONTA INTRAORALE

Attualmente abbiamo pochi studi in vivo che mostrano la validità dei sistemi di scansione intraorale. Tuttavia la maggior parte degli studi dimostrano come la precisione sul margine e l'adattamento interno sono accettabili o tendenzialmente migliori rispetto all'impronta tradizionale nel restauro singolo.

Il fit marginale insieme alla resistenza alla frattura rappresentano due criteri importantissimi per il successo a lungo termine dei restauri protesici. La necessità di minimizzare il gap marginale è un importante obiettivo per ridurre lo spazio esistente tra il dente e il restauro esponendo il materiale da cementazione all'eventuale infiltrazione e successiva dissoluzione causata da fluidi orali stress chimico-meccanici. La conseguente infiltrazione può portare alla infiammazione dei tessuti parodontali, successiva carie secondaria e fallimento finale della corona. La

letteratura riporta che valori di gap oscillanti in un range tra 50 e 200 micron sono clinicamente accettabili e dovrebbero limitare e ridurre l'infiltrazione marginale.

Syrec e collaboratori hanno comparato il misfit di corone singole ottenute dopo la rilevazione con impronta intraorale realizzata con il sistema LAVA C.O.S. (3M ESPE) e corone realizzate con impronta tradizionale in silicone. Gli autori concludono che entrambi i sistemi sono clinicamente accettabili riportando differenze non significative (Syrek A. & al. 2010).

Lo studio clinico condotto da Brawek et coll. ha confrontato l'accuracy clinica di corone singole realizzate esclusivamente attraverso un flusso digitale utilizzando due differenti sistematiche. Le preparazioni dentali erano scansionate con il sistema LAVA C.O.S. (3M ESPE) e con il sistema CEREC AC (Sirona) e successivamente venivano realizzate corone in zirconia con stratificazione ceramica. Il fit marginale e interno erano misurati con la tecnica delle repliche con controllo al microscopio ad un ingrandimento di 200x. Gli autori riportano valori clinicamente accettabili per entrambe le sistematiche con valori di gap marginale di 51 ( $\pm 38$ ) per le corone improntate con LAVA COS e di 83 ( $\pm 51$ ) per le corone improntate con CEREC AC. Tuttavia gli autori riportano differenze statisticamente significative tra le due sistematiche non solo a livello di fit marginale ma anche nelle zone assio-occlusali e centro-occlusali.

Un recente studio randomizzato prospettico di Zarauz e collaboratori ha confrontato il fit interno e marginale di corone singole realizzate con l'utilizzo di tecnica di impronta tradizionale e digitale. In entrambi i casi, gli elementi dentari erano preparati con una finitura a chamfer con una riduzione dell'elemento dentario compresa tra 1 e 1,5 millimetri. Per le impronte tradizionali era utilizzato un silicone (Express 2 Penta Putty e Express 2 Light-Body Quick, 3M ESPE) mentre per le impronte digitali era utilizzato il sistema Cadent iTero (Align Technology) e il relativo software. Le misurazioni del fit marginale e interno, gli autori utilizzarono la tecnica della replica in vivo consistente nel riempire la corona con un silicone extra-light (Express 2 Ultra-Light Body Quick, 3M ESPE) prima di posizionarla sul moncone con una pressione simile a quella esercitata durante la cementazione. Ad

indurimento avvenuto del silicone la corona veniva rimossa e successivamente riempita con un silicone di colore e viscosità differente (Express 2 Penta Putty) prima di fissare il restauro in una resina di fissaggio. Le corone riempite di silicone e imbevute nella resina erano tagliate per controllare l'adattamento interno e marginale. Gli autori concludono che esistono differenze significative in termini di valori di fit in relazione alla differente tecnica di impronta. La tecnica digitale risulta essere maggiormente precisa sia a livello marginale sia a livello di adattamento interno. I valori riportati dagli autori per il fit interno risultano essere di 111.40 ( $\pm 54.04$ ) micron e di 173.00 ( $\pm 92.65$ ) rispettivamente per le corone realizzate con sistematica digitale rispetto l'impronta intraorale. Mentre il misfit marginale risultava essere di 80.29 ( $\pm 26.24$ ) micron per il sistema Cadent iTero e di 133.51 ( $\pm 48.78$ ) per l'impronta realizzata con silicone. La conclusione generale risulta essere che entrambi i sistemi risultano clinicamente accettabili, ma i sistemi digitali apportano un ulteriore miglioramento nei valori di fit interno e marginale (Zarauz C. & al. 2016).

## 7. CONCLUSIONI

In conclusione occorre sottolineare che la tecnologia digitale sta rivoluzionando completamente l'approccio protesico sia negli aspetti clinici che nei passaggi di laboratorio. Le attuali tecnologie che sono state sviluppate per l'impronta digitale permettono di ottenere risultati interessanti per il restauro del dente singolo realizzato su denti naturali o su impianti. Alcuni fattori specifici di ogni dispositivo di impronta intraorale possono tuttavia influenzare la qualità della scansione. Infine occorre sottolineare che in riabilitazioni di intere arcate le attuali tecnologie presentano alcuni limiti che ne riducono o impediscono il loro completo utilizzo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

**(ISO 5725-1:1994)** Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results-Part1: general principles and definitions

**Andriessen F.S.**, Rijkens D.R., van der Meer W.J., Wismeijer D.W. (2014) Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *Journal of Prosthetic Dentistry* 111(3):186- 194

**Bidra A.S.**, Taylor T.D., Agar J. R. (2013) Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives *Journal of Prosthetic Dentistry*109(6):361-6

**Brawek P.K.**, Wolfart S., Endres L., Kirsten A., Reich S. (2013) The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow--the comparison of two systems. *Clinical Oral Investigation* 17(9):2119-2125.

**Denry I.**, Kelly J.R., (2014) Emerging ceramic-based materials for dentistry. *Journal of Dental Research* 93(12):1235-1242

**Ender A.**, Mehl A. (2013) Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *Journal Prosthetic Dentistry* 109:121-8.4.

**Ender A.**, Mehl A. (2013b) Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *International Journal of Computerized Dentistry* 16:11-21.

**Güth J.F.**, Runkel C., Beuer F., Stimmelmayer M., Edelhoff D., Keul C. (2016). Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clinical Oral Investigations* DOI 10.1007/s000784-016-1902-4

**Güth J.F.**, Keul C., Stimmelmayer M., Beuer F., Edelhoff D. (2013)Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clinical Oral Investigations* 17:1201-8.

**Henkel G.L.** (2007)A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compendium Continuing Education in Dentistry* 28:422-4, 426-8, 430-1.

**Joda T.**, Brägger U., (2016) Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clinical Oral Implants Research* 27(12):e185-e189

**Joda T.**, Katsoulis J., Brägger U., (2016) Clinical fitting and adjustment time for implant-supported crowns comparing digital and conventional workflows. *Clinical Implant Dental Related Research* 18(5):946-954

**Kattadiyil M.T.**, Mursic Z., AlRumaih H., Goodacre C.J.(2014) Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prostheses fabrication. *Journal of Prosthetic Dentistry* 112(3):444-448.

**Kurz M.**, Attin T., Mehl A., Influence of material surface on the scanning error of a powder-free 3D measuring system. *Clinical Oral Investigations* 19:2035-2043

**Logozzo S.**, Zanetti E.M., Franceschini G., Kilpela A., Makynen A., (2014) Recent advances in dental optics-Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering* 54:203-221

**Miyazaki T.**, Hotta Y., Kunil J., Kuriyama S., Tamaki Y., (2009) A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from a 20 ears of experience. *Dental Materials Journal* 28(1):44-56

**Mörmann W.H.**, (2006) The evolution of the CEREC system. *Journal of American Dental Association* 137(9 supplement):7S-13S

**Papaspyridakos P.**, Gallucci G.O., Chen C.J., Hanssen S., Naert I., Vandenberghe B. (2016) digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clinical Oral Implants Research* 2016 Apr;27(4):465-72

**Patzelt S.B.**, Bishti S., Stampf S., Att W. (2014a) Accuracy of computer- aided design/computer-aided manufacturing-generated dental casts based on intraoral scanner data. *Journal of American Dental Association* 145(11):1133–40.

**Patzelt S.B.**, Emmanouilidi A., Stampf S., Strub J.R., Att W. (2014b) Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clinical Oral Investigations* 18:1687-94.

**Seelbach P.**, Brueckel C., Wöstmann B. (2013)Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clinical Oral Investigations* 2013;17:1759-64.

**Strub J.R.**, Rekow E.D., Witkowski S., (2006) Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *Journal of American Dental Association* 137(9):1289-1296



**Syrek A., Reich G., Ranftl D., Klein C., Cerny B., Brodesser J.** (2010) Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dentistry* 38:553-559.

**van Noort R.** (2012) The future of dental devices is digital. *Dental Materials* 28(1):3-12

**Zarauz C., Valverde A., Martinez-Rus F., Hassan B., Pradies G.** (2016) Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clinical Oral Investigations* 20:799-806.