

Confronto tra la precisione marginale di corone in disilicato di litio monolitiche (full-contour) e stratificate

Fitting of monolithic (full-contour) versus layered lithium disilicate all-ceramic crowns

E. Gobbetti^{a,*}, P. Baldissara^b

^a Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Corso di Laurea Specialistica in Odontoiatria e Protesi dentaria, Dipartimento di Protesi

^b Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Dipartimento di Protesi, Corso di Materiali Dentali

Ricevuto il
17 ottobre 2014

Accettato il
2 settembre 2015

*Autore di riferimento
Elena Gobbetti
gobbettielena3@gmail.com

RIASSUNTO

OBIETTIVI. La crescente richiesta di restauri in ceramica integrale resistenti e a basso costo ha spinto la moderna tecnologia CAD/CAM verso realizzazioni protesiche monolitiche (full-contour) nelle quali l'applicazione di ceramica di rivestimento è nulla o minima. Scopo del presente studio è confrontare la chiusura marginale fra corone in disilicato di litio monolitiche e stratificate.

MATERIALI E METODI. Partendo da due monconi master ottenuti da un canino e un incisivo superiori sono state costruite 24 corone in disilicato di litio così suddivise: A) incisivi laterali stratificati; B) canini stratificati; C) incisivi laterali monolitici; D) canini monolitici.

L'adattamento marginale è stato determinato utilizzando il principio delle repliche in elastomero da impronta, con due materiali di colore differente. La replica del moncone così ottenuta è

stata estratta dalla corona e sezionata su due piani ortogonali mediante una sottile lama, ricavando sezioni sulle quali sono stati misurati quattro punti marginali sfruttando le differenze cromatiche dei due materiali.

RISULTATI. Tutte le corone hanno mostrato un gap marginale medio nettamente superiore a 100 μm , con valori leggermente diversi tra i gruppi; tali differenze non sono statisticamente significative né correlabili alla tecnica di fabbricazione o al tipo di dente.

CONCLUSIONI. Non sono state rilevate differenze significative nella precisione marginale delle corone monolitiche e stratificate. Nonostante le cappette da stratificare e le corone monolitiche siano state ottenute con la stessa tecnologia CAD/CAM, le procedure di stratificazione non hanno influenzato il grado di precisione marginale dei restauri.

PAROLE CHIAVE

- ▶ Chiusura marginale
- ▶ Restauri in ceramica integrale
- ▶ Disilicato di litio
- ▶ Corone stratificate
- ▶ Corone monolitiche

ABSTRACT

OBJECTIVES. Monolithic all-ceramic fixed partial dentures are reported to be cost-effective and more resistant than layered counterparts. Monolithic crowns are more resistant to a type of failure called chipping and also aesthetically acceptable.

Lithium disilicate blocks can be milled to obtain aesthetic, stronger and cheaper prosthetic manufacturing: without layering, lead times and costs are highly reduced.

Although monolithic crowns seem to be more advantageous, during the layering process, crowns are submitted to the same thermic cycle as the monolithic,

but this may yield different results as to marginal gaps. The aim of this study is to compare the fitting of monolithic and layered lithium disilicate all-ceramic crowns using the replica technique.

MATERIALS AND METHODS. An upper incisor and a canine were prepared to receive ceramic restoration. For each tooth, 6 monolithic and 6 layered crowns were replicated using CAD/CAM technology and IPS e.max® CAD lithium disilicate blocks (Ivoclar-Vivadent, Shaan, Liechtenstein), thus obtaining 24 crowns divided into 4 groups: Group A, layered incisors; Group B, layered canines; Group C, monolithic incisors; Group D, monolithic canines. In order to determine the marginal gap, materials of two different colours were used for the replica technique. When the replica was obtained, it was cut into four pieces and observed through the microscope and the four marginal points could be

measured thanks to the two different material colours.

RESULTS. All crowns showed a marginal gap of over 100 µm with different values in each group; such differences, however, are not statistically significant and are neither correlated with the fabrication technique, nor with the type of tooth.

CONCLUSIONS. There is no statistical significance in the difference between monolithic and layered crowns marginal gaps. Although both types of crowns were obtained with the same CAD/CAM technology, the layering process is not involved in the precision level of marginal gaps.

KEY WORDS

- ▶ Marginal gap
- ▶ All-ceramic restorations
- ▶ Lithium disilicate
- ▶ Layered crowns
- ▶ Monolithic crowns

1. INTRODUZIONE

Con il termine “ceramica integrale” si definisce una varietà di materiali differenti per composizione, proprietà fisiche, chimiche, ottiche e tecnologie di produzione. Purtroppo i materiali ceramici sono caratterizzati da frattura fragile, e la frattura totale di un restauro singolo o di un ponte può manifestarsi senza alcun preavviso, in particolare in pazienti con elevati carichi funzionali o parafunzionali [1,2].

La crescente richiesta di restauri senza metallo ha sostenuto negli ultimi anni un’assidua ricerca sui materiali ceramici ad alta resistenza [3], principalmente ceramiche policristalline (allumina e zirco-

nia) e vetroceramiche al disilicato di litio; queste ultime possiedono adeguate proprietà meccaniche, biologiche e ottime qualità estetiche e la letteratura riporta incoraggianti risultati clinici [2,3].

L’utilizzo delle ceramiche integrali è stato fortemente sostenuto dal progresso nelle tecnologie CAD/CAM e questo ha permesso una notevole evoluzione nella realizzazione dei restauri protesici: dall’analisi della letteratura la vetroceramica al disilicato di litio ad alto contenuto cristallino configura un ottimo compromesso tra estetica, resistenza e flessibilità di utilizzo [4,5]. È costituita da una matrice vetrosa contenente cristalli di disilicato di litio (70%) che hanno la funzione

di riempitivo strutturale. Tali cristalli, aghiformi, aumentano notevolmente la resistenza e la tenacità della ceramica: vista la loro forma allungata favoriscono la creazione di ponti cristallini che rallentano e deflettono la propagazione delle fratture più efficacemente delle particelle cristalline di forma equiassiale [6].

In particolare, con IPS e.max® CAD (Ivoclar-Vivadent, Shaan, Liechtenstein) è molto semplice ottenere corone monolitiche, o “full-contour”, ossia costituite a tutto spessore da disilicato di litio: tale approccio costruttivo dovrebbe conferire una maggiore resistenza e durata longitudinale al restauro in quanto è praticamente privo di ceramica feldspatica

di rivestimento. Quest'ultima, infatti, è molto meno resistente del disilicato: 90 MPa circa in flessione vs i 350-450 MPa del disilicato [7-10].

Nel presente studio si esaminano le ceramiche al disilicato di litio, che dall'analisi della letteratura configurano un ottimo compromesso tra estetica, resistenza e flessibilità di utilizzo [5]. Tuttavia, sono assenti in letteratura studi che valutino il grado di adattamento dei restauri ottenuti con la tecnica stratificata e compiano un confronto con analoghi restauri monolitici o full-contour in disilicato di litio. La precisione marginale è una caratteristica importante, determinante per il successo clinico longitudinale dei restauri coronali [11]. Infatti, un gap eccessivo può tradursi in una perdita precoce del sigillo marginale solitamente garantito da un film di cemento sottile, permettendo la penetrazione batterica e fenomeni di carie secondaria all'interfaccia dente-restauro. Inoltre, margini imprecisi possono avere conseguenze sulla salute del tessuto parodontale adiacente al restauro [12-14].

Lo scopo di questo lavoro è confrontare la precisione di corone in disilicato di litio monolitiche e stratificate al fine di fornire elementi guida per una corretta scelta clinica. L'ipotesi nulla è che la tipologia costruttiva (stratificata o monolitica) non abbia effetti sulla chiusura marginale dei restauri.

2. MATERIALI E METODI

Due denti umani, un incisivo laterale e un canino dello stesso quadrante estratti per motivi parodontali, sono stati puliti e conservati in una soluzione di acqua e timolo allo 0,02%.

Le corone sono state replicate utilizzando come materiale da impronta un PVS (Elite HD Light Body, Zhermack SpA, Badia

Polesine, Rovigo) e due copie in resina acrilica (Protemp, 3M ESPE, Seefeld, Germany) al fine di preservare l'anatomia della corona di entrambi i denti.

Il sistema al disilicato di litio IPS e.max[®] Press (Ivoclar-Vivadent) è l'evoluzione del sistema Empress II: recentemente è stato affiancato dal sistema IPS e.max[®] CAD, costituito da blocchi di materiale fresabile mediante tecnologia CAD/CAM dedicata (Sirona Dental, Charlotte, NC, USA) [15,16].

Ciascun dente è stato preparato seguendo le linee guida fornite da Ivoclar-Vivadent per le corone IPS e.max[®]. Successivamente i monconi sono stati replicati usando un polietere (Permadyne Light Body, 3M ESPE, Seefeld, Germany) e colati con un gesso di tipo IV (ResinRock, Whip Mix Corp., Louisville, KY, USA). Solamente i modelli senza difetti o bolle d'aria sono stati selezionati e inviati al centro di fresatura.

Sono state prodotte 12 corone monolitiche (6 incisivi e 6 canini) mediante la fre-

atura CAM dei blocchi in disilicato IPS e.max[®] CAD, traslucenza (LT) A2. Dagli stessi file usati per costruire le corone monolitiche sono state poi ottenute altre 12 corone stratificate aventi una riduzione di forma eseguita al CAD in modo da realizzare cappette spesse 0,5 mm. Per l'operazione di stratificazione è stata impiegata IPS e.max[®] Ceram, ceramica da rivestimento con fluorapatite pressata sulla cappetta in disilicato sfruttando le medesime anatomie esterne.

Sono state così ottenute 24 corone (12 incisivi e 12 canini) aventi uguale forma, dimensione e spessore (fig. 1a,b):

- ▶ gruppo A: incisivi laterali stratificati;
- ▶ gruppo B: canini stratificati;
- ▶ gruppo C: incisivi laterali monolitici;
- ▶ gruppo D: canini monolitici.

La precisione marginale è stata valutata ponendo le corone sui monconi maestri ottenuti con la tecnica CAD/CAM di partenza (fig. 2a,b). L'adattamento marginale è stato determinato utilizzando il metodo ben noto delle repliche in



Fig. 1a,b
a) Incisivi.
b) Canini

elastomero da impronta. Ciascuna corona è stata applicata sul moncone isolato mediante glicerolo liquido dopo aver inserito al suo interno un polietere fluido e tissotropico (Permadyne Garant 2:1, 3M ESPE) di colore blu. La corona è stata caricata mediante l'asta di un parallelometro sulla quale è stata esercitata una forza assiale di 50 N. Una volta polimerizzato il polietere, la corona è stata rimossa in

modo che il materiale rimanesse al suo interno. In seguito è stato inserito un secondo polietere (Permadyne Garant L Duo-Soft, 3M ESPE) di colore differente e contrastante all'interno della corona e a diretto contatto con lo strato del primo polietere. Una volta polimerizzato anche quest'ultimo materiale, la replica del moncone così realizzata è stata estratta dalla corona e tagliata sui due piani orto-

gonali (fig. 3) mediante una sottile lama, ottenendo sezioni misurabili con lo stereomicroscopio (fig. 4).

In questo modo il primo strato di polietere compresso tra la superficie del moncone e la superficie interna della corona ha rappresentato lo spazio esistente tra moncone e corona stessa (gap) supportato al suo interno dal secondo polietere rosa che ricalca perfettamente la forma

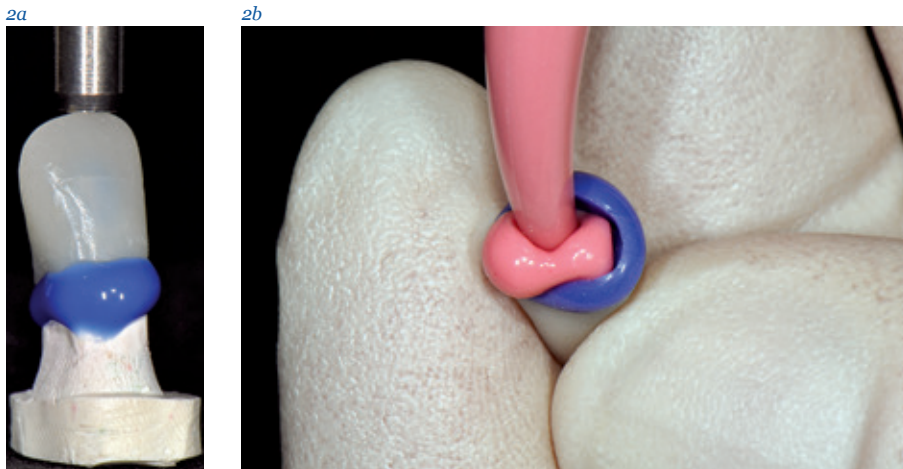


Fig. 2a,b a) Moncone maestro. b) Iniezione del polietere di contrasto

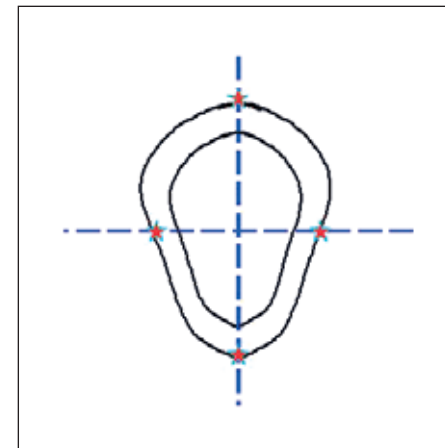


Fig. 3 Schema dei piani di sezione

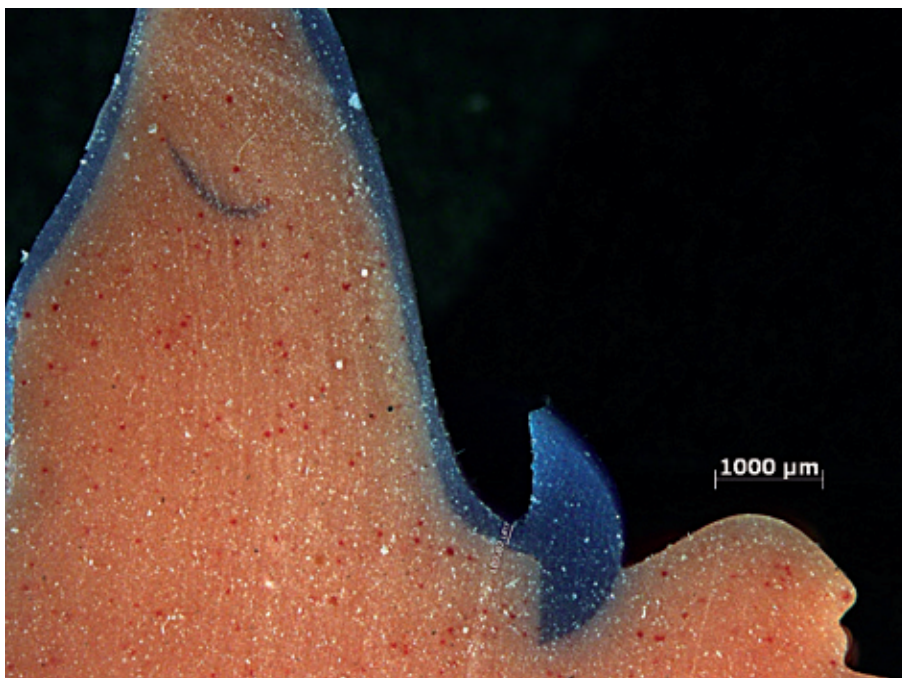


Fig. 4 Microsezione

del moncone in resina. La misurazione del gap marginale data dallo spessore del polietere blu è avvenuta sull'immagine ingrandita X80, acquisita con lo stereomicroscopio (Leica M5, Leica Microsystems, Heerbrugg, Switzerland), mediante il software di elaborazione grafica (AxioVision, Zeiss, Oberkochen, Germany) dedicato.

La misurazione è stata eseguita in quattro punti marginali per ciascun campione, come da schema illustrato in figura 3. I dati sono stati analizzati con il test ANOVA a una via (livello $\alpha = 0,05$).

3. RISULTATI

I risultati delle misurazioni del gap marginale sono presentati in tabella I. Con il test ANOVA non è stato possibile rilevare differenze statisticamente significative tra i gruppi. Tutte le corone hanno mostrato un gap marginale medio superiore a 100 μm , con valori leggermente diversi tra i gruppi e oscillanti da un minimo di 107,2 μm a un massimo di 138,8 μm per canino stratificato e incisivo stratificato, rispettivamente; tali differenze non sono statisticamente significative ($p = 0,532$) quindi l'ipotesi nulla è stata accettata.

4. DISCUSSIONE

L'analisi statistica ha mostrato che non esiste differenza nelle chiusure marginali

tra corone monolitiche e stratificate ottenute con il sistema in esame. Ciò è spiegabile con il fatto che sia le cappette da stratificare sia le corone monolitiche sono state realizzate con la stessa procedura tecnologica CAD/CAM, quindi il grado di precisione marginale non è influenzato dalla tipologia di lavorazione dei restauri; la precisione è sempre la stessa, che si stiano lavorando le sottili cappette per la tecnica stratificata o che la lavorazione riguardi corone monolitiche full-contour a tutto spessore. Parimenti, la tecnica di stratificazione non sembra affliggere la precisione delle corone.

Questo studio suggerisce quindi che la discriminante fra tecnica stratificata e monolitica non coinvolga la precisione marginale. Evidentemente, anche la pressatura e la sinterizzazione della ceramica di rivestimento nelle corone stratificate non hanno esercitato influenze sulla precisione marginale rispetto alla tecnica monolitica nella quale questi passaggi non sono stati applicati. La maggiore precisione dei canini stratificati è spiegabile solo sulla base della diversa campionatura delle rilevazioni, dal momento che non è risultata statisticamente significativa. Le nostre misurazioni comprendono quattro punti marginali sui quattro lati del dente e la dispersione dei valori attorno alla media è, conseguentemente, più alta (tab. I). La tecnologia CAD/CAM utilizzata per la lavorazione dei restauri in disilicato di litio impiegati in questo studio, rispetto alle

unità e al software convenzionali, garantisce una precisione di fresaggio di $\pm 25 \mu\text{m}$ e una risoluzione di 7,5 μm [17]. Poiché la filiera produttiva CAD/CAM è influenzata da diversi fattori agenti in fasi distinte dell'iter costruttivo digitale, la lavorazione protesica con queste tecniche innovative ha sicuramente margini di miglioramento. Nonostante ciò, il presente studio dimostra che nell'ambito delle protesi fisse in disilicato di litio, siano esse stratificate o monolitiche, la precisione marginale ha raggiunto livelli sicuramente accettabili e compatibili con i risultati di analoghi studi condotti nell'ambito delle ceramiche integrali: il gap marginale rilevato, compreso tra 107,2 e 138,8 μm , è risultato superiore a quello di analoghi restauri in disilicato di litio ottenuti con tecnica CAD e pressofusione [18,19].

A titolo di confronto, Yüksel et al. [18] hanno valutato la chiusura marginale di corone fuse in Cr-Co, in zirconia (realizzate con la tecnica CAD/CAM) e in disilicato di litio pressofuso riportando dati simili per le corone in disilicato (92,6 μm) e valori inferiori (82,7 μm) per le corone in zirconia. Goldin et al. [19] riferiscono per le corone in disilicato discrepanze marginali più basse rispetto a Yüksel et al. [18] ($81 \pm 25 \mu\text{m}$).

È difficile stabilire a quale livello intervenire per raggiungere le precisioni marginali tipiche delle protesi in metallo fuso, in quanto la filiera produttiva CAD/CAM comprende molteplici e delicate fasi che dipendono sia dall'operatore sia, soprattutto, dalla tecnologia digitale e meccanica adottata. In particolare, le fasi di rilevamento delle impronte digitali sia dirette (scansioni intraorali) sia indirette (scansioni su modello in gesso con scanner da laboratorio) e la successiva elaborazione CAD rappresentano momenti molto critici in quanto piccoli errori introdotti a

Tab. I ANOVA a una via delle corone a confronto ($F = 0,74$; $p = 0,532$)

Gruppo	Rilevazioni totali per gruppo	Chiusura marginale (μm) media \pm DS	SEM (μm)
Incisivo monolitico	24	135 \pm 85	17,35
Incisivo stratificato	24	138,8 \pm 79	16,13
Canino monolitico	24	130,5 \pm 82,23	16,78
Canino stratificato	24	107,2 \pm 77,23	15,76

Legenda: DS, Deviazione Standard; SEM, Standard Error of the Mean.

tale livello possono influenzare negativamente il prodotto protesico finale. Anche le fasi di lavorazione CAM possono essere sicuramente migliorate, benché abbiano raggiunto un grado di precisione notevole rispetto al recente passato e una volta ottimizzato il sistema di lavorazione sembrano essere meno influenzate dalla variabile umana e quindi dall'operatore [20]. Naturalmente i protocolli clinici di preparazione dei denti devono essere attentamente rispettati, in quanto difetti nelle linee di finitura marginale sono difficilmente riproducibili nelle fasi di fresatura CAM.

Anche se la precisione marginale è sensibilmente inferiore rispetto agli standard per le corone fuse o in metalloceramica (50 μm), l'utilizzo di cementi adesivi o self-etching potrebbe compensare questa minore precisione come dimostrato da alcune ricerche in cui la precisione marginale di circa 100-150 μm non esercita un'influenza significativa sul successo a lungo termine del restauro [21-24].

Difetti marginali di 120 μm sono oggi ritenuti clinicamente accettabili [21,25] poiché la dissoluzione dei moderni cementi resinosi e self-etching è notevolmente ridotta rispetto ai cementi convenzionali come quelli all'ossifosfato o al poliacrilato; nonostante questo, imprecisioni marginali superiori a 160 μm non sono raccomandabili, in quanto possono dar luogo a ritenzione di placca e predisporre a danni parodontali [19,26].

5. CONCLUSIONI

Non sono state rilevate differenze statisticamente significative tra le chiusure marginali di corone monolitiche e stratificate costruite in disilicato di litio, quindi la tecnica costruttiva non influenza il gap marginale di questi restauri. I valori del gap sono in linea con i dati della lettera-

tura riguardanti le ceramiche integrali al disilicato di litio; anche se tali valori sono più elevati di quanto ritenuto accettabile per le corone in metallo o metalloceramica (50 μm), la letteratura suggerisce che l'utilizzo dei moderni cementi adesivi compensi largamente tale discrepanza.

CONFLITTO DI INTERESSI

Gli autori dichiarano di non avere conflitti di interesse.

FINANZIAMENTI ALLO STUDIO

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti per il presente studio.

BIBLIOGRAFIA

1. **Craig RG.** Materiali per l'odontoiatria restaurativa. Milano: Masson, 1998.
2. **Ritter RG.** Multifunctional uses of a novel ceramic-lithium disilicate. *J Esthet Restor Dent* 2010;22(5):332-41.
3. **Suputtamongkol K, Anusavice KJ, Suchatlampong C, Sithiamnuai P, Tulapornchai C.** Clinical performance and wear characteristics of veneered lithia-disilicate-based ceramic crowns. *Dent Mater* 2008;24(5):667-73.
4. **Shenoy A, Shenoy N.** Dental ceramics. An update. *J Conserv Dent* 2010;13(4):195-203.
5. **Raigrodski AJ.** Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2004;92(6):557-62.
6. **Denry I, Hollaway AJ.** Ceramics for dental applications: a review. *Materials* 2010;3:351-8.
7. **Berge HX, Sorensen JA, Edelhoff D.** Split energy factor theory in fracture analysis of dental ceramics. *JDR* 2001;80:57.
8. **Sorensen JA, Berge HX, Edelhoff D.** Effect of storage media and fatigue loading on ceramic strength. *JDR* 2000;79:217.
9. **Bindl A, Lüthy H, Mörmann WH.** Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. *Dent Mater* 2006;22(1):29-36.
10. **Schultheis S, Strub JR, Gerds T, Guess PC.** Monolithic and bi-layer CAD/CAM lithium-disilicate versus metal-ceramic fixed dental prostheses: comparison of fracture loads and failure modes after fatigue. *Clin Oral Investig* 2013;17(5):1407-13.
11. **Balder JD, Rozier RG, McFall WT Jr, Ramsey DL.** Effect of crown margins on periodontal conditions in regularly attending patients. *J Prosthet Dent* 1991;65(1):75-9.
12. **Tjan AH, Dunn JR, Grant BE.** Marginal leakage of cast gold crowns luted with an adhesive resin cement. *J Prosthet Dent* 1992;67(1):11-5.
13. **Rossetti PH, do Valle AL, de Carvalho RM, De Goes MF, Pegoraro LF.** Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents. *J Appl Oral Sci* 2008;16(1):64-9.
14. **Hunter AJ, Hunter AR.** Gingival margins for crowns: a review and discussion. Part II: Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent* 1990;64(6):636-42.
15. **McLaren EA, Terry DA.** CAD/CAM systems, materials and clinical guidelines for all-ceramic crowns and fixed partial dentures. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23(7):637-41.
16. **Esquivel-Upshaw JF, Anusavice KJ, Young H, Jones J, Gibbs C.** Clinical performance of a lithia disilicate-based core ceramic for three-unit posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2004;17(4):469-75.
17. **Liu PR.** A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26(7):507-12.
18. **Yüksel E, Zaimoğlu A.** Influence of marginal fit and cement types on microleakage of all-ceramic crown systems. *Braz Oral Res* 2011;25(3):261-6.
19. **Goldin EB, Boyd NW 3rd, Goldstein GR, Hittelman EL, Thompson VP.** Marginal fit of leucite-glass pressable ceramic restorations and ceramic-pressed-to-metal restorations. *J Prosthet Dent* 2005;93(2):143-7.
20. **Renne W, McGill ST, Forshee KV, DeFee MR, Mennito AS.** Predicting marginal fit of CAD/CAM crowns based on the presence or absence of common preparation errors. *J Prosthet Dent* 2012;108(5):310-5.
21. **Reich S, Uhlen S, Gozdowski S, Lohbauer U.** Measurement of cement thickness under lithium disilicate crowns using an impression material technique. *Clin Oral Investig* 2011;15(4):521-6.
22. **Tsitrou EA, Northeast SE, van Noort R.** Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM. *J Dent* 2007;35(1):68-73.
23. **Laurent M, Scheer P, Dejoux J, Laborde G.** Clinical evaluation of the marginal fit of cast crowns. Validation of the silicone replica method. *J Oral Rehabil* 2008;35(2):116-22.
24. **Tuntiprawon M, Wilson PR.** The effect of cement thickness on the fracture strength of all-ceramic crowns. *Aust Dent J* 1995;40(1):17-21.
25. **Rahme HY, Tehini GE, Adib SM, Ardo AS, Rifai KT.** In vitro evaluation of the "replica technique" in the measurement of the fit of Procera crowns. *J Contemp Dent Pract* 2008;9(2):25-32.
26. **McLean JW, von Fraunhofer JA.** The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131(3):107-11.