



Tecnologia CAD/CAM e ossido di zirconio: semplicità e predicibilità grazie alla preparazione marginale “feather-edge”

Stefano Patroni, MD, DDS, LMD

University of Geneva, Switzerland

Visiting professor, University of Parma, Italy

Private practice, Piacenza, Italy

Giuseppe Chiodera, DMD

Private practice, Brescia, Italy

Carlotta Caliceti, DMD

Private practice, Piacenza, Italy

Paolo Ferrari, DMD, LMD

University of Geneva, Switzerland

Private practice, Parma, Italy



Correspondence to: Dr. Stefano Patroni

Via S. Giovanni, 28; 29100 Piacenza

Tel. +39 0523 331852; e-mail: stefano.patroni@libero.it; www.stefanopatroni.com



Abstract

Le necessità cliniche e le crescenti aspettative dei pazienti hanno portato la moderna odontoiatria a focalizzarsi sulla messa a punto di protocolli sempre più semplici e sullo sviluppo di materiali che offrano elevate prestazioni in fatto di resistenza meccanica ed estetica.

Negli ultimi anni, la comunità scientifica si è avventurata nel mondo del CAD/CAM, una significativa innovazione tecnologica derivata dal mondo dell'ingegneria. Questa innovazione ha reso possibile sfruttare un materiale che già da tempo si era distinto per le sue qualità meccaniche e mimetiche: l'ossido di zirconio. Così come il CAD/CAM sta rivoluzionando le procedure di laboratorio eseguite dagli odontotecnici, il colore

bianco della zirconia ha aperto nuove prospettive che possono portare non solo a nuove opzioni per una corretta pianificazione del trattamento, ma anche nuove opportunità di scelta dei materiali da utilizzare per la riabilitazione protesica e di diversi tipi di preparazione possibili.

In questo articolo si analizzano i vantaggi e i limiti di queste metodologie, che sono in grado di semplificare i protocolli chirurgici e standardizzare i risultati. Grazie alla loro natura innovativa, queste tecnologie hanno suscitato grande entusiasmo nella professione, ma questo approccio necessita di essere verificato da un'ulteriore evidenza scientifica.

(Eur J Esthet Dent 2010; 5:XXX-XXX.)





Introduzione

CAD/CAM è un termine derivato, così come la tecnologia ad esso associata, dal mondo dell'ingegneria ed è stato applicato all'odontoiatria clinica. I prodotti finali nei due settori sono molto diversi per quanto riguarda i materiali, le forme e le dimensioni, ma la filosofia dietro al processo rimane la stessa e prevede la sostituzione del lavoro manuale con procedure meccanizzate o robotizzate.^{1,2}

Le procedure possono essere divise in due fasi: CAD (computer-aided design), nella quale l'oggetto viene progettato e creato virtualmente, e CAM (computer-aided manufacturing) che dalla progettazione virtuale porta alla produzione dell'oggetto desiderato.

La precisione e la capacità di questa tecnologia di standardizzare sia la procedura che il prodotto finale rendono la sua potenzialità affascinante; in teoria, è possibile persino eliminare le variabili introdotte dall'operatore nella fase di laboratorio e ridurre le fasi cliniche necessarie per la realizzazione della protesi finale.³ Gli odontoiatri di tutto il mondo hanno espresso interesse per la tecnologia CAD/CAM, in quanto permette di lavorare con materiali diversi. Tra questi vi sono il titanio in quanto lega metallica di base, le resine acriliche per i restauri provvisori e le ceramiche vetrose o cristalline. Il materiale con il maggior numero di applicazioni è l'ossido di ceramica stabilizzato con ossido di ittrio, conosciuto come ossido di zirconio (zirconia).⁴

Sono sorti molti dubbi riguardo a questo nuovo metodo sia da parte dei clinici che degli odontotecnici; in realtà, il laboratorio è quello più coinvolto da queste innovazioni.

Quindi, il clinico deve essere in grado di comprendere come queste nuove tecnolo-

gie CAD/CAM e di impronta ottica intraorale possono essere integrate nella pratica clinica quotidiana, sapere quali tipi di preparazione e margini protesici sono compatibili con questi nuovi materiali e avere informazioni precise sul loro utilizzo.

Da un punto di vista chimico, la zirconia è un metallo di transizione duro di colore grigio/bianco, che non si trova in natura come minerale puro. In odontoiatria, la zirconia non viene usata come minerale puro, ma come ossido di ceramica (ossido di zirconio). Da un punto di vista strutturale, l'ossido di zirconio è disponibile in tre stati: cubico, monoclino e tetragonale.⁵ Tutti questi stati sono instabili a temperatura ambiente e devono essere combinati con un elemento per mantenere la forma desiderata. La forma tetragonale è quella maggiormente studiata nella Letteratura pubblicata⁶ e viene stabilizzata mediante l'ittrio.⁷ Questo materiale è stato sperimentato già nel 1969 in ambito ortopedico.

Sono le caratteristiche estetiche e meccaniche che fanno sì che la zirconia siano un metallo piacevole da lavorare. Infatti, non solo è bianco, ma è resistente alle fratture in modo molto simile al titanio (285 N vs 305 N).⁸ Inoltre, non è citotossico,¹⁰ non produce mutazioni del genoma cellulare^{8,9} e induce una modesta risposta infiammatoria nei tessuti, inferiore a quella del titanio.¹¹

Un'altra caratteristica positiva del materiale è che ha una limitata ritenzione di placca batterica: Scarano ha riportato una copertura batterica sulla superficie della zirconia del 12%, contro il 19% del titanio.⁵

La zirconia ha diverse indicazioni in odontoiatria. Può essere usata come sottostruttura per onlay/overlay, corone singole, ponti, come abutment per impianti (Fig. 1) e come impianti stessi.

Nonostante il materiale fosse già noto, la tecnologia non era disponibile. Oggi, gra-



zie al CAD/CAM, questo vuoto tecnologico è stato colmato.

Le strutture vengono ottenute per sottrazione fresando un blocco di zirconia parzialmente sinterizzato; questa procedura è guidata da software dedicati.¹²

Una panoramica sulla zirconia e sul CAD/CAM

Bisogna tenere in mente che la struttura in zirconia non è realizzata dal tecnico, bensì dall'unità di fresatura che mola un blocco di zirconia. Questo richiede istruzioni e linee guida specifiche in forma digitale, che possono essere riassunte in tre fasi:³

- 1) *digitalizzazione*: trasforma la geometria dell'oggetto scansionato in dati digitali;
- 2) *lavorazione*: il software elabora i dati e, se necessario, sviluppa il progetto;
- 3) *realizzazione*: la tecnologia (non necessariamente un fresatore) trasforma i dati nell'oggetto desiderato.

Utilizzando la tecnologia CAM/CAD, la procedura clinica/tecnica classica (impronta, modello, ceratura, fusione) deve interfacciarsi con la procedura digitale (Tab. 1). La trasformazione delle informazioni analogiche in informazioni digitali può avvenire in diversi momenti della procedura convenzionale:

- 1) L'impronta viene sviluppata in laboratorio. Il laboratorio invia il modello al servizio digitale che la digitalizza, progetta la struttura (CAD), la realizza (CAM) e quindi la rimanda al tecnico per la stratificazione della ceramica (Tab. 2).
- 2) L'impronta viene sviluppata in laboratorio. Il tecnico digitalizza il modello con uno scanner e con il software speciale progetta la struttura (CAD) (Tab. 3a). In



Fig. 1 Esempio di un abutment implantare personalizzato realizzato in zirconia.



Tabella 1



Tabella 2

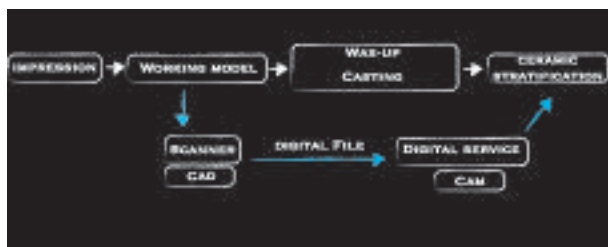


Tabella 3a



Tabella 3b



Tabella 4

alternativa, il tecnico può realizzare una ceratura tradizionale ed effettuare la scansione (Tab. 3b). In entrambi i casi, il laboratorio potrà inviare un file digitale al centro di fresatura per la realizzazione della struttura (CAM). La struttura viene quindi inviata di nuovo al tecnico per la stratificazione della ceramica.

- 3) L'impronta può fin da subito seguire la procedura digitale (per esempio usando una videocamera 3M ESPE o simile). La pianificazione può essere eseguita sia in laboratorio e sia presso il Centro di Servizi Digitali (CAD). Comunque, la produzione della struttura (CAM) deve essere eseguita presso il centro di fresatura e quindi inviata al laboratorio insieme al modello in resina per la stratificazione della ceramica (Tab. 4).

Nell'esperienza clinica degli Autori¹, il metodo che da le migliori strutture per il supporto della ceramica è quello che inizia con una ceratura convenzionale della struttura realizzata in laboratorio e quindi sottoposta a scansione. Questa tecnica permette la creazione di una struttura individualizzata, il che significa che il design può essere personalizzato con adeguate cuspidi e cresta marginale. Questo crea, laddove necessario, un ispessimento del manufatto palatino e un adeguato design di connessione (Figg. 2a-b).



Figg. 2a,b Esempi di strutture in zirconia con margini ben rappresentati per garantire la resistenza meccanica.

Applicazione clinica

Per una protesi fissa, il materiale di base di una corona in ceramica che è il più usato e che, secondo l'evidenza scientifica, garantisce gli standard di resistenza più elevati, è la lega nobile (tecnica metallo-ceramica).

La limitazione più importante di questa tecnica è rappresentata dal fatto che il restauro in metallo ha una traslucenza limitata, il che significa che esteticamente non può competere con lo standard che si può ottenere con l'utilizzo delle ceramiche integrali. Le ceramiche integrali sono indicate nei casi in cui sia necessaria un'eccellente estetica, in quanto questi materiali imitano al meglio il colore e la luminosità del dente naturale (Fig. 3). Uno svantaggio, comunque, è che questi restauri hanno una bassa resistenza meccanica.

Le ceramiche senza colletto supportate da una struttura in metallo rappresentano una soluzione che, in teoria, combina i vantaggi di entrambe le tecniche, eliminando il metallo nelle parti marginali così da ridurre l'effetto ombrello.¹³ Oggi c'è anche una terza opzione che si posiziona a metà strada e che è sempre più utilizzata: la zirconia.

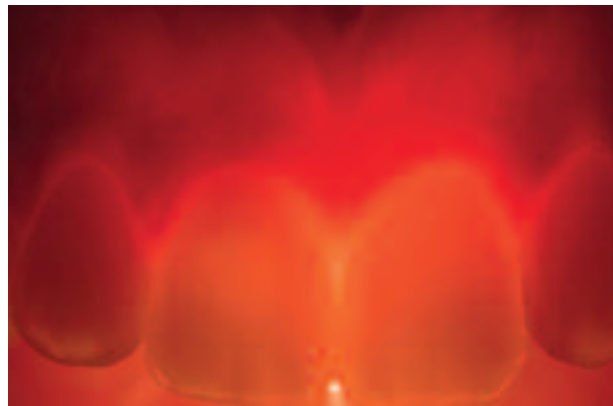


Fig. 3 Il miglior materiale per ricostruzioni protesiche, in termini di estetica, è quello in grado di replicare la traslucenza dei denti naturali.

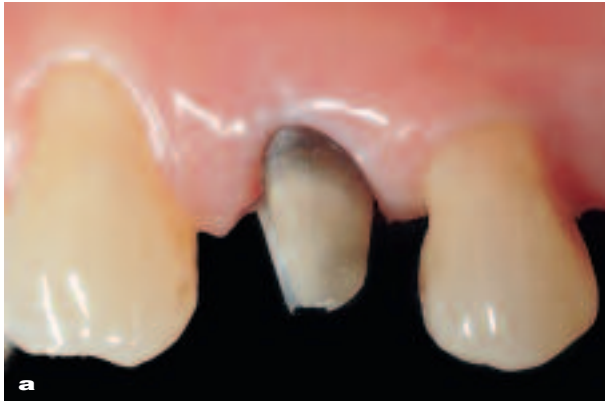


Fig. 4a Dente naturale decolorato; l'uso di corona altamente traslucente porterebbe a un risultato insoddisfacente.



Fig. 4b La corona in ceramica supportata da una struttura in zirconia dopo la cementazione. Il valore del dente sfavorevole è parzialmente mascherato, aumentando lo spessore della struttura. Nonostante ciò, comunque, il moncone decolorato traspare attraverso i tessuti marginali.

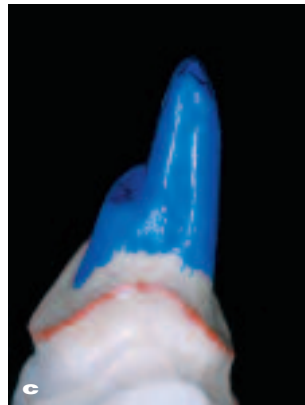
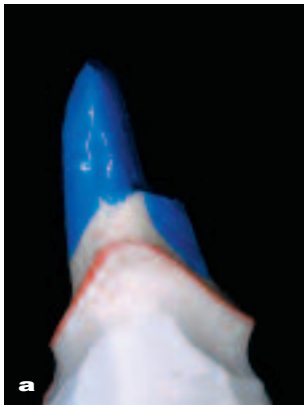


Fig. 5a-c I produttori consigliano per una corona in ceramica zirconia una preparazione a spalla arrotondata o a chamfer.



Fig. 6a,b Un caso clinico: il sorriso prima e dopo il trattamento.



Figg. 7a,b La situazione intraorale iniziale **(a)**. Il risultato finale **(b)**: i quattro incisivi con corone in zirconia cementate. L'arcata inferiore è stata riabilitata con una protesi fissa supportata da impianti.



Figg. 8a-d Denti anteriori superiori prima del trattamento **(a)**. I quattro incisivi preparati con un margine a chamfer **(b)**. Quattro corone in ceramica zirconia sul modello master **(c)**. Fine del trattamento; i quattro incisivi superiori sono stati ricostruiti con corone in ceramica zirconia, i due canini sono stati restaurati con faccette in ceramica **(d)**.



Figg. 9a,b Alcuni dettagli dei margini delle corone e della loro integrazione con i tessuti.



Figg 10a-c In caso di preparazione feather-edge, è obbligatorio finire con un margine in metallo. Quando si utilizza una struttura in zirconia, il margine dovrebbe essere ben rappresentato, così come il metallo, ma il colore bianco semplifica il risultato estetico.



La zirconia ha eccellenti proprietà meccaniche ed estetiche. Meccanicamente, questo si osserva se il materiale viene utilizzato con uno spessore di 0,5 mm o più. Questo spessore garantisce un'eccellente resistenza meccanica, ma riduce parzialmente il risultato estetico. In alcuni casi, comunque, lo spessore della struttura rende possibile mascherare i denti preparati fortemente decolorati, ottimizzando i risultati estetici (Figg. 4a-b).

Al fine di ottenere i migliori risultati estetici, è necessario usare uno spessore di 0,3 mm, in quanto conferisce un elevato grado di luminosità e traslucenza.¹⁴ Bisogna comunque dire che queste caratteristiche sono inferiori a quelle che si possono ottenere con le ceramiche integrali (48% vs 72%).¹⁵

Per i restauri con struttura in ossido di zirconio, il produttore raccomanda preparazioni a spalla arrotondata o a chamfer in quanto queste sono considerate essere le più adatte per ottenere precisione, resistenza ed estetica (Figg. 5-9).

La presenza di un margine significa che è necessaria un'eccellente definizione nella fase di preparazione e un adeguato trasferimento delle informazioni al laboratorio. Questi problemi sono più semplici da risolvere con una preparazione "feather-edge" in cui la linea di finitura non è più rappresentata da una linea, ma piuttosto da un'area.

Il vantaggio di una preparazione di tipo "butt" (a spalla o a chamfer) è che permette, dal margine, un adeguato spessore dei materiali da restauro (metallo-ceramica opaca), riducendo il più possibile la visibilità del bordo in metallo.

Comunque, con una preparazione feather-edge è necessario avere un margine metallico ben rappresentato e clinicamente evidente (Fig. 10). Questo può essere con-



Tabella 5

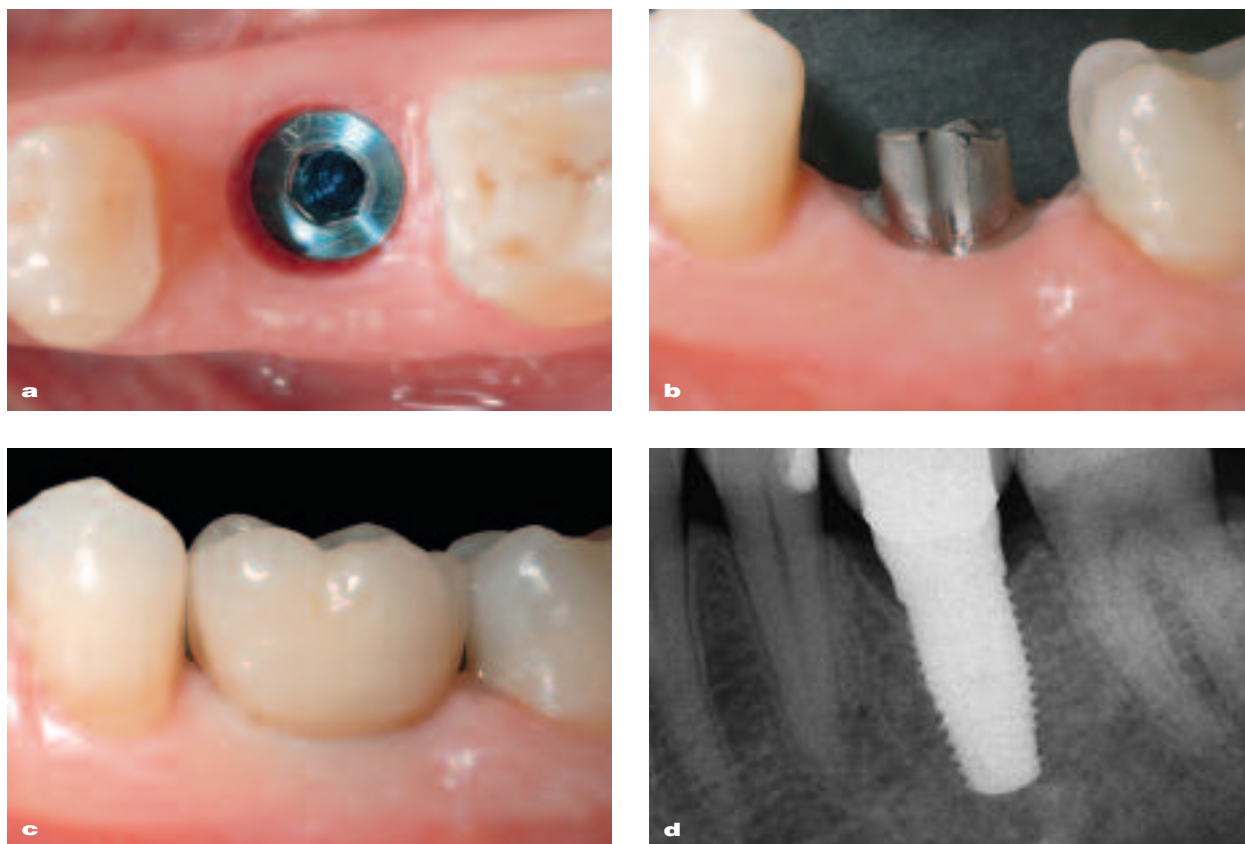
siderato un compromesso estetico e solitamente è indicato per la riabilitazione parodontale protesiche complesse.

Questa limitazione può essere superata usando un materiale come la zirconia, che permette di creare un margine bianco. Oltre a essere clinicamente accettabile, si integra esteticamente con i tessuti parodontali, senza necessità di "invadere" il solco dento-gengivale, complicando le procedure protesiche e rischiando di danneggiare l'attacco parodontale.

Questo ha portato all'idea di combinare l'ossido di zirconio con la preparazione feather-edge, una soluzione che, se non raccomandata, è consentita dai produttori a condizione che si tenga conto di alcune considerazioni cliniche e tecniche fondamentali.

Perché una preparazione marginale feather-edge?

Negli ultimi 10 anni, il piano di trattamento protesico è cambiato a causa dell'introduzione degli impianti. Infatti, è grazie agli impianti che è possibile trattare edentulie singole o multiple (Fig. 11), senza dover ricorrere alla preparazione di denti vitali e sacrificare tessuto sano per applicare un ponte. Analogamente, denti seriamente compromessi, che finora venivano trattati in



Figg. 11a-d Nell'ultimo decennio, la preferenza della maggior parte dei clinici, in caso di aree edentule parziali tra due denti sani, è rappresentata dal posizionamento di un impianto piuttosto che di una protesi convenzionale.

modo protesico con corone totali, oggi possono essere riabilitati con restauri adesivi indiretti.

Le indicazioni per una protesi fissa sono cambiate e sempre meno spesso un dente sano viene riabilitato con una protesi fissa. È ancora più raro che il clinico esegua un trattamento endodontico per motivi protesici, in quanto in realtà i denti vitali vengono trattati con una terapia conservativa. Quindi, l'odontoiatria protesica quasi sempre segue il trattamento endodontico necessario per recuperare denti che sono stati distrutti dalla carie.

Inoltre, la lesione cariosa non solo si estende orizzontalmente verso la camera

pulpale, ma segue la linea dei tubuli dentinali e spesso si estende apicalmente e coinvolge l'attacco parodontale. Per questo motivo, la maggior parte dei casi richiede una procedura di allungamento di corona prima della fase protesica, al fine di rendere accessibile il tessuto sano residuo e ristabilire una corretta relazione con questo senza danneggiare l'attacco parodontale (Figg. 12,13).

Nella stessa fase chirurgica, è possibile eseguire una preparazione feather-edge dei monconi una volta scollato il lembo 16-18 e, contemporaneamente, ottimizzare tutti gli altri parametri che rendono più predicabile il risultato a lungo termine.



Figg. 12a-c L'allungamento di corona clinica spesso è necessario per riabilitare in modo corretto un dente seriamente compromesso; durante la chirurgia, il dente viene preparato fino alla cresta ossea e dopo la sutura i provvisorio viene ribasato (????????). Con una preparazione feather-edge, è facile ottenere 4 mesi dopo la chirurgia tessuti sani intorno al dente preparato.



Fig. 13 I tessuti maturati intorno ai monconi naturali 4 mesi dopo la chirurgia parodontale (a), i denti sono stati preparati una volta scollato il lembo e l'impronta finale è stata rilevata senza alcuna ulteriore preparazione marginale. Le corone cementate (b).



Figg. 14a,b Un caso clinico: il sorriso iniziale **(a)** e quello dopo il trattamento **(b)**.



Figg. 15a,b L'usura dentale, le relazioni occlusali anteriori perse e l'estetica insoddisfacente **(a)**. Il risultato finale **(b)**.

Questi parametri prevedono:

- il ristabilimento delle dimensioni biologiche;
- l'allungamento di monconi corti;
- il recupero dell'effetto ferula;
- la correzione delle prossimità radicolari;
- l'eliminazione delle concavità residue dopo trattamento delle formazioni;
- la chirurgia ossea per eliminare le tasche intraossee profonde;
- la chirurgia per correggere i problemi estetici, come il gummy smile, o per armonizzare architetture gengivali non estetiche.

Questo approccio prevede, una volta scollato il lembo, una preparazione feather-edge dei denti fino alla cresta ossea.

Al fine di beneficiare di tutti i vantaggi offerti dalla preparazione feather-edge, è importante non modificare questa preparazione una volta terminata la fase chirurgica, se non per eseguire piccole modifiche che non riguardano l'area marginale. Infatti, una volta che il moncone viene ripreparato nella fase dell'impronta, questo può creare un margine di riferimento nell'area di finitura marginale che è vincolante per il restauro finale (Figg. 14-20). Quando i tessuti sono maturati completamente, sarà possibile rilevare un'impronta definitiva e finalizzare il restauro protesico (Fig. 21).

Vi è una tecnica pubblicata che permette di esplicitare i vantaggi della preparazione feather-edge eseguita in "cieco", ovvero senza accesso chirurgico.^{19,20} Natu-



Figg. 16a-f I monconi immediatamente prima della chirurgia **(a)**. Una volta che il lembo è stato scollato durante la chirurgia parodontale, i denti sono stati preparati fino alla cresta ossea **(b)**. Il lembo suturato a livello della cresta ossea **(c)**. I monconi con il primo filo retrattore inserito 10 mesi dopo la chirurgia **(d)**. I monconi con il secondo filo retrattore inserito immediatamente prima dell'impronta finale **(e)**. I restauri finali cementati **(f)**.

ralmente, ogni tipo di preparazione presenta vantaggi e svantaggi. La scelta di un tipo piuttosto che un altro è spesso guidata dai diversi gradi di difficoltà d'esecuzione e gestione operativa. La preparazione feather-edge può essere la soluzione per diversi problemi clinici e semplifica la procedura a iniziare dalla preparazione stessa, alla ribasatura del provvisorio, all'impronta finale e alle ulteriori fasi di laboratorio.

I vantaggi della preparazione marginale feather-edge

- Permette di risparmiare tessuto dentale: è quindi indicata per i denti che hanno subito un serio danno parodontale a seguito di parodontite.
- Semplifica l'impronta finale in quanto non c'è più un'alinea di finitura, bensì un'area di finitura.



Figg. 17a-c Immagine palatale che mostra i tessuti sani intorno alle corone.



Fig. 18 Il profilo di emergenza vestibolare che rispetta la salute tissutale.



Figg. 19a-c Sei mesi dopo la chirurgia, quando i denti sono stati preparati fino alla cresta ossea, i monconi erano pronti per la fase protesica finale: vista oclusale (a) e vestibolare (b). Protesi in ossido di zirconio cementate (c).

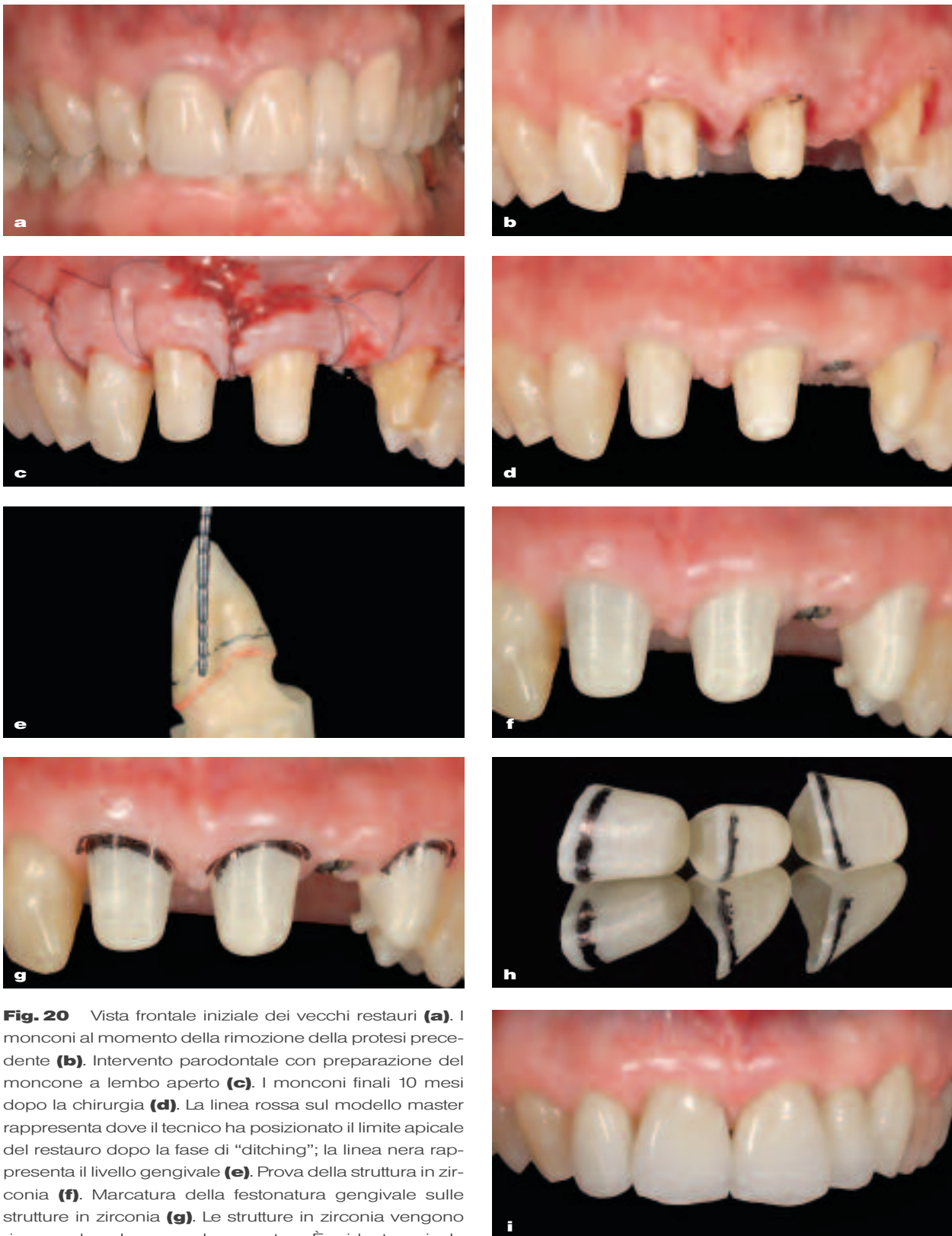


Fig. 20 Vista frontale iniziale dei vecchi restauri **(a)**. I monconi al momento della rimozione della protesi precedente **(b)**. Intervento parodontale con preparazione del moncone a lembo aperto **(c)**. I monconi finali 10 mesi dopo la chirurgia **(d)**. La linea rossa sul modello master rappresenta dove il tecnico ha posizionato il limite apicale del restauro dopo la fase di "ditching"; la linea nera rappresenta il livello gengivale **(e)**. Prova della struttura in zirconia **(f)**. Marcatura della festonatura gengivale sulle strutture in zirconia **(g)**. Le strutture in zirconia vengono rimosse dopo la prova e la marcatura. È evidente, apicale alla marcatura nera, la quantità del margine della struttura posizionata nel solco **(h)**. Follow-up a un anno, è evidente la buona integrazione con i tessuti **(i)**.

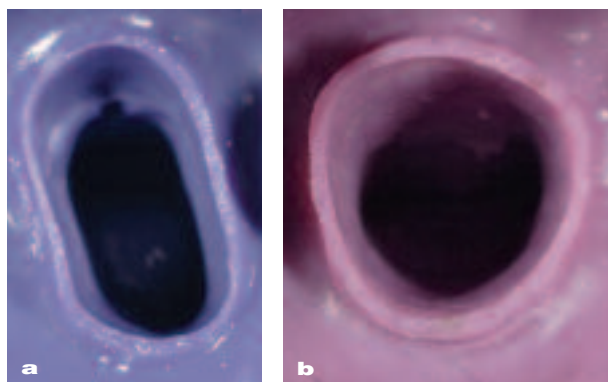


Fig. 21 a,b In caso di preparazione feather-edge, l'impronta viene rilevata con facilità; la parte intra-crevicolare del dente preparato appare come margine emergente.

- La ribasatura del provvisorio è più semplice e rapida anche nei casi in cui un bordo dovrebbe risultare leggermente accorciato. Non si perde alcuna precisione marginale come avverrebbe invece nel caso di un margine provvisorio “corto” con una preparazione a spalla o a chamfer. Comunque, la gestione della zona estetica è più delicata in quanto il margine corto renderebbe impossibile condizionare i tessuti gengivali e modellare i profili di emergenza protesici a un livello interprossimale.
- Nei casi di preparazioni a spalla o a chamfer, la linea di finitura è ben definita ed è la linea a cui il tecnico deve fare assoluto riferimento. Il margine del restauro deve essere inequivocabilmente posizionato a questo livello. D'altra parte, con una preparazione feather-edge, il margine protesico può essere posizionato a qualunque livello in direzione apico-coronale, a patto che rispetti l'attacco parodontale. Una volta che la struttura è stata realizzata, potrebbe penetrare troppo in profondità nel solco gengivale. In questo caso, potrebbe essere accorcia-

ta durante la prova. In condizioni di tessuti sani, la profondità di sondaggio interprossimale è di circa 3 mm ed è possibile ricevere dal laboratorio una struttura che termini a questa profondità. Da un punto di vista clinico, spesso non è necessario posizionare il margine protesico in modo interprossimale a questo livello, in quanto in questa zona non vi sono esigenze estetiche importanti ma solo la necessità di condizionamento dei tessuti per ricreare un adeguato profilo d'emergenza. Questo profilo è ottenibile quando il margine è posizionato 1 mm all'interno del solco e quindi non è necessaria alcuna invasione da parte del restauro che potrebbe danneggiare l'attacco parodontale e rendere difficile la rimozione del cemento in eccesso. Quindi, la modifica del margine e l'accorciamento non portano a perdita di precisione, né compromettono il risultato estetico.

Gli svantaggi della preparazione marginale feather-edge

Gli svantaggi della preparazione feather-edge sono enfatizzati nel caso di una riabilitazione protesica con tecnica della metallo-ceramica:

- La presenza di un colletto metallico visibile è necessaria per garantire la precisione e la resistenza del margine. Questo bordo, quando non nascosto nel solco gengivale, è particolarmente sgradevole e certamente inaccettabile in zona estetica.
- Se il bordo metallico non è stato correttamente realizzato, vi è il rischio che si crei una sporgenza orizzontale.²¹



Questo è potenzialmente dannoso per i tessuti parodontali in quanto trattiene batteri e placca.²²⁻²⁵ Il margine di zirconia è obbligatorio in quest'area, soprattutto durante la cementazione e la masticazione; infatti, in queste condizioni vi è un'elevata concentrazione di stress sui margini che potrebbe causare la scheggiatura della ceramica.^{26,27}

Al fine di creare uno spazio sufficiente per il materiale di restauro, vi è il rischio di creare una preparazione eccessivamente conica. Questo non garantisce una forma ritentiva e stabile per il restauro, a meno di ricorrere a ulteriori ritenzioni.²⁸

Quanto sopra descritto è particolarmente svantaggioso in caso di:

- Pazienti con biotipo gengivale sottile nei quali i bordi metallici, anche se posizionati crevicolarmente, potrebbero trasparire attraverso i margini gengivali, con il risultato di una riabilitazione esteticamente insoddisfacente.
- Monconi corti con un elevato rischio di debonding della corona. La preparazione verticale è considerata non estetica in quanto l'eliminazione di meno materiale dentale dà al tecnico meno spazio per la stratificazione della ceramica e, soprattutto nei denti anteriori, anche in caso di recessione gengivale minima, il margine della protesi risulta visibile. Per quanto riguarda la precisione, una preparazione verticale (feather-edge o a bisello) può assicurare un sigillo migliore rispetto a quella orizzontale (a spalla o a chamfer) prima della cementazione. Al contrario, dopo la cementazione, porta a un alloggiamento peggiore. Questo è dovuto alla difficoltà del cemento di fluire al margine protesico.^{29,30} Il risultato finale, quindi, in termini di precisione, può essere considerato totalmente sovrapponibile e, in ogni

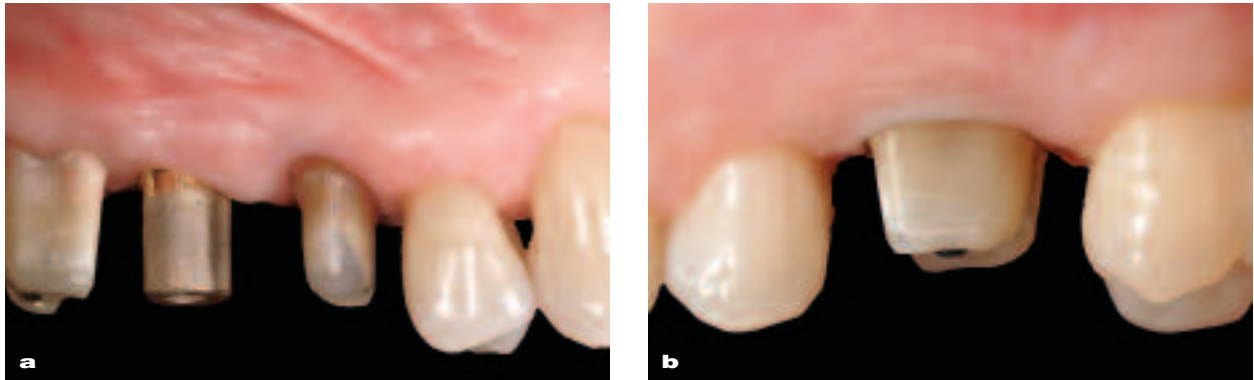
caso, clinicamente accettabile per entrambi i tipi di preparazione (verticale e orizzontale).^{29,31}

Ossido di zirconio e preparazione feather-edge

Il design marginale raccomandato dai produttori di ossido di zirconio è a chamfer o a spalla arrotondata, insieme a una preparazione a conicità leggermente crescente rispetto a quelle convenzionali: 4 gradi per lato rispetto al verticale in opposizione ai 2-3 gradi per lato (Fig. 22).^{15,26,32} L'esperienza clinica degli Autori suggerisce che l'ossido di zirconio potrebbe essere usato anche in preparazioni verticali, combinando quindi una preparazione più semplice e rapida con un materiale che è resistente almeno come l'oro, ma esteticamente più piacevole.

Il design della struttura in ossido di zirconio non deve essere differente da quella di un restauro in metallo-ceramica nel caso di preparazione feather-edge. Il profilo di emergenza deve rispettare il parodonto ed essere facile da pulire, simulando il contorno naturale orizzontale della giunzione amelocementizia.

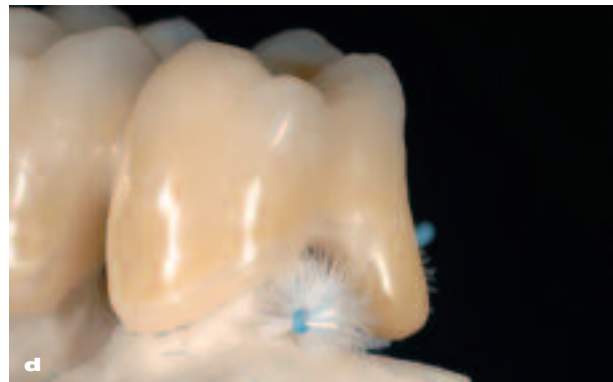
È possibile realizzare il bordo di un restauro in zirconia con forma e spessore simili a quello di un restauro in oro. Il bordo in zirconia, comunque, si integra meglio di quello in metallo. Questo si nota di più nella regione dei molari in quanto non richiede necessariamente un posizionamento intra-crevicolare per ottenere risultati estetici soddisfacenti.³³ Il bordo in ossido di zirconio deve essere ampio da 0,5 a 0,7 mm al fine di garantire resistenza alla scheggiatura durante le fasi di inserimento e cementazione.



Figg. 22a,b La conicità ideale raccomandata in odontoiatria protesica è di 2 gradi su ciascun lato **(a)**. La conicità raccomandata in caso di corone in zirconia è di 4 gradi su ciascun lato **(b)**.



Fig. 23 Scheggiatura delle creste marginali: le due strutture in zirconia sono state progettate in modo standard, senza considerare la necessità di un supporto ceramico in relazione ai punti di contatto occlusali.



Figg. 24a-d Realizzazione di una falsa radice per creare un percorso forzato per lo scovolino interprossimale, al fine di pulire la superficie distale del dente.

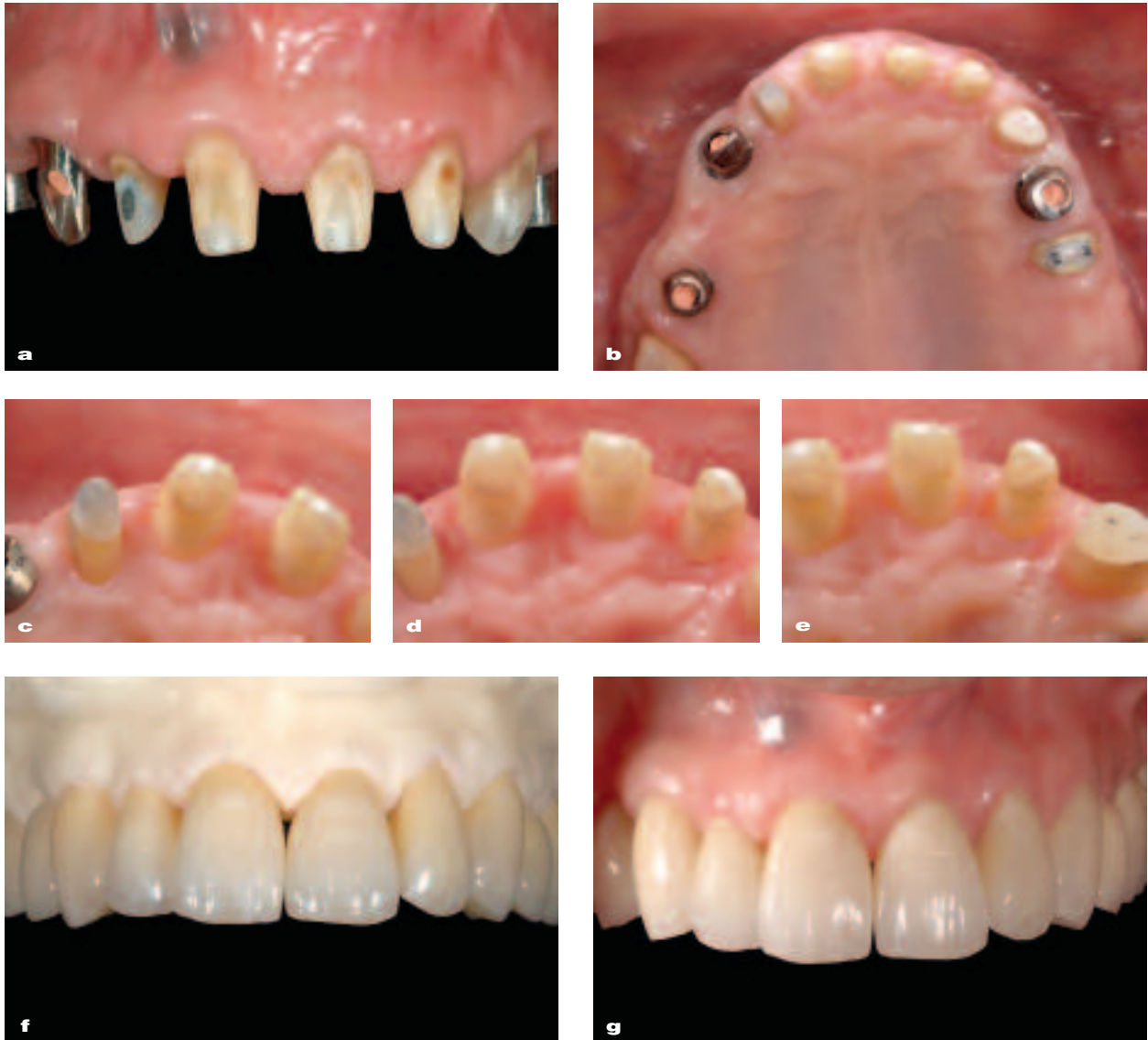
La condizione principale da rispettare al fine di minimizzare il rischio di scheggiatura e ottenere un risultato a lungo termine di successo è che la ceramica sia supportata adeguatamente da una sottostruttura in modo da lavorare durante la compressione (Figg. 23,24).³⁴

In caso di strutture estese, la pianificazione delle connessioni è di massima importanza e dovrebbe essere orientata correttamente: nella regione molare, le sezioni corono-apicali dovrebbero essere maggiormente rappresentate, mentre nella zona estetica lo spessore vestibolo-palatale dovrebbe essere maggiore.

È importante pianificare uno spessore della ceramica che garantisca un buon risultato estetico senza che le connessioni debbano essere modificate una volta finita la struttura, in quanto qualunque modifica a questo punto causerebbe un forte indebolimento della struttura (Fig. 25).

Conclusioni

Sebbene la combinazione di zirconia e preparazione feather-edge richieda ulteriori studi clinici randomizzati nel medio e lungo termine, sembra offrire una



Figg. 25a-g Un caso clinico: vista frontale dei monconi **(a)** e vista oclusale **(b)**. Dettagli dei tessuti marginali corretti una volta rimossi i provvisori: nel caso di preparazione feather-edge, è più semplice garantire la salute parodontale intorno alla protesi **(c-e)**. Corone in zirconia su modello master **(f)**. Vista frontale del risultato finale **(g)**.

soluzione estremamente interessante da un punto di vista clinico.

Infatti, la zirconia conferisce al restauro eccellenti caratteristiche estetiche e meccaniche, a patto che il piano permetta una

struttura di supporto rigorosamente personalizzata per la ceramica di copertura.

La preparazione marginale feather-edge si adatta bene alla necessità sempre più frequente di interventi chirurgici parodon-



tali pre-protesi. Inoltre, la possibilità di eseguire la preparazione finale del dente una volta scollato il lembo riduce il numero di interventi e il rischio di invadere il solco e danneggiare le fibre sopra-crestali.

Questo tipo di preparazione, con i suoi bordi bianchi in zirconia, non richiede che i margini siano posizionati profondamente nel solco, come i bordi in metallo non necessitano di essere nascosti.

È quindi possibile che questa combinazione riduca e semplifichi le fasi cliniche necessarie per la protesi finale, garantendo

allo stesso tempo maggior stabilità e salute dei tessuti nel tempo.

Questa è una tecnica semplice e che permette di risparmiare tempo che potrebbe essere utilizzata dai quei clinici che si impegnano nell'ottenere un risultato clinico ottimale.

Acknowledgment

The authors would like to thank Antonello Di Felice, CDT, Private practice, Rome, Italy for the great lab work contributed to this study.

References

1. Massironi D, Pascetta R, Ferraris F. Sistema CAD/CAM Lava: l'importanza del fattore umano nella ricerca dell'ottimale precisione e adattamento marginale. *Quintessenza Internazionale* 2004;2:39-50.
2. Liu PR, Essig ME. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29:482,484,486-488.
3. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;10;204:505-511.
4. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bio-ceramic. *Eur J Esthet Dent* 2009;4:130-151.
5. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24:299-307.
6. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent* 2007;35:819-826.
7. Cehreli MC, Kökat AM, Akça K. CAD/CAM Zirconia vs. slip-cast glass-infiltrated Alumina/Zirconia all-ceramic crowns: 2-year results of a randomized controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci* 2009;17:49-55.
8. Dion I, Rouais F, Baquey C, Lahaye M, Salmon R, Trut L et al. Physico-chemistry and cytotoxicity of ceramics: part I: characterization of ceramic powders. *J Mater Sci Mater Med* 1997;8:325-332.
9. Silva VV, Lameiras FS, Lobato ZI. Biological reactivity of zirconia-hydroxyapatite composites. *J Biomed Mater Res* 2002;63:583-590.
10. Covacci V, Bruzzese N, Maccauro G, Andreassi C, Ricci GA, Piconi C et al. *In vitro* evaluation of the mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. *Biomaterials* 1999;20:371-376.
11. Warashina H, Sakano S, Kitamura S, Yamauchi KI, Yamaguchi J, Ishiguro N, Hasegawa Y. Reaction to alumina, zirconia, titanium and polyethylene particles implanted onto murine calvaria. *Biomaterials* 2003;24:3655-3661.
12. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.



13. Magne P, Magne M, Belser U. The esthetic width in fixed prosthodontics. *J Prosthodont* 1999;8:106-118.
14. Baldissara P, Llukacej A, Valandro LF, Bottino MA, Scotti R. Translucency of ZrO₂ copings for all-ceramic FPDs. *Academy of Dental Materials*, 23-25 Oct 2006, Sao Paulo, Brazil.
15. Sadan A, Blatz M, Lang B. Clinical consideration for densely sintered alumina and zirconia restoration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:213-219.
16. Carnevale G, Freni Sterrantino S, Di Febo G. Soft and hard tissue wound healing following tooth preparation to the alveolar crest. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1983;3:36-53.
17. Carnevale G, Di Febo G, Biscardo L, Freni Sterrantino SF, Fuzzi M. An *in vivo* study of teeth reprepared during periodontal surgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990;10:40-55.
18. Carnevale G, Di Febo G, Fuzzi M. A retrospective analysis of the perio-prosthetic aspect of teeth reprepared during periodontal surgery. *J Clin Periodontol* 1990;17:313-316.
19. Loi I, Scutella' F, Galli F. Tecnica di preparazione orientata biologicamente (B.O.P.T) un nuovo approccio nella preparazione protesica in odontostomatologia. *Quintessenza Internazionale* 2008;24:69-74.
20. Loi I, Scutella' F, Galli F, Di Felice A. Il contorno coronale protesico con la tecnica di preparazione B.O.P.T. (Biologicamente Oriented Preparation Technique): Considerazioni tecniche. *Quintessenza Internazionale* 2009;25:19-30.
21. Martignoni M, Schonenberger A. Precision fixed prosthodontics: clinical and laboratory aspects. Chicago: Quintessence, 1990:52-57.
22. Orkin DA, Reddy J, Bradshaw D. The relationship of the position of crown margins to gingival health. *J Prosthet Dent* 1987;57:421-424.
23. Flores-de-Jacoby L, Zafiropoulos GG, Ciancio S. The effect of crown margin location on plaque and periodontal health. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:197-205.
24. Valderhaug J, Birkeland JM. Periodontal conditions in patients 5 years following insertion of fixed prostheses. Pocket depth and loss of attachment. *J Oral Rehabil* 1976;3:237-243.
25. Valderhaug J, Birkeland JM. Periodontal conditions and carious lesions following the insertion of fixed prostheses. A 10-year follow-up study. *Int Dent J* 1981;30:296.
26. Hoard RJ, Caputo AA, Contino RM, Koenig ME. Intracoronary pressure during crown cementation. *J Prosthet Dent* 1978;40:520-525.
27. Wilson PR, Goodkind RJ, DeLong R, Sakaguchi R. Deformation of crowns during cementation. *J Prosthet Dent* 1990;4:601-609.
28. Schillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of fixed prosthodontics*, ed 3. Chicago: Quintessence Publishing, 1997:119-169.
29. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margins for crowns: A review and discussion. Part 2: Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent* 1990;64:636-642.
30. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent* 1981;45:138-145.
31. Fradeani M, Barducci G. *Esthetic Rehabilitation in Fixed Prosthodontics, Volume 2—Prosthetic Treatment: A Systematic Approach to Esthetic, Biologic, and Functional Integration*. London: Quintessence Publishing, 2008:330-351.
32. El Ebrashi MK, Craig RG, Peyton FA. Experimental stress analysis of dental restorations. Part III. The concept of the geometry of proximal margins. *J Prosthet Dent* 1969;22:333.
33. Scotti R, Kantorski KZ, Monaco C, Valandro LF, Ciocca L, Bottino MA. SEM evaluation of *in situ* early bacterial colonization on a Y-TZP ceramic: a pilot study. *Int J Prosthodont* 2007;20:419-422.
34. Sailer I, Gauckler LJ, Hammerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383-388.



FERRARI
SUPER