

# Preparazioni protesiche per restauri in biossido di zirconio: proposta di una metodica per la valutazione della riduzione volumetrica con software CAD

- Dario Viera\*
- Davide Augusti
- Gabriele Augusti
- Dino Re

Università degli Studi di Milano  
 Facoltà di Medicina e Chirurgia  
 Insegnamento di Riabilitazione Orale III  
 Titolare: prof. Dino Re  
 Dipartimento di Scienze Chirurgiche Ricostruttive e Diagnostiche  
 Direttore: prof. Franco Santoro  
 \*Odontotecnico

L'anatomia dentale, oltre a fornire informazioni sulla morfologia dei singoli elementi, costituisce un punto di partenza per la comprensione delle funzioni dinamiche dell'apparato stomatognatico: l'interdigitazione fra l'arcata superiore e quella inferiore definisce lo schema occlusale e il processo masticatorio; altri parametri di relazione fra i denti quali l'overjet, l'overbite o i rapporti con le labbra sono determinanti per la fonetica e l'estetica. L'odontoiatra e il tecnico di laboratorio, durante la realizzazione della riabilitazione protesica, dovrebbero ricercare insieme l'armonia tra forma e funzione<sup>1,2</sup>. In protesi fissa, la preparazione dei pilastri dentali è finalizzata a creare il volume di spazio necessario al tecnico per realizzare il manufatto<sup>3-6</sup>. In questa fase operativa un'eccessiva asportazione di tessuto dentale con le tecniche "meccanicamente guidate" può produrre lesioni pulpari<sup>7</sup>; in aggiunta,

danni a carico dell'apparato di supporto parodontale possono verificarsi durante il delineamento del margine di finitura<sup>8</sup>. Diversi Autori hanno descritto nel tempo dei protocolli operativi per una preparazione protesica standardizzata e ripetibile degli elementi dentari; tra queste, le tecniche meccanicamente guidate utilizzano frese di dimensione nota per la creazione di solchi guida, di profondità costante, sulla superficie del dente. Altre metodiche si prefiggono di preparare una singola metà dell'elemento alla volta, per meglio visualizzare l'entità della riduzione volumetrica e non perdere i riferimenti spaziali. La tecnica di preparazione meccanicamente guidata dei pilastri protesici, basata su solchi guida, è illustrata e ampiamente insegnata nei corsi di laurea in odontoiatria per la sua semplicità; essa consente agli allievi di cimentarsi sistematicamente nella riduzione volumetrica di denti acrilici montati su

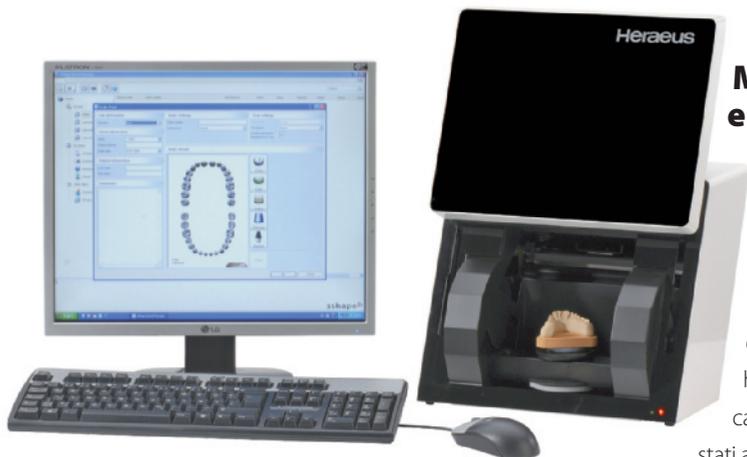
modelli di dentature artificiali ed è quindi utile a fini didattici<sup>9,10</sup>. I limiti dell'approccio meccanicamente guidato insorgono in presenza di malposizioni dentali, quando il progetto protesico stesso prevede uno spostamento/redistribuzione di volume o se gli elementi sono stati interessati da processi di usura o abrasione (fisiologici o patologici). Con lo sviluppo della tecnologia CAD/CAM è divenuto possibile eseguire la scansione digitale delle preparazioni dei pilastri e la progettazione software completa della protesi; in questa ultima fase vengono definiti, oltre alla forma, gli spessori della sottostruttura e del rivestimento estetico apposti al moncone, in larga misura dipendenti dai materiali utilizzati. Il software CAD consente, tra l'altro, di effettuare delle misurazioni e identificare le aree in cui la preparazione non sia stata sufficiente a garantire lo spessore

## Riassunto

I materiali scelti e impiegati per la fabbricazione del restauro protesico hanno caratteristiche proprie che impongono specifici disegni di preparazione dell'elemento naturale. In particolare, con i restauri metal-free, il rispetto degli spessori minimi assicura la resistenza alla frattura e la sopravvivenza a lungo termine del manufatto. La tecnologia CAD/CAM, e in particolare la possibilità di acquisizione digitale della geometria del moncone, consente una migliore valutazione della preparazione in relazione agli spessori richiesti per il restauro. Grazie alla tecnologia CAD, proposta in questo articolo quale metodica analitica, il clinico può essere informato degli errori o delle anomalie dimensionali introdotte nella preparazione protesica manuale ai fini di una loro correzione.

## Summary

*Tooth crown preparation is strictly based upon materials chosen for the prosthodontic rehabilitation: adequate thickness of metal-free restorations, including those with zirconia substructures, is recommended to ensure resistance to fractures and long-term survival. CAD/CAM technology allows the digitalization of abutments and analysis of proper volume reduction; in this way, the clinician can check for dimensional errors of the preparation, correct them, and obtain sufficient space for prosthesis fabrication. CAD/CAM technology could be an innovative and helpful technology for space analysis, both for the technician and dentist.*



## Materiali e metodi

Studenti del III anno del Corso di Laurea in Odontoiatria dell'Università degli Studi di Milano (Facoltà di Medicina e Chirurgia) hanno realizzato tutti i campioni. Gli allievi sono stati arruolati nella presente

### 1. Scanner 3D ed elaboratore software.

minimo per la realizzazione della protesi; in questi casi la corona sarà necessariamente un compromesso fra estetica (sporgenza vestibolare) e resistenza (spessore ridotto per risparmiare la forma)<sup>11-20</sup>. Secondo le attuali linee guida, fra le diverse tipologie di restauri metal-free, quelli basati su framework in biossido di zirconio necessitano di uno spessore complessivo minimo di almeno 1,3 mm (0,5 per la sottostruttura; 0,8 per la ceramica di rivestimento).

## Obiettivo

In questa indagine si vuole proporre una metodica per la valutazione qualitativa di preparazioni protesiche meccanicamente guidate, destinate a ricevere restauri in biossido di zirconio, utilizzando un software CAD dedicato all'analisi tridimensionale dei monconi.

ricerca al termine del corso integrato di Riabilitazione Orale, dopo aver acquisito le conoscenze teoriche basilari in campo protesico e aver sviluppato una discreta capacità manuale durante il tirocinio al banco di lavoro su manichino. Ogni studente, prima di procedere con la preparazione, ha praticato la scansione digitale del dente acrilico artificiale (incisivo centrale superiore di destra, n. 11) per mezzo di un sistema con caratteristiche di rilevazione laser/ottiche (scanner 3Shape, modello D700, figura 1). Questo ha permesso di determinare il modello iniziale di riferimento per quantificare la successiva riduzione volumetrica dell'elemento (figura 2). Ogni allievo ha realizzato la preparazione protesica meccanicamente guidata con frese diamantate di granulometria progressivamente più fine, montate su manipolo/contrangolo ad anello rosso, delineando un margine di fine

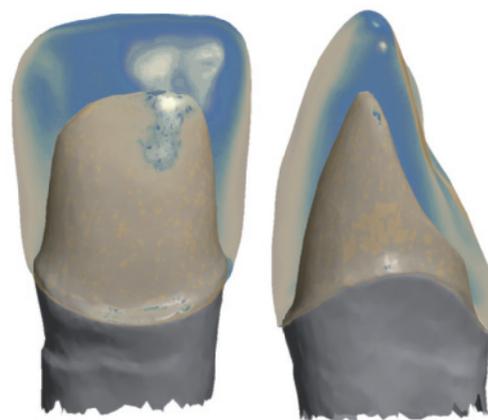


2. Modelli di riferimento digitalizzati.

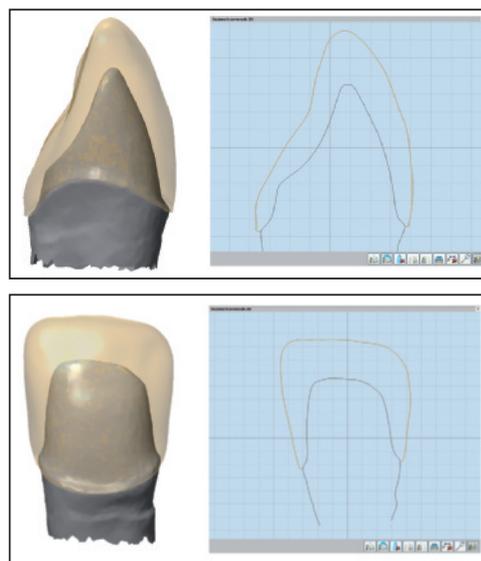


3. Moncone preparato con spalla arrotondata.

preparazione a spalla arrotondata (figura 3). Al termine della fresatura, sono state eseguite nuove scansioni per la digitalizzazione dei monconi definitivi (figura 4).



4. Sovrapposizione moncone-dente di riferimento.



5-6. Analisi dello spazio sagittale e verticale.

Riferimento (file order)	Sezione in millimetri Corono-apicale	Spessore minimo ZrO2 (mm I,30)
0917	1,49	0,19
0944	0,91	-0,39
1001	1,08	-0,22
1051	1,83	0,53
1056	1,45	0,15
1104	1,59	0,29
1109	1,86	0,56
1114	2,08	0,78
1118	1,44	0,14
1123	1,05	-0,25
1127	1,66	0,36

7. Valori misurati (mm.) per lo spazio verticale.



**INGRANDITORE  
DIGITALE**

**SPECK FINDER**

DAZOR®



**Una rivoluzione nel settore dei controlli e delle lavorazioni di precisione, l'evoluzione dei sistemi di ingrandimento, il sistema si basa su di una piccola telecamera che invia l'immagine ripresa direttamente su di uno schermo LCD ad alta risoluzione.**

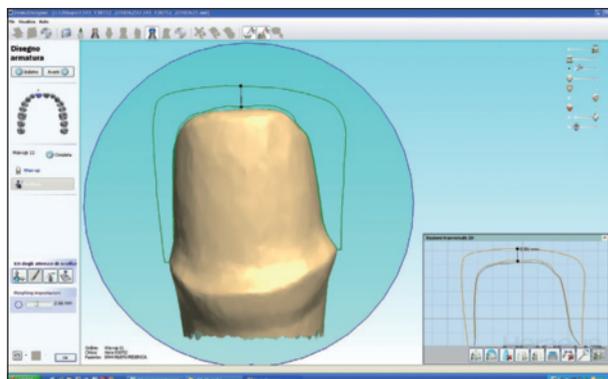
**DATI TECNICI**

- \* schermo LCD da 6,4" da 1024 x 768 pixel
- \* risoluzione telecamera 1280 x 1024 SXGA
- \* ingrandimento zoom da 11 a 90 X o ad ottiche fisse da 5 - 10 - 20 - 42 - 85 X
- \* sistema operativo e software di acquisizione immagini, misura e disegno
- \* 2 porte USB 2.0

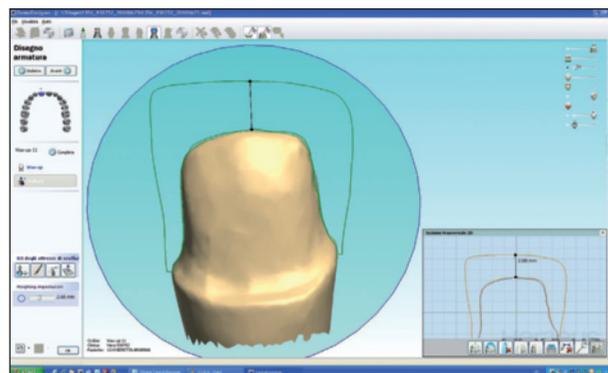


**COFILI srl**  
Via Friuli, 5  
20046 BIASSONO MB  
tel 0392324396  
fax 0392494038  
www.cofili.com  
info.cofili@cofili.com

**→ protesi**



**8. Spessore minimo corono-apicale insufficiente.**



**9. Esempio di eccessiva asportazione verticale.**

Con il software CAD sono state sovrapposte le scansioni tridimensionali dei campioni, prima e dopo la preparazione protesica; le misurazioni quantitative hanno interessato solo le regioni vestibolari, a livello dell'area incisale e in prossimità del terzo medio coronale, per la valutazione dello spazio disponibile in senso corono-apicale e antero-posteriore, rispettivamente (figure 5, 6). Lo spazio disponibile misurato è stato confrontato con quello minimo necessario alla

**Risultati**

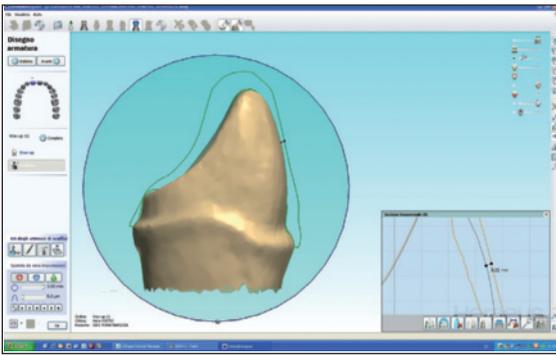
Da una prima valutazione delle scansioni si è subito evidenziata l'eterogenea morfologia dei monconi protesici, attribuibile alla molteplicità degli operatori e alla loro differente manualità. Dai dati sulla riduzione in senso corono-apicale sono emersi tre casi in cui non si è raggiunto l'obiettivo dello spessore minimo (figure 7, 8); solo in tre preparazioni, al contrario, l'asportazione verticale è stata eccessiva (figura 9). Tutti i rimanenti monconi sono stati

giudicati congrui relativamente alla dimensione corono-apicale. Le informazioni ricavate dalla riduzione antero-posteriore hanno indicato una difficoltà più marcata nell'ottenimento degli spazi minimi (figura 10).

Solo in un caso lo spazio disponibile è idoneo in termini applicativi, uno al limite del riferimento, mentre nei restanti nove non erano presenti sufficienti

Riferimento (file order)	Sezione in millimetri Antero-posteriore	Spessore minimo ZrO2 (mm 1,30)
0917	0,20	-1,10
0944	0,29	-1,01
1001	0,21	-1,09
1051	0,95	-0,35
1056	0,50	-0,80
1104	0,80	-0,50
1109	1,23	-0,07
1114	1,60	0,30
1118	0,87	-0,43
1123	0,59	-0,71
1127	0,34	-0,96

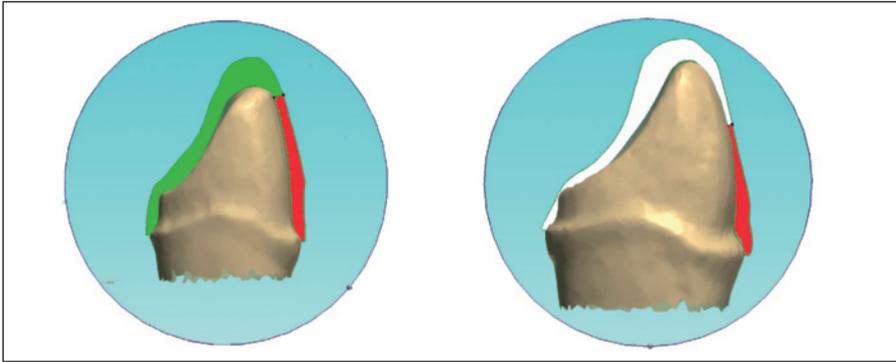
**10. Valori misurati (mm.) per lo spazio sagittale.**



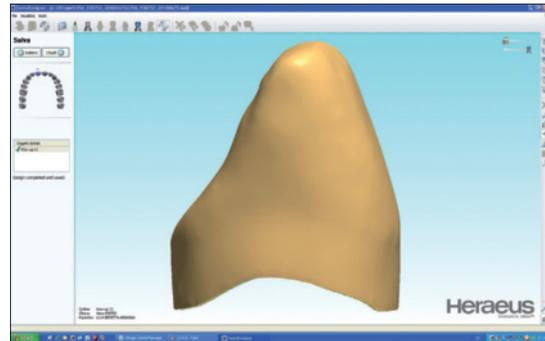
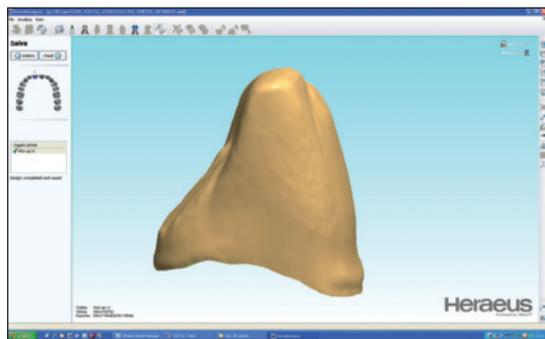
**11. Spessore antero-posteriore disponibile <0,3 mm.**

condizioni per l'ottenimento di un restauro protesico adeguato (figura 11).

Le scansioni hanno evidenziato spessori



**12-13. Problematiche nelle regioni palatali.**



**14-15. Profili delle sottostrutture virtuali Zr.**

disponibili maggiori in prossimità della linea di finitura e del terzo cervicale (per un maggiore approfondimento della fresa) rispetto a quelli riscontrati procedendo verso le aree incisali.

Anche le zone palatali di tutte le preparazioni, che non sono state oggetto di misurazione, hanno evidenziato alcune anomalie (figure 12, 13).

L'allestimento virtuale delle corone in biossido di zirconio, posizionate sui monconi, ha dimostrato che il risultato restaurativo finale è strettamente associato alla preparazione protesica, rivelando in alcuni casi profili adeguati, in altri sproporzionati rispetto alle aspettative (figure 14, 15).

## Discussione

La presente sperimentazione rivela una complessiva difficoltà, da parte degli studenti, a ottenere spazi corretti per una ricostruzione protesica congrua e al tempo stesso rispettosa dei tessuti dentali.

La quantità più elevata di errori dimensionali in senso sagittale (antero-posteriore) può essere attribuita, al di là dell'individuale abilità operativa degli allievi, alla visione prospettica dell'elemento. D'altra parte, la preparazione del dente su una bocca artificiale con ampie possibilità di movimento/apertura e l'assenza dei fluidi orali costituisce una condizione più favorevole se raffrontata all'ambiente in vivo. L'utilizzo di un sistema di rilevamento ed elaborazione CAD favorisce un metodo di controllo in grado di evidenziare possibili inesattezze introdotte dal clinico nell'asportazione di sostanza dura.

**Novità sul sito: [www.italor.com](http://www.italor.com)**

**Leghe Forniture Odontoiatriche dal 1979**



**Scanner 5 assi + Milling 5 Assi**



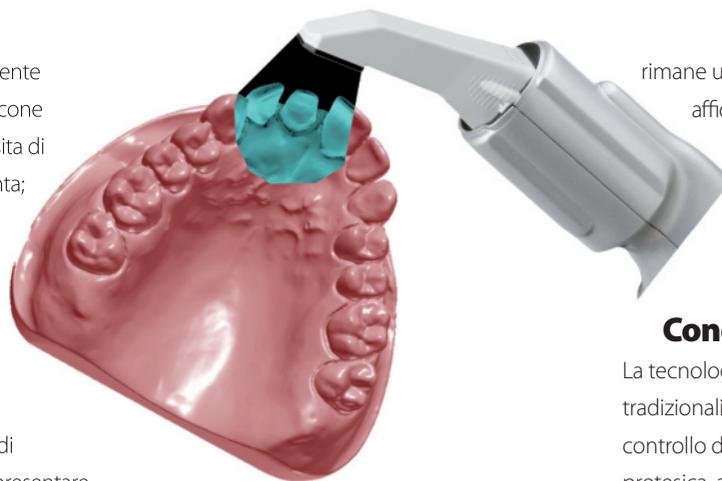
Leghe Cr-Co premium per rivestimenti estetici in ceramica o resina.  
 Bioncompatibile, ottima adesione con ceramica, rifinitura eccellente con durezza di 285 Hv10  
 Esente Nichel e berillio  
 Ottimo Prezzo



**CKAPPA**

Lo scanner da noi testato non consente di digitalizzare direttamente il moncone nell'ambiente intraorale, ma necessita di un modello in gesso o di un'impronta; per il controllo della geometria della preparazione bisogna quindi sottoporre il paziente a un'ulteriore fase operativa/clinica al termine della fresatura.

La digitalizzazione intraorale, come alternativa alla tradizionale tecnica di impronta (figura 16), potrebbe rappresentare un ottimo sistema analitico in grado di fornire una valutazione tridimensionale in tempo reale del moncone preparato<sup>21-31</sup>. Precisione e affidabilità di scanner intraorali emergenti sul mercato internazionale devono ancora essere validate<sup>32-34</sup>. Sebbene l'utilizzo



rimane una mansione prevalentemente affidata al tecnico: per restauri CAD/CAM di qualità sono infatti necessari macchinari dedicati complessi e una notevole esperienza professionale/progettuale in ambito odontotecnico.

#### 16. Tecnologia in sviluppo: scansione intraorale.

del software CAD possa rappresentare un ottimo strumento di controllo all'interno dell'ambulatorio odontoiatrico (chairside), la realizzazione del prodotto finito (e quindi la progettazione software e la fresatura CAM)

### Conclusioni

La tecnologia CAD/CAM oltre agli impieghi tradizionali può essere applicata anche per il controllo della geometria della preparazione protesica, ai fini della realizzazione di un restauro di forma e resistenza eccellenti. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA

#### Corrispondenza

Prof. Dino Re  
Dipartimento di Scienze Chirurgiche,  
Ricostruttive e Diagnostiche  
Via della Commenda, 10 - 20122 Milano

### bibliografia

1. Gracis S, Fradeani M, Celletti R, Bracchetti G. Biological integration of aesthetic restorations: factors influencing appearance and long-term success. *Periodontol* 2000;20(1):27-29-44.
2. Drago CJ. Clinical and laboratory parameters in fixed prosthodontic treatment. *J Prosthet Dent* 1996 Sep;76(3):233-8.
3. Donovan TE. Factors essential for successful all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc* 2008 Sep;139 Suppl:14S-18S.
4. Goodacre CJ. Designing tooth preparations for optimal success. *Dent Clin North Am* 2004 Apr;48(2):v,359-85.
5. Seymour KG, Samarawickrama DY, Lynch EJ. Metal ceramic crowns-a review of tooth preparation. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999 Jun-Sep;7(2):79-84.
6. Velasquez-Plata D, Andres CJ. The art of crown preparation: a review of principles. *J Indiana Dent Assoc* 1996 Fall;75(3):6-11.
7. Wassell RW, Smart ER, St George G. Crowns and other extra-coronal restorations: cores for teeth with vital pulps. *Br Dent J* 2002 May 11;192(9):499-502,505-9.
8. Kim J, Chu S, Gürel G, Cisneros G. Restorative space management: treatment planning and clinical considerations for insufficient space. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005 Jan-Feb;17(1):19-25.
9. Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(1):7-16.
10. Rosentritt M, Steiger D, Behr M, Handel G, Kolbeck C. Influence of substructure design and spacer settings on the in vitro performance of molar zirconia crowns. *J Dent* 2009 Dec;37(12):978-83. Epub 2009 Aug 18.
11. Federlin M, Krifka S, Herpich M, Hiller KA, Schmalz G. Partial ceramic crowns: influence of ceramic thickness, preparation design and luting material on fracture resistance and marginal integrity in vitro. *Oper Dent* 2007 May-Jun;32(3):251-60.
12. Beuer F, Aggstaller H, Richter J, Edelhoff D, Gernet W. Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. *Quintessence Int* 2009 Mar;40(3):243-50.
13. Komine F, Iwai T, Kobayashi K, Matsumura H. Marginal and internal adaptation of zirconium dioxide ceramic copings and crowns with different finish line designs. *Dent Mater J* 2007 Sep;26(5):659-64.
14. Akbar JH, Petrie CS, Walker MP, Williams K, Eick JD. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J Prosthodont* 2006 May-Jun;15(3):155-63.
15. Jahangiri L, Wahlers C, Hittelman E, Matheson P. Assessment of sensitivity and specificity of clinical evaluation of cast restoration marginal accuracy compared to stereomicroscopy. *J Prosthet Dent* 2005 Feb;93(2):138-42.
16. Suárez MJ, González de Villambrosia P, Pradies G, Lozano JF. Comparison of the marginal fit of Procera AllCeram crowns with two finish lines. *Int J Prosthodont* 2003 May-Jun;16(3):229-32.
17. Lin MT, Sy-Muñoz J, Muñoz CA, Goodacre CJ, Naylor WP. The effect of tooth preparation form on the fit of Procera copings. *Int J Prosthodont* 1998 Nov-Dec;11(6):580-90.
18. Da Costa JB, Pelogia F, Hagedorn B, Ferracane JL. Evaluation of different methods of optical impression making on the marginal gap of onlays created with Cerec 3D. *Oper Dent* 2010 May-Jun;35(3):324-9.
19. Avery DR. The maturation of CAD/CAM. *Compend Contin Educ Dent* 2010 Jun;31(5):391-4,396-8.
20. Patroni S, Chiodera G, Caliceti C, Ferrari P. CAD/CAM technology and zirconium oxide with feather-edge marginal preparation. *Eur J Esthet Dent* 2010 Spring;5(1):78-100.
21. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc* 2009 Oct;140(10):1301-4.
22. Ziegler M. Digital impression taking with reproducibly high precision. *Int J Comput Dent* 2009;12(2):159-63.
23. Rohály J. The development of the Lava chairside oral scanner C.O.S. technology-masterstroke of a legion of talented and committed people. Interview by Laslo Faith. *Int J Comput Dent* 2009;12(2):165-9.
24. Glassman S. Digital impressions for the fabrication of aesthetic ceramic restorations: a case report. *Pract Proced Aesthet Dent* 2009 Jan-Feb;21(1):60-4.
25. Burke FI. The end of impressing? *Dent Update* 2009 May;36(4):197.
26. Helvey G. Impression-free/model-free anterior fixed partial denture: a novel CAD/CAM approach. *Pract Proced Aesthet Dent* 2009 Mar-Apr;21(2):107-12.
27. The evolving e-practice. In-office digital dentistry: cutting-edge technologies for impression capture, restorative design, and prosthesis fabrication. *Pract Proced Aesthet Dent* 2009 Mar-Apr;21(2):90-2.
28. Persson AS, Odén A, Andersson M, Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater* 2009 Jul;25(7):929-36. Epub 2009 Mar 4.
29. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent* 2008 Oct;29(8):494,496,498-505.
30. Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent* 2007 Aug;28(8):422-4,426-8,430-1.
31. Pfeiffer J. Dental CAD/CAM technologies: the optical impression (I). *Int J Comput Dent* 1998 Sep;1(1):29-33.
32. Agarwal T, Silverman L, Morgan A. Versatile CAD/CAM digital impression technology. *Dent Today* 2010 Mar;29(3):110,112-5.
33. Schoenbaum TR. Decoding CAD/CAM and digital impression units. *Dent Today*. 2010 Feb;29(2):140,142,144-5.
34. Schenk O. The lasting impression. *Int J Comput Dent* 2009;12(4):303-5.