

Puentes de Zirconia *versus* puentes metalcerámicos.

Comparación de la precisión de ajuste marginal pre y postcementado

E. Gonzalo¹/ M. J. Suárez²/B. Serranoa/J. F. L. Lozano³

Objetivos: En el presente estudio se comparan los cambios producidos en el ajuste marginal de puentes posteriores de tres piezas realizados con 3 sistemas a base de zirconia procesados con tecnología CAD/CAM y puentes de tres piezas metalcerámicos confeccionados con la técnica convencional de la cera perdida, antes y después del cementado.

Material y método: Se confeccionaron 40 probetas de acero mecanizado con dos pilares que se dividieron en 4 grupos (n=10): a) Lava Allceramic System, b) Procera Bridge Zirconia, c) Vita In-Ceram 2000 YZ y d) Metal-cerámica (grupo control). Todos los puentes fueron preparados con un espaciado interno de 50 µm. El desajuste marginal se midió con un equipo de análisis de imagen (AI) sobre el modelo maestro de acero pre y postcementado. Los datos obtenidos fueron sometidos a las pruebas estadísticas de Análisis de la Varianza Unifactorial y el Test de la t de Student.

Resultados: No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el ajuste marginal pre y postcementado para los 4 grupos analizados. El desajuste de los puentes de Procera antes y después del cementado fue inferior al de los otros grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0013$) de ajuste marginal entre Procera Bridge Zirconia y el resto de grupos.

Conclusiones: Los resultados de este estudio reflejan que el cementado no causa un incremento del desajuste marginal estadísticamente significativo en ninguno de los grupos analizados cuando el espaciado interno de las restauraciones es de 50 µm. El ajuste marginal de los tres sistemas de zirconia se encuentra dentro los límites clínicamente aceptados, siendo inferiores a los valores registrados para el grupo metalcerámica. Procera Bridge Zirconia obtuvo los valores de desajuste marginal más bajos. *Prótesis Estomatológica* 2010;2;165-170.

Palabras clave: Ajuste marginal, zirconia, CAD/CAM, cementado.

Purpose. The purpose of this in vitro study was to compare changes in marginal fit of posterior fixed dental prostheses of 3 zirconia systems manufactured using CAD/CAM technology and metal ceramic posterior fixed dental prostheses fabricated with the conventional lost-wax technique, before and after cementation.

Material and methods. Forty standardized master steel dies with 2 abutments were fabricated to receive a posterior 3-unit FDP (from first molar to first premolar) and divided into 4 groups (n=10): Lava All-Ceramic System, Procera Bridge Zirconia, VITA In-Ceram 2000 YZ, and metal ceramic (control group). All FDPs were prepared for an internal space of 50 µm. The external marginal gap of the restorations was investigated by measuring 30 points in the middle of buccal and lingual surfaces; therefore, 60 measurements per abutment were recorded. Measurements were made with an image analysis program on the master steel model before cementation and after conventional cementation with a glass ionomer agent (Ketac Cem Easymix). The data obtained were statistically analyzed using 1-way ANOVA, Duncan's multiple range post hoc test, and Student's paired t test ($\alpha=.05$).

Results. No significant differences in the vertical marginal fit before and after cementation were recorded for the analyzed groups. The marginal discrepancy of Procera abutments before and after cementation (9 ± 10 µm and 11 ± 9 µm, respectively) was less than that of the other groups. Significant differences ($P=.001$) were observed in marginal adaptation between Procera Bridge Zirconia and the other groups.

Conclusions. The results of this study showed that cementation did not cause a significant increase in the vertical marginal discrepancies of the FDPs and that an internal space of 50 µm provided high precision of fit of the restorations. The accuracy of fit achieved for the 3 zirconium oxide groups analyzed was within the range of clinical acceptance, and the discrepancies were lower than in the metal ceramic group. Procera Bridge Zirconia showed the lowest vertical discrepancies.

Key words: Marginal fit, zirconia, CAD/CAM, cementation

¹Profesor/a Asociado/a, Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid.

²Profesora Titular, Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología, y Vicerrectora de la Universidad Complutense de Madrid.

³Catedrático y Director del Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid.

Correspondencia: Dra. M^a Jesús Suárez García, Departamento de Prótesis Bucofacial, Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, España. Fax: +34 913941910. e-mail: mjsuarez@odon.ucm.es

Las opciones tratamiento de edentaciones intercalares con prótesis parciales fijas (PPF) han experimentado un cambio con la aparición de los nuevos sistemas cerámicos. Los criterios clínicos no se limitan a la evaluación y selección de pilares, es necesario seleccionar el tipo de cerámica adecuada, el método de fabricación, el diseño de la estructura, así como el agente cementante en función de las demandas funcionales y estéticas de cada caso. A las restauraciones (inlays, onlays, carillas, coronas y puentes) totalmente cerámicas se les atribuyen mejores propiedades estéticas que a las restauraciones metalcerámicas, no obstante, no se disponen de datos acerca de la resistencia a la fractura, el desajuste marginal y la microfiltración a largo plazo.

Tradicionalmente, se han denominado coronas *jacket* de porcelana a las coronas fabricadas sobre una lámina de platino. Actualmente, las técnicas basadas en diseño asistido por ordenador/mecanizado asistido por ordenador (CAD/CAM), junto con los bloques cerámicos prefabricados de óxido de circonio parcialmente estabilizado con óxido de ytrio, se perfilan como una firme alternativa restauradora en sectores posteriores. La principal ventaja de este tipo de cerámicas reside en su estructura cristalina, capaz de modificarse para frenar la propagación de una grieta, previniendo así la fractura del material¹.

Un factor importante para el éxito a largo plazo de las restauraciones fijas dentosoportadas es la precisión de los márgenes de las mismas. Una correcta adaptación de la restauración proporciona mayor durabilidad² y reduce el riesgo de desajuste asociado a la aparición de patología periodontal³⁻⁶, aparición de caries secundarias^{7,8}, así como incremento de la sensibilidad, llegando incluso a la afectación pulpar irreversible^{9,10}.

En la literatura existe una gran variabilidad en lo que al ajuste marginal de diferentes sistemas totalmente cerámicos se refiere, siendo el cementado uno de los principales factores involucrados^{11,12-15}.

Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el desajuste marginal de PPF de zirconia y metalcerámica convencionales antes y después del cementado, analizando las diferencias entre pilares y superficies vestibulares y linguales.

Material y método

Se confeccionaron 40 probetas mecanizadas en acero macizo (en el Taller Mecánico de apoyo a la Investigación de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid), con dos pilares atornillados a una base, que simulaban la preparación para el recubrimiento total de un primer molar y un primer premolar mandibulares, para la confección de puentes de tres piezas (Figura 1). Los pilares fueron preparados con una línea de terminación en chámfer profundo de 1 mm y un ángulo de convergencia oclusal de 6 grados, simulando las condiciones clínicas ideales. En la base de los pilares se realizó una rielera vertical a nivel de la cara vestibular, paralela al eje longitudinal del muñón para facilitar su posicionamiento en la base (Figura 2). Estas probetas se utilizaron como modelos de trabajo.

Las probetas fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro grupos, de diez especímenes cada uno, que fueron codificados con una letra que identificaba el grupo de pertenencia y un número que indicaba el orden dentro de cada grupo (n=10).

Las estructuras metálicas del grupo metalcerámica (Kera C, Eisenbacher Dentalwaren ED GmbH, Alemania) se realizaron sobre un espaciado de los pilares de 3 capas (50 µm) aplicadas a 0,5 mm de la línea de terminación, empleando la técnica de colado a la cera perdida y la técnica convencional de capas para la elaboración de las restauraciones. La fabricación de las estructuras cerámicas se llevó a cabo mediante el escaneado de cada uno de los dos pilares de

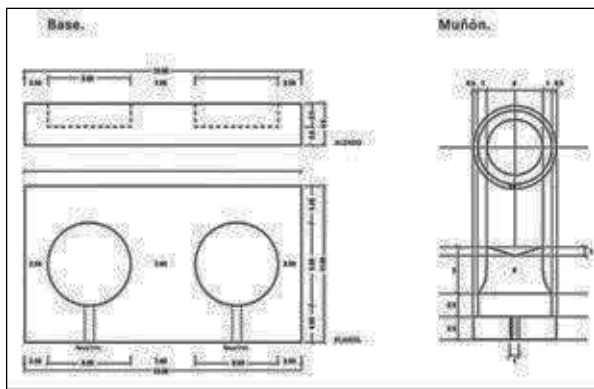


Figura 1 Planos para la confección de las probetas.

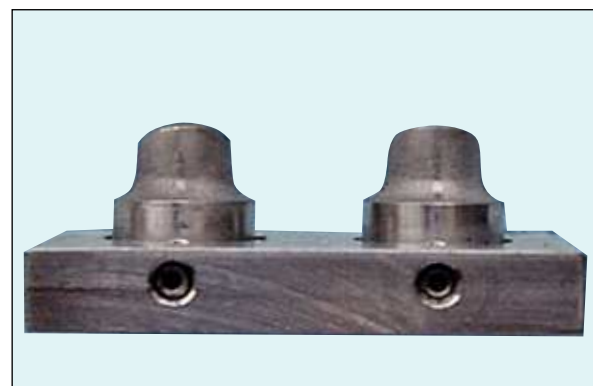


Figura 2 Ranura para el posicionamiento del muñón en la base

acero que constituían cada probeta, empleándose el escáner propio de cada sistema, y así obtener una imagen digitalizada de la probeta. Las estructuras de los tres sistemas cerámicos fueron diseñadas con un espaciado interno de 50 μm y un grosor del núcleo de 0,5 mm por técnicos expertos y siguiendo en todo momento las recomendaciones del fabricante.

Todas las restauraciones se cementaron con un cemento de vidrio ionómero (Ketac Cem EasyMix, 3M-Espe) en las proporciones indicadas por el fabricante. Cada restauración se asentó sobre su correspondiente probeta mediante presión digital y aplicando después con una llave dinamométrica (USAG 820/70, Utensilerie SpA) una fuerza constante de 10 N durante 10 minutos. Una vez endurecido se eliminaron los excesos con una sonda de exploración y una copa de pulido.

Para evaluar el ajuste marginal de las restauraciones se utilizó un sistema de análisis de imagen (AI) con el software OPTIMAS® 6.1 (Optimas Corporation) para Windows®, junto con una cámara Hitachi CCTV-HV 720E adaptada a un microscopio óptico Olympus a una magnificación 40x. El desajuste marginal fue medido para cada uno de los dos pilares de cada restauración a nivel del centro geométrico de las caras vestibular y lingual, en una zona limitada previamente con dos marcas (coronal y cervical a 1 mm del margen) realizadas con un rotulador permanente (Figura 3). Se registró la discrepancia marginal vertical, entendida como la distancia existente entre el margen de la restauración y el ángulo cavosuperficial de la preparación. Para la observación, los especímenes fueron fijados a una plataforma, posicionada perpendicularmente al eje del microscopio óptico con una angulación de (25°), realizándose un total de ciento veinte mediciones por probeta (30 por pilar y lado) antes y después del cementado (Figura 4)

Los datos así obtenidos fueron analizados estadísticamente utilizando el Análisis de la Varianza Unifactorial (ANOVA), el test a posteriori de comparaciones múltiples de Duncan y el Test de la *t* de Student para muestras pareadas.

Resultados

Los tres sistemas totalmente cerámicos y el grupo metalcerámica fueron comparados antes y después del cementado (tabla 1). El grupo Procera fue el que obtuvo valores de desajuste marginal inferiores al resto de los grupos tanto pre como postcementado (9 ± 10 y 11 ± 9 respectivamente). Precementado, se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0001$) entre los grupos, el test de comparaciones múltiples de Duncan encontró diferencias entre Procera y el resto de los grupos. Postcementado, también se observaron diferencias significativas entre los cuatro grupos analizados ($p = 0,0001$). El test de Duncan mostró diferencias significativas entre Procera y el resto de los grupos y entre In-Ceram YZ y el grupo metalcerámica. No se establecieron diferencias estadísticamente significativas antes y después del cementado para los grupos analizados. Del mismo modo, no existió interacción entre los cuatro grupos, siendo la evolución del pre al postcementado similar para todos ellos.

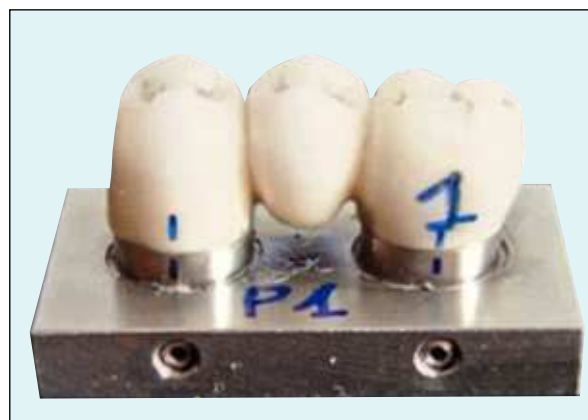


Figura 3 Probeta marcada para estudio mediante AI.

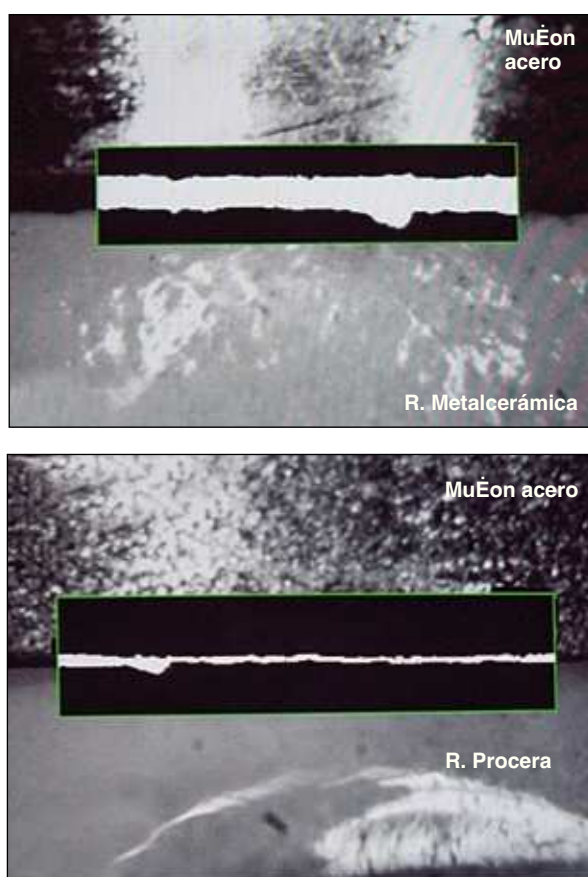


Figura 4 Probetas sometidas a análisis de imagen

Todos los valores de desajuste marginal registrados para los tres grupos cerámicos analizados (Procera, Lava e In-Ceram YZ) se hallaban dentro de los límites clínicamente aceptados¹⁶.

Al analizar las diferencias entre pilares precementado, se registraron diferencias significativas entre los grupos para el pilar 1 ($p = 0,003$) y el pilar 2 ($p = 0,001$). Para el pilar 1 las

Tabla 1 Resultados pre y postcementado

Grupo	Precementado Media de		Postcementado Media de		Diferencia Pre/post Media de	
MC	66,65	31,37	76,35	29,22	9,70	42,64
L	66,48	42,25	71,22	45,48	4,74	12,14
P	8,92	9,68	11,53	9,24	2,60	10,37
Pilar 1	42,65	41,78	50,40	37,67	7,75	33,19
Pilar 2	48,44	43,59	53,13	45,10	4,68	21,12
Cara A	48,33	38,68	60,46	46,28	12,14	35,51
Cara B	42,77	47,64	43,07	39,78	0,30	26,40

diferencias significativas se establecieron entre los grupos Procera e In-Ceram YZ y el grupo metalcerámica. Para el pilar 2, se establecieron diferencias entre el grupo Procera y el resto de grupos. El test de la *t* de Student no mostró diferencias precementado.

Postcementado, se establecieron diferencias significativas entre grupos para ambos pilares (pilar 1, $p = 0,0001$ y pilar 2, $p = 0,001$), así como entre Procera y el resto de grupos en ambos pilares; e In-Ceram YZ y el resto de grupos para el pilar 1. El test de la *t* de Student para muestras pareadas, halló diferencias significativas ($p = 0,0388$) en el grupo metal-cerámica tras el cementado. El desajuste marginal aumentó ligeramente en ambos pilares y en todos los grupos postcementado, sin embargo, las diferencias pre y postcementado no fueron estadísticamente significativas para los grupos analizados. No se estableció interacción entre los distintos grupos para los dos pilares observados.

Al evaluar las diferencias entre las caras vestibular y lingual se encontraron diferencias significativas precementado en ambas caras ($p = 0,0124$ y $p = 0,0001$, respectivamente). Tras el cementado, las diferencias fueron también significativas para ambas superficies analizadas ($p = 0,0042$ en vestibular y $p = 0,0001$ en lingual). A nivel vestibular las diferencias se establecieron tanto pre como postcementado entre el grupo Procera y el resto de los grupos. En la cara lingual las diferencias significativas halladas correspondieron a los grupos Procera e In-Ceram YZ respecto a los grupos Lava y metalcerámica. El test de la *t* de Student arrojó resultados significativos entre caras precementado para Procera ($p = 0,05$) e In-Ceram YZ ($p = 0,0126$), y postcementado para In-Ceram YZ ($p = 0,0075$) y el grupo metal-cerámica ($p = 0,01$). El incremento en la discrepancia marginal del pre al postcementado observado para las caras vestibular y lingual no fué estadísticamente significativo. Nuevamente no se estableció interacción entre los grupos.

Discusión

El ajuste marginal es uno de los criterios más importantes de calidad de las restauraciones fijas, no obstante, existe gran controversia acerca de cuál es el valor clínicamente aceptable, debido a la diferencia de materiales, métodos de medición utilizados, número de mediciones realizadas por espécimen, tipo de restauración realizada (unitarias o múltiples)¹⁵. En el presente estudio, el desajuste o discrepancia marginal fue medido siguiendo los criterios previamente de-

finidos¹⁷ teniendo en cuenta el número mínimo de mediciones necesarias para la evaluación del ajuste marginal siguiendo las recomendaciones de estudios avalados y contrastados¹⁸. Todas las mediciones fueron realizadas por un único observador, para reducir posibles sesgos.

La mayoría de los autores aceptan como discrepancia clínicamente aceptable una cifra entre 100 y 120 μm ^{15,16,18-20}. Si bien, estas cifras actualmente se consideran excesivas, estableciéndose como aceptable una discrepancia de 50 μm ²¹. En el presente trabajo, los valores medios de desajuste marginal vertical se encontraron en un rango de 9-76 μm , dentro de los estándares.

Lava All-Ceramic System obtuvo resultados (66-71 μm) similares a los registrados por Reich y cols.²² (65-75 μm), e inferiores a los obtenidos por Komine y cols.²³ Para In-Ceram YZ (40-48 μm) los resultados obtenidos fueron similares a los referidos en la literatura²⁴. Procera Bridge Zirconia mostró los valores más bajos de desajuste marginal (9-11 μm).

Los tres sistemas totalmente cerámicos obtuvieron valores de desajuste marginal considerablemente inferiores al grupo metalcerámica, tanto pre como postcementado. Lo que corrobora que la tecnología CAD/CAM proporciona mayor precisión de ajuste marginal que la técnica metalcerámica convencional, al obviar los errores inherentes al proceso de encerado de la cofia y colado^{20,21,25-28}. Los resultados de este trabajo mostraron diferencias significativas entre pilares después del cementado en el grupo metalcerámica, hecho que no se produjo en el resto de grupos, aspecto que puede ser explicado por la mayor precisión de los sistemas CAD/CAM.

Autores como Sorensen⁸ y Quintas y cols.¹¹ en la década de los noventa y principios del 2000 ya resaltaron la importancia del espaciado interno como uno de los factores cruciales para la obtención de un buen ajuste de las restauraciones a nivel del marginal. Nosotros creemos que la posibilidad de predeterminar el alivio interno que ofrecen los sistemas CAD/CAM contribuye a que los resultados superen los obtenidos por el grupo metalcerámica, donde el espaciado se realiza manualmente por el técnico de laboratorio empleando lacas o espaciadores por capas, siendo un proceso manual subjetivo.

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de analizar las diferencias encontradas entre los tres sistemas cerámicos sería el tipo de escáner utilizado para la digitalización de los muñones: escáner láser para los sistemas Lava e In-

Ceram YZ, y escáner mecánico en el caso de Procera. Estudios previos han establecido una mayor precisión de la digitalización mecánica frente a la óptica²⁹⁻³².

Otro punto que no se puede olvidar es el factor humano, el papel del técnico de laboratorio en las distintas fases de elaboración de las prótesis, que podría influir en los resultados y que no ha sido referenciado hasta el momento en la literatura.

En este estudio *in vitro* se observaron diferencias significativas entre ambas caras (vestibular y lingual), siendo los valores registrados superiores a nivel vestibular. En la bibliografía consultada los autores no establecieron diferencias entre caras para restauraciones unitarias³³; quizás la existencia de varios pilares y la mayor complejidad del diseño de estructuras múltiples y asentamiento de las mismas justifique dichas diferencias. Creemos que son necesarios nuevos estudios para aclarar este aspecto.

El cementado incrementó la discrepancia marginal de todas las restauraciones tal y como se establece en la literatura^{11,15,34,35} en todos los grupos analizados, aunque ese incremento careció de significación estadística. Este hecho podría ser explicado por el espaciado interno de 50 µm establecido para el agente cementante, que permitió el cementado sin producir un incremento significativo del desajuste de las restauraciones.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio, se puede concluir que todos los valores de desajuste marginal observados se encontraron dentro de los valores clínicamente aceptados y que las discrepancias marginales observadas para los tres grupos de restauraciones de zirconia fueron inferiores a las registradas para el grupo metalcerámica. Los resultados muestran que el ajuste de puentes de tres piezas confeccionados con tecnología CAD/CAM es satisfactorio para su uso clínico.

Futuras investigaciones son necesarias para analizar algunos de los factores que pueden afectar al ajuste marginal de las restauraciones de zirconia. Por último, añadir que son precisos estudios clínicos, que ya se están llevando a cabo por este equipo, para confirmar los resultados obtenidos.

Agradecimientos

Este estudio forma parte de un proyecto de investigación de la Universidad Complutense con 3M España S.A. (no. 26-2005), y Nobel Biocare Ibérica S.A. (no. 322-2005), dirigido por el segundo autor.

Los autores quieren agradecer la colaboración de Vita Zahnfabrik por proporcionar el material cerámico, a los laboratorios dentales Dident S.A., Poveda S.A. y Prótesis S.A. por la ayuda técnica y la construcción de las restauraciones, al Dr. Guillermo Caruana, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, por su ayuda con el programa de análisis de imagen, y al Dr. Ricardo García, del Servicio Informático de apoyo a la investigación de la Universidad Complutense, por su ayuda con el análisis estadístico.

Bibliografía

1. Garvie RC, Hannink RH, Pascoe RT. Ceramic steel?. Nature 1975;258:703-4.
2. Goldman M, Laosonthorn P, White RR. Microleakage-Full crowns and dental pulp. J Endod 1992;18:473-5.
3. Degrange M, Cheylan JM, Samama Y. Prosthodontics of the future: cementing or bonding? In: Roulet JF, Degrange M, editors. Adhesion-the silent revolution in dentistry. Chicago. Quintessence; 200. p.277-301.
4. Lang NP, Kiel RA, Anderhalden K. Clinical and microbiological affects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. J Clin Periodontol 1983;10:563-78.
5. Sorensen JA. A rationale for comparison of plaque-retaining properties of crown systems. J Prosthet Dent 1989;62:264-9.
6. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. J Prosthet Dent 1991;65:357-64.
7. 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;3:237-43.
8. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. J Prosthet Dent 1990;64:18-24.
9. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margins for crowns: A review and discussion. Part II: Discrepancies and configurations. J Prosthet Dent 1990;64:636-42.
10. Bergenholtz G, Nyman S. Endodontic complications following periodontal and prosthetic treatment of patients with advance periodontal disease. J Periodontol 1984;55:64-8.
11. Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic materials, finish lines and luting agents: An in vitro evaluation. J Prosthet Dent 2004;92:250-7.
12. Gemalmaz D, Ozcan M, Yoruc AB, Alkumru HN. Marginal adaptation of a sintered ceramic inlay system before and after cementation. J Oral Rehabil 1997;24:646-51.
13. Gu X-H, Kern M. Marginal discrepancies and leakage of All-Ceramic crowns: Influence of luting agents and aging conditions. Int J Prosthodont 2003;16:109-16.
14. Wolfart S, Wegner SM, Al-Halabi A, Kern M. Clinical evaluation of marginal fit of a new experimental all-ceramic system before and after cementation. Int J Prosthodont 2003;16:587-592.
15. Belser UC, Macentee MI, Richter WA. Fit of three porcelain-fused-to-metal marginal designs in vivo. A Scanning electron microscopy study. J Prosthet Dent 1985;53:24-29.
16. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J 1971;131:107-110.
17. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. J Prosthet Dent 1989;62:405-8.
18. Gassino G, Monfrin S, Scanu M, Spina G, Preti G. Marginal adaptation of fixed prosthodontics: a new in vitro 360-degree external examination procedure. Int J Prosthodont 2004;17:218-223.
19. Fransson B, Øilo G, Gfeitanger R. The fit of metal-ceramic crowns, a clinical study. Dent Mat 1985;1:197-199.
20. Besino C, Jeger C, Guggenheim R. Marginal adaptation of titanium frameworks produced by CAD/CAM techniques. Int J Prosthodont 1997;10:541-546.
21. Estefan D, Dussetschleger F, Agosta C, Reich S. Scanning electron microscope evaluation of cerec II and cerec III inlays. Gen Dent 2003;51(5):450-4.
22. Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. Eur J Oral Sci 2005;113(2):174-9.
23. Boening KW, Walter MH, Reppel PD. Non-cast titanium restorations in fixed prosthodontics. J Oral Rehabil 1992;19:281-287.
24. Komine F, Gerds T, Witkowski S, Strub JR. Influence of framework configuration on the marginal adaptation of zirconium dioxide ce-

- ramic anterior four-unit frameworks. *Acta Odontol Scand* 2005;63(6):361-6.
25. Bindl A, Mirmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chmfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005;32:441-7.
26. Strating H, Pameijer C, Gidenhuys RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent* 1981 ;46 :59-65.
27. Van Rensburg F, Strating H. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part II. *J Prosthet Dent* 1984;52:210-214.
28. Abbate M, Tjan A, Fox W. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 1989; 61:527-531.
29. Luthardt RG, Sandkuhl O, Herold V, Walter MH. Accuracy of mechanical digitizing with a CAD/CAM system for fixed restorations. *Int J Prosthodont* 2001;14(2):146-51.
30. Suárez MJ, González de Villaumbrosia P, Pradies G, L. Lozano JF. Comparison of the marginal fit of Procera allceram crowns with two finish lines. *Int J Prosthodont* 2003;16:229-232.
31. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1994;72:585-90.
32. White SN, Yu Z, Tom JF, Sangsurarak S. In vitro marginal adaptation of cast crowns luted with different cements. *J Prothet Dent* 1995;74:25-32.
33. Kern M, Schaller HG, Strub JR. Marginal fit of restorations before and after cementation in vivo. *Int J Prosthodont* 1993;6:585-591.
34. Sjögren G. Marginal and internal fit of four different types of ceramic inlays after luting. An in vitro study. *Acta Odont Scand* 1995; 53: 24-8.
35. Pascoe DF. An evaluation of the marginal adaptation of extra-coronal restorations during cementation. *J prosthet dent* 1983;49:657-662.