

Viene descritto un confronto della tecnologia dei processi analogici e digitali per la fabbricazione di una corona parziale in ceramica integrale. Vengono messi a confronto fattori temporali e differenze di adattamento tra un'impronta convenzionale e una scansione intraorale con la stessa situazione iniziale nella bocca del paziente, con l'impiego dello stesso materiale per la protesi clinica. Si tiene conto sia dei tempi attivi sia di quelli passivi nel workflow. Viene inoltre studiata a fondo la questione se la scansione intraorale sia sufficiente per le esigenze finora esistenti di adattamento marginale e posizionamento della corona.

Analógico o digitale: esame degli aspetti economici

Tom Rebbe, Tobias Karpe

Le scansioni intraorali sostituiscono sempre più il rilevamento dell'impronta analogica, fino a questo momento consueto. Qui si deve studiare a fondo la questione se la scansione intraorale sia sufficiente per le esigenze finora esistenti di adattamento marginale e posizionamento della corona sul moncone preparato in bocca. Grazie al confronto diretto e alla lavorazione parallela della stessa situazione, una volta analogica, una volta digitale, si ha un risultato che è stato controllato insieme al dentista (Fig. 1).

Dato che esiste una grande scelta di tecnologie dei processi, la decisione è caduta su una protesi di dente singolo adatta all'uso quotidiano in ceramica di disilicato di litio. Sono stati discussi e comparati sia la fabbricazione sia l'adattamento della protesi nella bocca del paziente.

Non è facile rispondere alla domanda se una scansione intraorale sia migliore della variante dell'impronta tradizionale. Entrambe le varianti hanno i loro pro e contro.

Il flusso di lavoro digitale, costruire e progettare qualcosa al computer senza tenere in mano un modello, non è più qualcosa da immaginare. Grazie alla notevole offerta e alla crescita nel campo degli scanner intraorali, cresce il bisogno di un vero procedimento CAD/CAM-guidato. Offrirlo e realizzarlo comporta però naturalmente costi d'acquisto

Parole chiave: CAD/CAM, Scansione intraorale, Ceramica a pressione, Test del procedimento, Controllo di precisione.

Introduzione

Digitale o analogico

ANALOGICO O DIGITALE: QUAL È IL METODO PIÙ ECONOMICO?



Fig. 1 Rappresentazione dei tre modelli preparati digitalmente e analogicamente.

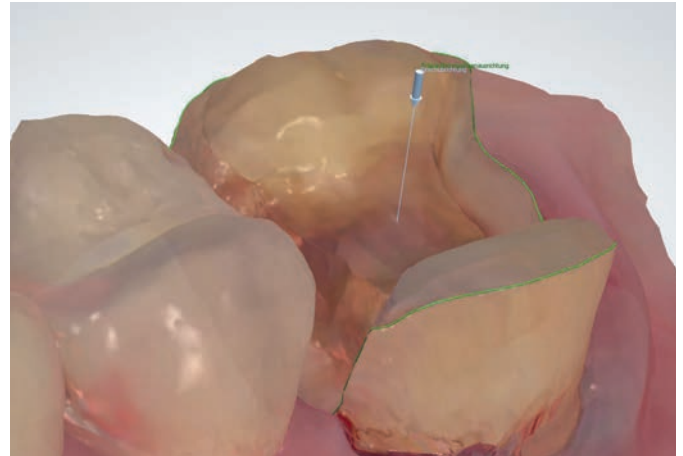
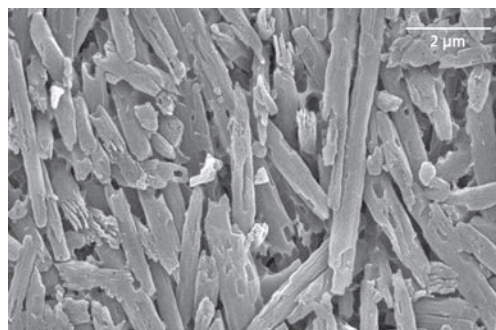


Fig. 2 Modellazione della corona sullo schermo.

enormi. Resta aperta la questione se valga la pena affrontare queste spese. Per poter riprodurre la precisione della scansione, i modelli devono poter essere fabbricati in modo sia sottrattivo sia additivo. Questo procedimento comporta anche aspetti positivi, il lavoro allo schermo può presentare dei vantaggi, quando si tratta per esempio di spazio disponibile o dell'esatta definizione del limite della preparazione (Fig. 2). I vantaggi e gli svantaggi del procedimento analogico affermato sono noti. Per gli odontotecnici che hanno iniziato il proprio lavoro prima dell'introduzione della scansione intraorale, è probabilmente più piacevole studiare la situazione e modellare con le mani. Il metodo convenzionale porta con sé esperienza e successi di anni.

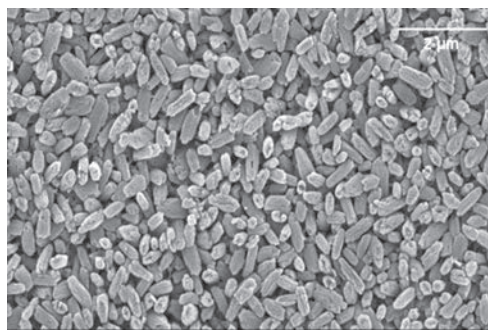
I materiali Erano a disposizione: uno scanner intraorale (Trios/3Shape, Copenhagen, Danimarca) e un'impronta convenzionale con un polietere (Impregum/3M Espe, St. Paul, USA) in un cucchiaio di Schreinemaker, per una protesi di un dente singolo nella regione posteriore. L'indicazione richiesta era una corona parziale in ceramica integrale di disilicato di litio. Nel procedimento digitale è stato usato IPS e.max CAD e nel procedimento analogico IPS e.max Press (entrambi Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

E.max CAD è un blocchetto in ceramica a base di disilicato di litio pronto per l'inserimento diretto nella fresatrice. Il blocchetto grezzo, prima della trasformazione della struttura, ha una resistenza alla flessione biassiale di 130-150 MPa. Dopo la trasformazione della struttura, in cui i cristalli di disilicato di litio condensano la struttura del materiale (0,2% circa di ritiro), la resistenza alla flessione biassiale è di 530 MPa. E.max press viene fornito in forma di lingotti, con una resistenza alla flessione biassiale di 460 MPa. Il pezzo grezzo è preparato per la pressatura diretta dei cilindri. Esso copre una quantità di produzione fino a 0,7 grammi di peso della cera, con cui si possono produrre parecchie unità. Rispetto a un pezzo di blocchetto IPS e.max CAD, viene creata solo un'unità. Fra le altre cose si deve tenere conto anche della diversa rifrazione della luce dovuta alla disposizione dei cristalli di disilicato di litio, attraverso la quale l'effetto cromatico cambia (Figg. 3a,b). In breve significa che i cristalli dei pezzi grezzi IPS e.max Press sono più lunghi, più stabili e trasparenti. Ne deriva un effetto cromatico diverso.



a S e.max Press

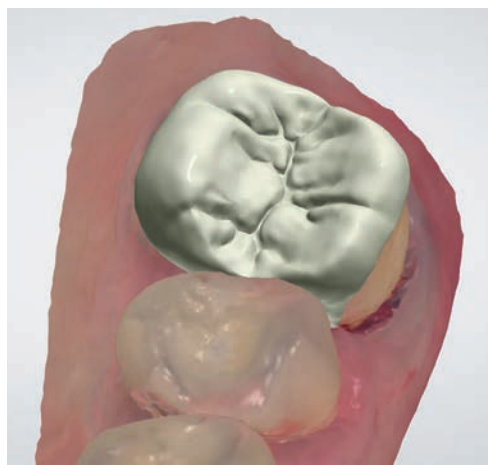
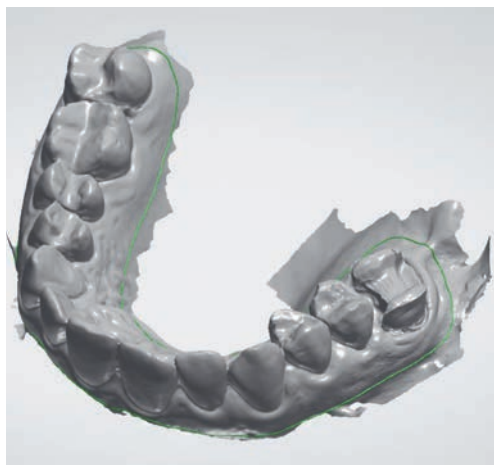
Lithium-Disilicate



b S e.max CAD

Lithium-Disilicate

Figg. 3a,b Disposizione dei cristalli in IPS e.max Press (a sinistra) e IPS e.max CAD (a destra) (Fotografie: Ivoclar Vivadent).



Figg. 4,5 Fabbricazione del modello e disegno della corona.

Le scansioni eseguite dall'odontoiatra vengono controllate e inserite nel sistema come caso del paziente. La rifinitura della scansione (taglio dei modelli, allineamento del piano occlusale e definizione del limite della preparazione) viene eseguita dall'odontotecnico mediante il programma 3Shape Model Builder (Figg. 4,5).

Dopo che le scansioni sono state rifinite, è stata stabilita la linea d'intersezione per i monconi per poter fabbricare un modello, nel quale il campo di lavoro possa essere rimovibile. Successivamente è stato stabilito con la massima precisione il limite della preparazione. Grazie al RealColor-Upgrade di 3Shape esiste la possibilità di ottenere la massima qualità possibile dalla scansione perché lo strumento consente di riconoscere esattamente il limite della preparazione e le strutture. I colori vengono rilevati dallo scanner.

La modellazione è avvenuta prestando attenzione allo spessore minimo del materiale. Nella regione posteriore si è cercato di ottenere uno spessore minimo di 1,5 millimetri. I punti di contatto sono stati modellati sfericamente nella zona prossimale e in modo da essere sufficientemente robusti. Ci si è concentrati particolarmente sull'adattamento agli altri denti. La forma seguiva la funzione.

Dopo il disegno della corona il modello è stato modificato e terminato. Anch'esso è stato fabbricato mediante il Model Builder.

La fabbricazione del modello è avvenuta in un modello di lavoro che è stato fresato da un materiale per modelli, con monconi sfilabili e un modello di controllo (unsection) che è stato stampato. Il modello antagonista è stato anch'esso stampato (Fig. 6). La protesi

Preparare il workflow digitale

ANALOGICO O DIGITALE: QUAL È IL METODO PIÙ ECONOMICO?

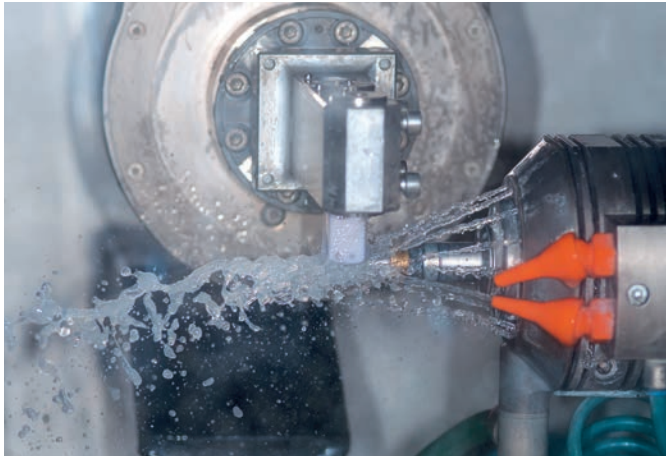
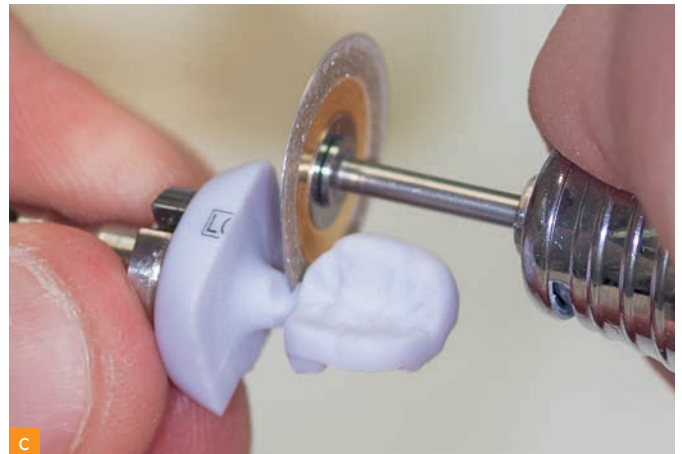


Fig. 6 Il blocchetto IPS e.max CAD viene fresato nella fresatrice Multi.



Figg. 7a-c Rifinitura della corona parziale.



è stata fresata in una multifresatrice Organical (R+K Organical CAD/CAM, Berlino). Il materiale CAD e.max è stato rifinito esclusivamente da bagnato.

La corona è stata rifinita in cinque fasi (Figg. 7a-c):

- adattamento sul moncone;
- rifinitura dei contatti prossimali;
- adattamento agli antagonisti;
- perfezionamento superficiale;
- brunitura dei margini.

La rifinitura è avvenuta prestando la massima attenzione ed esercitando poca pressione, per non caricare troppo il materiale. Possono formarsi delle microincrinature che non sono visibili dopo la cottura di cristallizzazione, che possono causare chipping. La cottura di cristallizzazione è stata effettuata in un forno per ceramica a 850° ed è durata circa 30 minuti. Si è verificata una contrazione minima dovuta alla condensazione della struttura dei cristalli (0,2% di condensazione). Inoltre è stata fabbricata una corona nel workflow digitale senza adattarla (solo cristallizzata e caratterizzata con supercolori) per testare in che modo funziona l'adattamento diretto dalla macchina (Fig. 8).

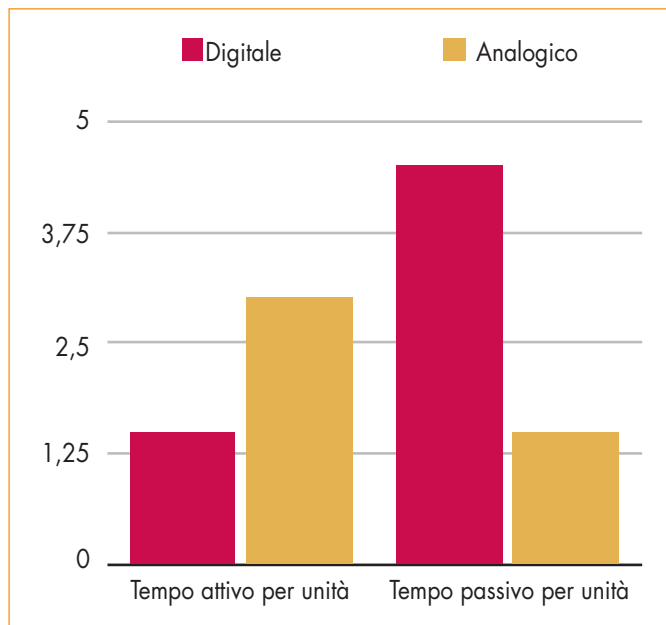


Fig. 8 Tempo attivo e passivo nei procedimenti analogico e digitale a confronto.



Fig. 9 Modellazione in cera della corona nel workflow analogico.

È stato controllato il rilevamento dell'impronta monofasica ed è stato registrato l'ordine nel sistema. Dell'ulteriore preparazione del lavoro facevano parte: la realizzazione del modello, la liberazione del limite di preparazione, l'articolazione.

Dopo avere controllato ancora una volta il tutto, la corona preparata è stata modellata in cera (Fig. 9), imperniata, messa in muffola, pressata e smuffolata, il tutto attenendosi alle indicazioni del fabbricante.^{1,2}

Anche questa corona è stata rifinita in cinque fasi (Figg. 10a,b):

- adattamento sul moncone;
- rifinitura dei contatti prossimali;
- adattamento agli antagonisti;
- perfezionamento superficiale;
- brunitura dei margini.

Le corone ottenute con entrambi i procedimenti sono state rifinite con il supercolore e la glasura indicati dal fabbricante (Figg. 11a,b). La tabella 1 mostra i rispettivi dispendi di tempo dei due procedimenti di preparazione.

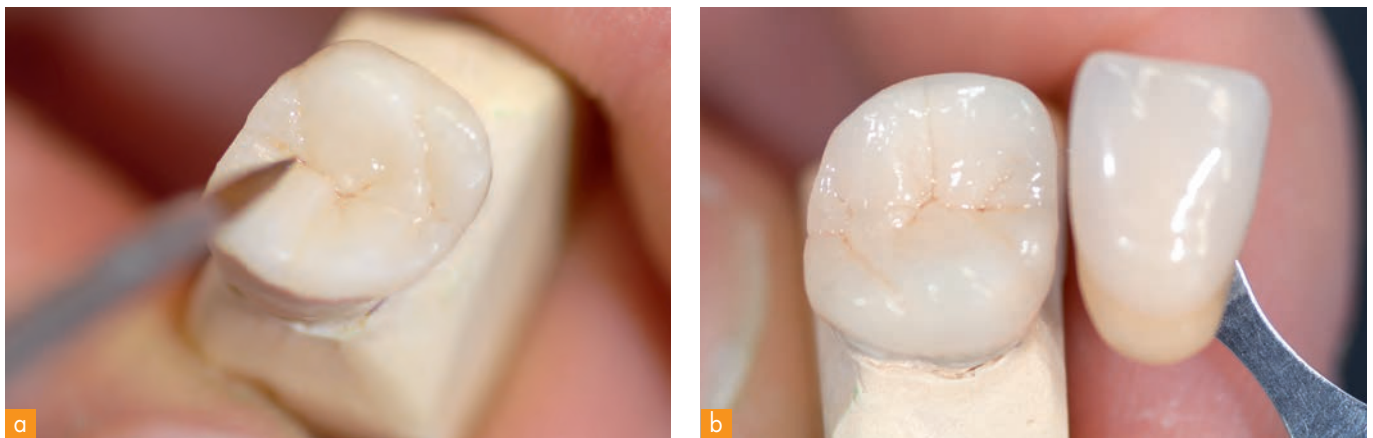
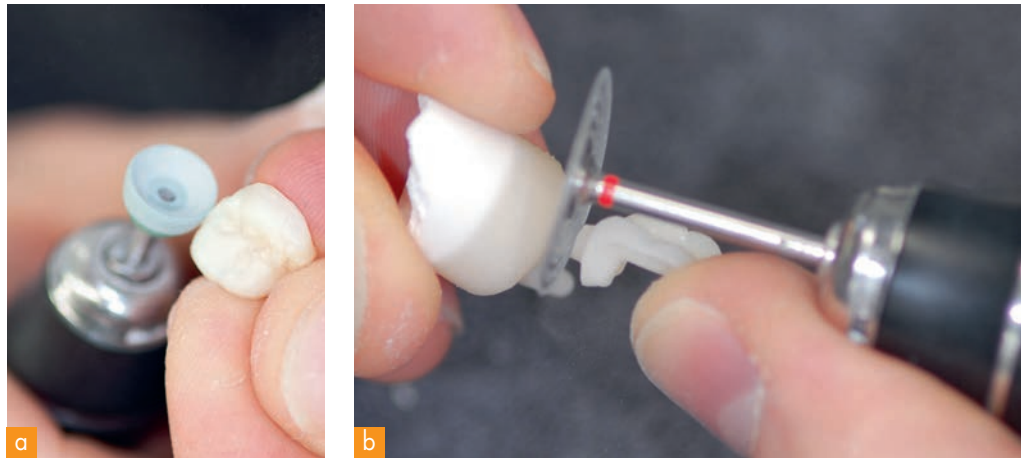
Dopo aver ultimato il lavoro odontotecnico, il dispositivo medico finito è stato inviato all'odontoiatra, presso il quale è stato eseguito un controllo di precisione con gli aspetti estetici (Fig. 12). Il controllo di precisione è stato condotto dall'odontoiatra secondo Holmes (Fig. 13).

Il procedimento è il seguente: si distingue tra il divario marginale e il divario interno per ciò che si riferisce alla fessura marginale e alla fessura per il cemento. Per controllare la discrepanza marginale, si mette nella corona un silicone fluido, riposizionandola poi sul moncone con una forza uniforme. Successivamente il silicone viene inumidito con uno strato sottile di silicone maggiormente viscoso per poterlo rimuovere dalla corona senza distruggerla o deformarla. Il primo strato viene ora tagliato in pezzi staccati e

Preparare il workflow analogico

QUAL È IL METODO PIÙ ECONOMICO?

Figg. 10a,b Rifinitura della corona nel workflow analogico.



Figg. 11a,b Caratterizzazione delle corone ottenute dal workflow digitale e analogico.

Tabella 1 Dispendio di tempo nel procedimento di produzione digitale e analogico.

	Digitale	Analogico
Preparazione del lavoro	Circa 15 minuti: controllare e lavorare le scansioni, determinare i limiti della preparazione	Circa 70 minuti: controllare/preparare, colare, lasciar indurire, molare/segare l'impronta, liberare il limite di preparazione, posizionare nell'articolatore
Modellazione delle corone	Circa 15 minuti	Circa 30 minuti
Processo di fabbricazione	Circa 4 ore: fresare e stampare i modelli/la corona	Circa 1,5 ore: imperniare, mettere in muffola, calcinare, pressare, smuffolare
Adattamento/rifinitura	Circa 10 minuti: adattamento sul moncone/punti di contatto	Circa 10 minuti: adattamento sul moncone/punti di contatto
Cottura di cristallizzazione	Circa 30 minuti	—
Completamento	Circa 50 minuti: cottura cromatica/di glasura, lucidare, controllare	Circa 50 minuti: cottura cromatica/di glasura, lucidare, controllare
Risultato finale	Circa 6 ore	Circa 4 ore



Fig. 12 Prova della corona in bocca.



Fig. 13 Applicazione di silicone nella corona.

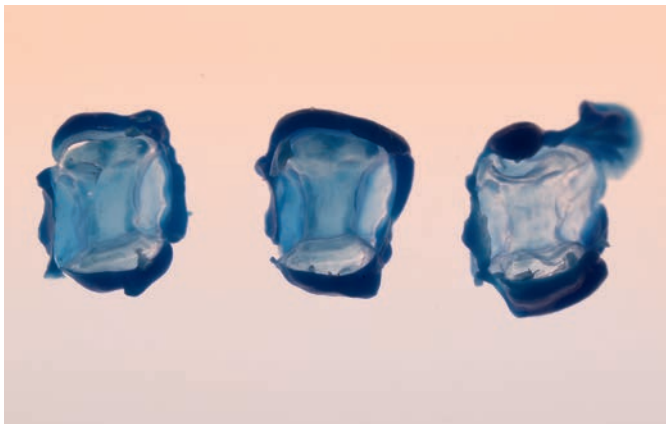


Fig. 14 Controllo della precisione della corona con il Fit Checker di GC (Leuven, Belgio). Da sinistra a destra: corona digitale non lavorata, digitale lavorata, analogica.

le sezioni hanno un decorso ad angolo retto rispetto al limite della preparazione, per ottenere una distanza effettiva fra il margine della corona e il limite della preparazione. La misurazione avviene col microscopio ottico o con l'ausilio di fotografie eseguite col microscopio elettronico a scansione lineare (Fig. 14).

Differenze strutturali indicano la discrepanza o i diversi spessori del materiale e riflettono di conseguenza l'adattamento sul moncone. Secondo uno studio dell'ospedale Charité di Berlino, si persegue un adattamento compreso fra 20 e 100 μm (Tab. 2).³

Il risultato dello studio e della valutazione pratica si divide in due categorie:

- il confronto temporale-economico della fabbricazione (vedi diagramma dei tempi);
- l'adattamento clinico nella bocca del paziente (adattamento occlusale, chiusura marginale).

Dal punto di vista tecnico nonché odontoiatrico, il workflow digitale è più favorevole per quanto riguarda il fattore temporale e l'adattamento. L'odontoiatra calcola in una corona parziale circa un'ora e mezzo di lavoro nel flusso di lavoro convenzionale, senza considerare i controlli. Nel procedimento digitale il tempo si riduce di circa 30 minuti. In sintesi ciò significa che si ha un 30% circa di risparmio di tempo grazie al molaggio

Conclusione

QUAL È IL METODO PIÙ ECONOMICO?

Tabella 2 Vantaggi e svantaggi del procedimento digitale e di quello analogico per la fabbricazione di una corona.

Digitale	Analogico
Vantaggi: <ul style="list-style-type: none"> • controllo diretto sullo schermo • riconoscimento rapido di errori sul PC • piacevole per il paziente • lavoro pulito • resa cromatica • possibilità di comunicazione diretta con l'odontoiatra 	Vantaggi: <ul style="list-style-type: none"> • situazione fisica diretta "effettiva" • nessuna perdita di dimensione nella modellazione • adattamento più preciso (nessuna correzione del raggio di fresatura) • controllo oclusale • modellazione più fine • controllo del movimento
Svantaggi: <ul style="list-style-type: none"> • ritardo nella scansione • controllo oclusale impreciso • perdita di dimensione nella costruzione • adattamento mediante correzione del raggio di fresatura 	Svantaggi: <ul style="list-style-type: none"> • ritardo nella scansione • bolle nell'impronta • senso di vomito dovuto al cucchiaino • sgradevole per il paziente • nessun risultato diretto

Figg. 15a,b La corona inserita clinicamente.



ridotto e al migliore adattamento, il che è interessante dal punto di vista economico. Nel workflow digitale anche in laboratorio il tempo di lavoro attivo si riduce del 50% circa rispetto ad una corona convenzionale, fabbricata in modo analogico. Test in situ:

- La corona digitale non lavorata aveva un ottimo adattamento in bocca, tuttavia i contatti erano fortemente sovracontornati nella parte oclusale.
- La corona rifinita digitalmente aveva un buon adattamento e ottimi contatti sia prossimali sia oclusali.
- La corona fabbricata in modo analogico convenzionale mostrava un buon adattamento interno (rapporto adattamento interno/contatti, adattamento più difficile). C'era tuttavia un maggiore dispendio di tempo per il molaggio dei contatti oclusali e prossimali (i modelli venivano posizionati nell'articolatore, si eseguiva un controllo dello splitcast e si effettuava un molaggio selettivo dei modelli).

La scelta è caduta alla fine sulla corona analogica, ma solo per motivi estetici, poiché la resa cromatica era migliore che nelle corone CAD, ciò che rimanda di nuovo alla struttura cristallina. Per il resto la corona CAD rifinita è il lavoro più economico e più preciso (Figg. 15a,b).



Gli autori ringraziano ZA Karl-Heinz Nagel, di Hannover, per la stretta collaborazione e per il contributo in termini di foto cliniche nonché per l'esercizio e il controllo dell'adattamento nella bocca del paziente, e il laboratorio odontotecnico Rübeling & Klar di Berlino per aver messo a disposizione macchine e materiali.

Ringraziamenti

1. IPS e.max CAD Monolithic Solutions Labside. Gebrauchsinformation. Schaan: Ivoclar Vivadent, 2017.
2. IPS e.max Press. Verarbeitungsanleitung. Schaan: Ivoclar Vivadent, 2007.
3. Lachmann K. In-vitro-Untersuchung zur Passgenauigkeit von Kronen, die mit verschiedenen CAD/CAM-Systemen gefertigt wurden. Dissertation. Berlin: Medizinische Fakultät Charité, 2010.
4. Schwerin C: Make or Buy? Eigenfertigung oder Fremdfertigung? Eine Kostenübersicht und Analyse. Quintessenz Zahntech 2017;43:1201-1209.

Bibliografia

Tom Rebbe
Studio odontoiatrico Hermann
Flingerstraße 11
40213 Düsseldorf
E-mail: tom.rebbe@web.de

Autori

Tobias Karpe
Laboratorio odontotecnico Rübeling & Klar
Ruwersteig 43
12681 Berlino
E-mail: t.karpe@gmx.de