

COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL ENTRE INCRUSTACIONES MOD MAQUINADAS CON EL SISTEMA IPS E.MAX CAD® Y RESTAURACIONES MOD EN ORO COLADO TIPO III¹

EVALUATION OF MARGINAL ADAPTATION *IN VITRO* OF MOD FILLINGS WITH AN ENAMEL FINISH MANUFACTURED WITH IPS E.MAX CAD (COMPUTER ASSISTED DESIGN®) AND WITH GOLD TYPE III

² José Rodolfo Gómez.

³ Roxana Margarita Ortega.

⁴ Leonardo Alberto Parada.

⁵ Efraín López.

⁶ René Rojas.

⁷ Martha C. Tamayo.

⁸ Gloria Bautista.

Resumen

Objetivo: comparar la adaptación marginal *In Vitro* de incrustaciones MOD con terminación en esmalte fabricadas con IPS e.max CAD (ComputerAsistedDesing) ® y fabricadas en oro tipo III.

Materiales y métodos: En este estudio experimental exploratorio se usó una muestra no probabilística de 15 premolares sanos por cada uno de los dos grupos; IPS e.max CAD® y oro tipo III. A todos los premolares se les realizó cavidades MOD estandarizadas para los 2 grupos. Los dientes preparados fueron asignados aleatoriamente a cada grupo. Las incrustaciones del grupo IPS e.max CAD® fueron elaboradas con el sistema CEREC 3 y las incrustaciones en oro fueron elaboradas por los investi-

Abstract

Objective: To compare *In Vitro*, the marginal adaptation of MOD fillings with an enamel finish manufactured with IPS e.max CAD (Computer Assisted Design®) and those manufactured with gold type III.

Materials and methods: In this exploratory experimental study, a non-probabilistic sample of 15 healthy premolars for each of the two groups (IPS e.max CAD® and gold type III) was used. Standardized MOD cavities were made in all the premolars for both groups. The prepared teeth were randomly assigned to each group. The IPS e.max CAD® fillings were made using the CEREC 3 system and the gold fillings were made by the researchers. Stereo microphotographs of all the samples were taken on millimeter paper

Recibido el 05/06/2011

Aprobado 22/11/2011

1. Artículo de investigación original.
2. Odontólogo. Residente Postgrado de Prostodoncia, Universidad El Bosque.
3. Odontólogo. Residente Postgrado de Prostodoncia, Universidad El Bosque.
4. Odontólogo. Residente Postgrado de Prostodoncia, Universidad El Bosque.
5. Odontólogo. Especialista en Rehabilitación oral, Universidad Javeriana. Director Postgrado Prostodoncia, Universidad El Bosque.
6. Odontólogo. Especialista en Prostodoncia, Universidad El Bosque. Docente Postgrado Prostodoncia, Universidad El Bosque.
7. Odontóloga. Especialista en Periodoncia, Universidad Javeriana. Docente Unidad de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad El Bosque. tata.tamayo@gmail.com.
8. Bacterióloga. Maestría en Microbiología. Maestría en Estadística. Unidad de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad El Bosque.

gadores. Se tomaron estereo microfotografías de todas las muestras sobre papel milimetrado, y las imágenes fueron analizadas mediante el programa ImageTool. Se tomaron tres medidas adaptación marginal en el área proximal mesial o distal de cada muestra, que fueron promediadas y reportadas en micras. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y Test de Mann-Whitney.

Resultados: el 98% del total de las incrustaciones en oro y el 47% del total de las incrustaciones de IPS e.max CAD® presentaron una adaptación marginal < a 120 micras. El promedio de desadaptación marginal del grupo IPS e.max CAD® fue $122.8 \mu + 44.1$, mientras que para el grupo oro fue de $75.3 \mu + 42.6$ encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los dos.

Conclusiones: El oro reporta mejor adaptación marginal en restauraciones inlays MOD que los sistemas maqui- nados como el sistema IPS e.max CAD®.

Palabras Claves: oro tipo 3, incrustación MOD, adapta- ción marginal, IPS e.max CAD®.

INTRODUCCIÓN

Uno de los tipo de restauraciones más comúnmente usadas en odontología restauradora son las incrustaciones tipo *inlay* o restauraciones fijas intracorona- les las cuales proporcionan solidez estructural, son biocompatibles, duraderas, permiten una mínima reducción de la estructura del diente para lograr un espesor adecuado en la restauración^[1,2] y por tal razón presentan un mejor pronóstico clínico a largo plazo^[3]. Estas restauraciones se han fabricado regu- larmente en diferentes tipos de materiales tales como aleaciones, porcelanas y cerómeros^[4,5].

Las aleaciones que tradicionalmente se han utilizado para esta técnica son de alto contenido en metales nobles (40% oro - 60% otros metales nobles), lo que les ha proporcionado excelentes propiedades físicas durante su fabricación y durante su uso clínico^[6, 7, 8, 9, 10,11].

No obstante, la demanda por la estética, ha llevado a la odontología a desarrollar y usar técnicas restau- rativas modernas que incluyen el uso de materiales cerámicos en combinación con técnicas adhesivas.^[12] Estos nuevos materiales cerámicos han permitido que estas restauraciones sean usadas más frecuentemente en rehabilitaciones protésicas^[12]. No obstante el desem- peño clínico a largo plazo de *inlays* cerámicas depende de una serie de factores, donde la adaptación marginal

and the images were analyzed using the Image Tool® software. Three marginal adaptation measurements in the mesial proximal or distal area were taken for every sample; they were averaged and reported in microns. The data was analyzed using ANOVA and the Mann-Whitney test.

Results: 98% of all the gold fillings and 47% of all the IPS e.max CAD® fillings showed a marginal adaptation of less than or equal to 120 microns. The marginal unfit- ness average for the IPD e.max CAD® group was $122.8 + 44.1 \mu\text{m}$, and for the gold fillings group it was $75.3 + 42.6 \mu\text{m}$. There was a statistically significant differences between the groups.

Conclusions: Gold reports a better marginal adaptation for inlay MOD fillings than manufactured systems like IPS e.max CAD® system.

Key Words: Gold alloys, dental Inlays MOD, dental marginal adaptation, IPS e.max CAD®.

(definida por la ADA como: la medida del espacio o gap existente entre el borde marginal externo de una restauración y el de la preparación dental aceptado clínicamente < 120 μm)^[11] debido a que esta caracte- rística influye en la longevidad, decoloración, filtración, degradación físico-química del agente cementante y la capacidad de resistir las cargas oclusales^[13, 14, 15, 16].

Existen en la literatura estudios *In Vitro* que han publi- cado diferencias significativas en micras en relación con la integridad o adaptación marginal de *inlays* cerámicas antes y después de la cementación.^[12, 14, 15,17, 18, 19, 20]. Y otros estudios *In Vitro* han publicado que la adaptación marginal de *inlays* cerámicas son inferiores que las *inlays* en oro^[12, 21, 22,23].

Por eso en la actualidad se han introducido nuevas técnicas y materiales cerámicos en un esfuerzo por mejorar la adaptación marginal de las restauraciones. Los sistemas de fabricación cerámicos han ido evolu- cionando a la tecnología CAD-CAM (*Diseño Asistido por Computador – Maquinado Asistido por Compu- tador*) con el objetivo de disminuir el número de citas al paciente, los procesos de laboratorio y mejorar el comportamiento clínico de las restauraciones^[24, 25,26]. Uno de los sistemas desarrollados con la tecnología CAD CAM (Diseño Asistido por Computador-Maqui- nado Asistido por Computador) es el sistema IPS e.max CAD® de Ivoclar Vivadent® que consiste en una cerá-

mica de vidrio de disilicato de litio, con presentación en bloques que se encuentran en una fase precristalizada de metasilicato, optimizada para el procesamiento con la tecnología CAD (Diseño Asistido por Computador). En contraste a otras cerámicas CAD/CAM, los bloques no contraen de forma significativa y no requieren complicados procesos de infiltración^[27]. Aunque esta técnica ha reportado muy buena adaptación marginal en coronas individuales y prótesis fija^[27,28]; aun no se han publicado reportes que hayan evaluado la adaptación marginal en restauraciones tipo *inlay* MOD (Meso-Ocluso-Distal) y menos aún en comparación con un material estándar como el oro tipo III.

Por tal razón el objetivo de este estudio es evaluar la adaptación marginal *In Vitro* de incrustaciones MOD con terminación en esmalte fabricadas con IPS e.max CAD (Computer Assisted Desing)® y en oro colado tipo III ®.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio experimental, exploratorio *In Vitro*, se utilizaron primeros premolares superiores libres de caries y obturaciones, que requirieran extracción por motivos ortodónticos y/o periodontales, y que no presentaran una marcada concavidad mesial. Se utilizó una muestra no probabilística de 15 dientes por grupo de estudio, para un total de 30 dientes. Los grupos fueron asignados aleatoriamente en grupo 1 IPS e.max CAD® y grupo 2 Oro tipo III (ver figura 1)

Los dientes fueron extraídos por método cerrado bajo técnica anestésica infiltrativa; previa lectura y firma del consentimiento informado, el cual fue aprobado comité de ética de la Universidad El Bosque acta N° 132 del 27 de julio de 2010. Una vez extraídos, los dientes fueron lavados con el fin de retirar los restos de ligamento periodontal, inmediatamente se almacenaron en solución salina fisiológica, a temperatura ambiente, por un período máximo de tres meses realizando un recambio semanal de la solución durante todo el tiempo del estudio.

Los dientes se montaron en yeso tipo III (Whip Mix®) de forma individual en un cubo de 1.5 cm por 1.5 cm, de tal manera que el nivel de yeso quedara 2 mm por debajo de la unión amelo-cementaria. (Ver figura 2)

Todas las preparaciones fueron realizadas por dos operadores estandarizados, con pieza de mano de alto torque Synea W&H®, con fresas Jota® tronco-cónica, redonda y cono invertido de diamante grano medio, utilizando una por cada cinco preparaciones. Se realizó el mismo diseño cavitario expansivo para los

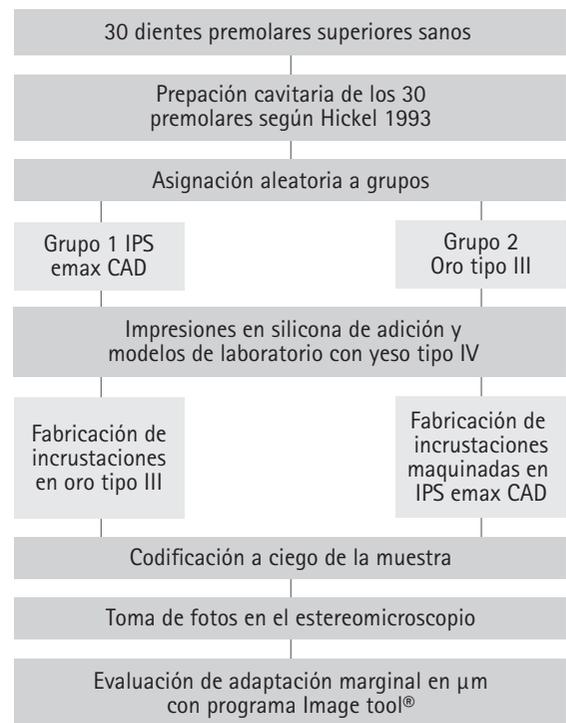


Figura 1. Diseño del estudio. (Flujograma)

dos tipos de materiales y las dimensiones utilizadas fueron: piso de la cavidad oclusal a 4 mm del margen de la superficie cavosuperficial, istmo de 3 mm de ancho, dimensión de las cajuelas mesial y distal en sentido vestibulolingual de 6 mm, en sentido mesio-distal tienen un piso gingival de 2 mm en profundidad y una pared axial de 2 mm de altura. Todas las preparaciones se realizaron siguiendo el eje longitudinal del diente y libres de retenciones. Los márgenes se prepararon con ángulos de 90 grados. (Ver figura 2).

Se corroboraron las medidas de la cajuela por medio de la utilización de una sonda periodontal carolina del norte Delta ®^[29]

Una vez realizadas las cavidades, se tomaron impresiones con silicona Virtual Ivoclar Vivadent ® a las 30 muestras y se les realizó un vaciado en yeso tipo IV Whip Mix ®.

Los 15 troqueles de la muestra de oro se pincelaron con picoset ® y se llevaron a cera de inmersión a 93°C, verificando con microscopio el sellado de dicho encerado.

Se retiró el encerado del troquel, se montaron los bebederos en angulación de 45 grados al anillo de colados con yeso de revestimiento Cerafina® se esperaron 45 minutos de fraguado, según la casa fabricante, y se llevó al horno a 1650°C, una vez completado el ciclo

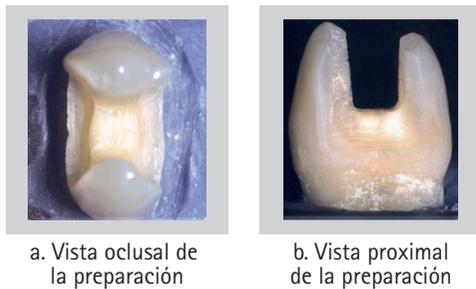


Figura 2. Preparación cavitaria. a) Vista oclusal cavidad MOD, b) Vista proximal cavidad MOD

se centrifugó para realizar el colado, al completar este proceso se retiró la incrustación del anillo y se arenó.

Para el grupo de IPS e.max CAD los troqueles se llevaron al laboratorio, donde se realizó el protocolo para la elaboración de incrustaciones.

Protocolo para Cerec.

Se utilizó el CEREC Optispray para suprimir cualquier tipo de reflejo; garantizando nitidez y bordes detallados, luego se tomó una foto con la cámara del CEREC la cual da como resultado una imagen digital de la preparación. Posteriormente se delimitó el borde de la preparación y automáticamente el software elaboró una propuesta de diseño de la restauración (Inlay) y se inició el proceso de fresado en un tiempo aproximado de 8 minutos por incrustación.

Para estandarizar el método de medición de las muestras, se realizó un estudio piloto con el fin de determinar el método que permitiera controlar la posición horizontal de la incrustación en metal base sobre el diente, sin que ésta se desalojara, obteniendo la adaptación esperada. Se procedió a ubicar los dientes sobre un papel milimetrado. Todos los dientes fueron observados individualmente en un estereomicroscopio Nikon SMZ 800 (s-w 10x A/22) ® a 20 cm de distancia focal y fotografiados con la cámara Nikon coolpix E995. Se tomaron estereofotografías tanto de distal como de mesial por cada diente y fueron descartadas al azar una de las dos imágenes (mesial o distal) para obtener solo una imagen por diente.

Previo entrenamiento de los examinadores en el programa Image tool®, se tomaron 10 imágenes de premolares con restauraciones *inlays* MOD mesial oclusal distal en metal base, para realizar las calibraciones inter e intra – examinador. Para la calibración interexaminador se compararon las mediciones de adaptación marginal en micras reali-

zadas por los tres examinadores, con las realizadas por el examinador estándar. Su concordancia fue analizada a través de la prueba de Coeficiente de Correlación y Concordancia (CCC) donde los tres evaluadores obtuvieron resultados (0.8 – 0.95), por lo que se consideraron calibrados. Para la calibración intraexaminador, cada examinador realizó 3 mediciones sobre las 10 imágenes, que fueron codificadas a ciego de manera diferente para cada sesión, las mediciones se realizaron con intervalos de 1 semana para controlar sesgos de memoria, Su concordancia fue analizada a través de la prueba de CCC, donde los tres evaluadores obtuvieron resultados \geq entre 0.83 – 0.99, por lo que se consideraron calibrados.

Las imágenes se codificaron de forma aleatoria y se midieron mediante el programa Image tool® de la siguiente manera:

Se calibró el programa para cada imagen a 1mm, determinado por 1mm del papel milimetrado del fondo de la imagen.

Se tomaron tres mediciones por cada área mesial o distal de la línea terminal interproximal (vestibular, media y palatina)

Se identificaron los dos puntos de referencia para cada área de medición; el margen terminal de la preparación y el margen terminal de la restauración y se trazó una línea uniendo estos dos puntos.

La línea trazada fue medida automáticamente por el programa Image Tool® que reportó los resultados en micras.

Los datos fueron analizados de manera descriptiva obteniendo los valores para cada grupo en promedio, varianza y desviación estándar.

Con el objeto de identificar el comportamiento de los datos generados de las dos zonas evaluadas mesial y distal se realizó la comparación entre zonas para cada material, usando Test de Mann-Whitney. Como esta prueba mostró que las zonas de evaluación mesial y distal tenían similar comportamiento en cada material, no se consideró la zona como un factor de bloqueo y se realizó la comparación entre los dos materiales usando un ANOVA de dos vías en el cual, el tipo de material se consideró como el factor de interés y el sitio de medición como el factor de bloqueo.

RESULTADOS

En los resultados se observó que el 98% del total de las incrustaciones en oro presentaron una frecuencia menor o igual a 120 micras, en comparación con las

de e.max CAD® las cuales obtuvieron una frecuencia menor o igual a 120 micras del 47 %. (ver tabla 1)

Se observó que el mayor promedio de desadaptación marginal fue para el grupo e.max CAD® con 123 μ + 44.1 y en este grupo la mayor desadaptación se encontró en el lado izquierdo (ver tabla 2), mientras que para el grupo oro la máxima desadaptación observada fue de 200 μ , y la mínima fue de 0 μ con un promedio de 75.3 μ + 42,6 (ver tabla 2).

Se compararon las mediciones de *mesial vs. distal* para cada material usando Test de Mann-Whitney, teniendo en cuenta el sitio de medición y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre superficies, mesial y distal, en ningún material y sitio de medición. (Der,izq,cent.).

En el ANOVA se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos materiales. El promedio de desadaptación marginal fue estadísticamente superior para el e.max CAD® en 47.49 μ m ($P = 0.000$ IC -70.65, -24.33). No se observó efecto significativo del sitio de medición ($P=0.060$).

DISCUSIÓN

De acuerdo a la Asociación Dental Americana (ADA) en el 2003, los límites aceptables de desadaptación marginal para cualquier tipo de restauración indirecta (coronas e incrustaciones) deben ser < 120 μ m, lo cual fue sugerido por McLean & Von Fraunhofer en 1971; debido a que una pobre adaptación marginal puede causar disolución del cemento, microfiltración, aumento en la retención de placa y desalojo de la restauración. [30]

GRUPO	< 120 micras		> 120 micras		TOTAL	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
ORO	13	98%	2	2%	15	100
e.max CAD®	7	47	8	53	15	100

Tabla 1. Distribución de frecuencias teniendo como parámetro la desadaptación marginal de 120 μ (Máxima admitida ADA [1])

GRUPO	Medida* Izquierda		Medida* 1/2		Medida* derecha		Promedio general *	DS general	Min.	Medio	Max.
	Promedio	DS	Promedio	DS	Promedio	DS					
ORO	94	68,5	72,3	50,1	59,7	39,9	75,3	42,6	0.0	60	200
e.max CAD®	143,6	57,5	103	49,2	49,2	62,8	122,8	44,1	20.4	125	276.6

*Medidas en micras (μ)

Tabla 2 Medidas descriptivas por grupos y sitios de medición

GRUPO	Comparación	Valor P	IC
ORO	Mesial izquierda vs. Distal izquierda	0.4519	(-120.1,68.8)
	Mesial media- vs. Distal media	0.9079	(-83.3,47.6)
	Mesial derecha vs. Distal derecha	0.5244	(-25.28,67.37)
e.max CAD®	Mesial izquierda vs. Distal izquierda	0.5244	(-53.2,83.4)
	Mesial media- vs. Distal media	0.8622	(-79.57,63.82)
	Mesial derecha vs. Distal derecha	0.8622	(-83.3,62.2)

Tabla 3. Comparación entre mesial y distal para cada material teniendo en cuenta el sitio de medición

En el presente estudio el 98% del total de las incrustaciones en oro presentaron una adaptación marginal $< 120 \mu\text{m}$, con un promedio de $75.3 \pm 42.6 \mu\text{m}$. Estos resultados son consistentes con los estudios de Molin & Karlsson en 1993^[12] y Wolf *et al* en 1998 [31], en los que se reportaron valores de gap marginal en oro de $48.9\mu\text{m}$ y $86\mu\text{m}$.

No obstante en el estudio de Christensen en 1966^[32] se observaron adaptaciones marginales mucho menores para este material; de 9 a $24\mu\text{m}$. A diferencia del presente estudio en el que la adaptación marginal fue evaluada en incrustaciones sin cementar, en el estudio Christensen en 1966^[32], la adaptación marginal de las incrustaciones fue evaluada después de haberlas sido cementadas con cemento de fosfato de Zinc^[32] lo cual reduce considerablemente el gap^[33,34]

En este estudio solo el 47% de las incrustaciones cerámicas en e.max CAD® se encontraron con una adaptación marginal $< 120 \mu\text{m}$ con un promedio de $122.8 \pm 44.1 \mu\text{m}$.

Estos resultados son consistentes con múltiples estudios [12, 35, 36] en los que compararon el sistema CEREC (CERamic REConstruction), en las diferentes versiones que han salido al mercado, con diferentes tipos de porcelana, y observaron un promedio de adaptación marginal entre $59-196,4\mu\text{m}$, e inclusive Posselt & Kerschbaum en 2003^[37] observó que con el sistema CEREC se pueden presentar grandes variaciones en la adaptación marginal en diferentes sitios en la misma incrustación.^[37]

Sin embargo, otros estudios encontraron adaptaciones marginales de 90 a $150 \mu\text{m}$ con el mismo sistema, las cuales son menores a las encontradas en este estudio.^[36, 38-40] Esto podría explicarse debido a que las preparaciones dentales efectuadas en estos estudios, fueron realizadas con paralelometro, con plantillas o con un sistema maquinado lo que permite hacer más exacto el diseño de la cavidad obteniendo como resultado incrustaciones de medidas similares y con menor grado de retención, lo que disminuye el número de variables de desadaptación. En este estudio, aunque se estandarizaron las cavidades con medidas exactas, todas las preparaciones fueron realizadas por los investigadores siguiendo el eje longitudinal del diente, libre de retenciones y con ángulos redondeados. No se utilizó ningún tipo de instrumento adicional que evitara las variables de desadaptación.

En este estudio se evaluaron incrustaciones MOD en IPS e.max CAD® maquinadas con el sistema CEREC 3,

a diferencia de la mayoría de estudios que han evaluado coronas completas.^[41, 42, 43] En estos estudios se encontró una mayor adaptación marginal de la que se observó en este estudio con un material similar al utilizado por ellos con el mismo sistema de maquinado ($94 \pm 11.6 \mu\text{m}$ a $109.5 \mu\text{m} \pm 4.7 \mu\text{m}$). Estas diferencias obedecen a que el diseño de la cavidad de la incrustación es más irregular con una mayor cantidad de ángulos, lo que dificulta la elaboración y lectura del escáner óptico del sistema.^[44]

Además el promedio de adaptación de las restauraciones *inlays* varía con respecto a la adaptación marginal en coronas completas debido principalmente a tres factores que pueden afectar la precisión de la adaptación de las restauraciones: en primer lugar, las variables debidas al operador, sus habilidades clínicas y su experiencia con el sistema; en segundo lugar, las limitaciones intrínsecas de los dispositivos tales como la adquisición de datos de la cámara y las variables del hardware; y en tercer lugar, el software del programa y los algoritmos de diseño que se emplean para determinar la exactitud de la restauración propuesta.^[38]

Con la evolución del hardware y el software se ha logrado mejorar la adaptación marginal y ampliar el número de materiales utilizados con este sistema. Permitiendo reducir, pero no eliminar, el impacto de las variables del operador en la calidad de la restauración final.^[38]

Con base en los resultados de este estudio se puede concluir que el oro sigue siendo el material que muestra la mayor adaptación marginal en restauraciones *inlays* MOD. Cabe anotar que en este estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas a pesar que el tamaño de muestra no fue calculado de manera probabilística por tratarse de un estudio piloto. Esto demuestra de manera aun más contundente que la diferencia de adaptación marginal que logran estos dos materiales para este tipo de restauraciones, es realmente diferente siendo mejor la del oro.

No obstante por ser este un estudio *In Vitro* y en el que no se utilizó ningún instrumento que permitiera realizar cavidades estandarizadas con menores retenciones se sugiere para próximos estudios reproducir las cavidades por medio de métodos estandarizados para disminuir posibles errores en el diseño de la preparación que puedan afectar la lectura óptica del sistema CAD-CAM y la adaptación final de las restauraciones.

REFERENCIAS

1. The glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent. 2005; 94(1):10-92.

2. Shillingburg, Herbert T, Hobo S. En: Planificación del tratamiento en restauraciones unitarias. Shillingburg. Fundamentos de Prostodoncia Fija. 3ª Ed. Barcelona: Quintessence Books; 2002. p. 77
3. ADA council on scientific affairs. Direct and indirect restorative materials. J Am Dent Assoc 2003; 134(4): 463-72.
4. Wassel RW, Walls AW, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: three-year clinical results. Br Dent J 1995; 179(9): 343-9.
5. Soares CJ, Celiberto L, Dechichi P. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays – SEM and stereomicroscopic evaluation. Braz Oral Res 2005; 19(4): 295-301.
6. Tucker R. Why gold casting are excellent restorations. Oper Dent.2008; 33 (2): 113-115.
7. Ferdellin M, Wagner J, Männer T, Hiller K, Schmalz G. Three years clinical performance of cast gold versus ceramic partial crowns. Cline Oral Invest. 2007; 11(1): 345-352.
8. Farrell C, Jhonson G, Oswald M, Tucker R. Effect of cement selection and finishing technique on marginal opening of cast gold inlays. J Prothet Dent. 2008; 99(4): 287-292.
9. Wöstmann B, Blößer T, Gouentenouds M, Balkenhol M, Ferger P. Influence of margin desing o the fit high precious alloy restorations in patients. J Dent. 2005; 33 (4): 611-618.
10. Kishimoto M, Shillingburg HT Jr, Duncanson MG Jr Influence of preparation features on retention and resistance. Part I: MOD onlays. J Prosthet Dent. 1983; 49(1): 35-9.
11. Cadafalch G. Manual Clínico de prótesis fija. 1ª Ed. España: Harcourt Brace; 1997. p. 112.
12. Molin M, Karlsson S. The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems A clinical and in vitro study. Acta Odontol Scand. 1993; 51(4): 201-6.
13. Martin N, Jedyakiewicz NM. Interface dimensions of CEREC-2 MOD inlays. Dent Mater.2000; 16(1): 68-74.
14. Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. A one-year clinical study of indirect and direct composite and ceramic inlays. Scand J Dent Res. 1994; 102(3): 186-92.
15. Sertgöz A, Gemalmaz D, Ozcan M, Yoruç AB. In vivo and in vitro evaluation of marginal integrity in ceramic inlays. Alkumru HN Marmara Univ Dent Fac. 1996; 2(2-3): 465-9.
16. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Noack MJ, Braem M, Lambrechts P, Roulet JF, Vanherle G. Marginal adaptation of four tooth-coloured inlay systems in vivo. J Dent. 1992; 20(1): 18-26.
17. Hickel R, Kunzelmann KH. The influence of cavity preparation on the width of marginal gaps in Cerec inlays. Dtsch Zahnarztl Z. 1990; 45(10): 675-7.
18. Rose D, Platzer U, Roth KK. Studies on the composite joint in Cerec inlays. Dtsch Zahnarztl Z. 1990; 45(10): 677-9.
19. Heymann HO, Sturdevant JR, Bayne S, Wilder AD, Sluder TB, Brunson WD. Examining tooth flexure effects on cervical restorations: a two-year clinical study. J Am Dent Assoc. 1991; 122(5): 41-7.
20. Gemalmaz D, Özcan A, Yoruç, Alkumro. Marginal adaptation of a sintered ceramic inlay system before and after cementation. J Oral Rehab. 1997; 24(9): 646-51.
21. Shortall AC, Baylis RL, Baylis MA, Grundy JR. Marginal seal comparisons between resin-bonded Class II porcelain inlays, posterior composite restorations, and direct composite resin inlays. Int J Prosthodont. 1989; 2(3): 217-23.
22. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. J Prosthet Dent. 1990; 63(1): 26-31.
23. Qualtrough AJ, Cramer A, Wilson NH, Roulet JF, Noack M. An in vitro evaluation of the marginal integrity of a porcelain inlay system. Int J Prosthodont. 1991; 4(6): 517-23.
24. Denissen H, Dozic A, Van der Zel J, Van waas M. Marginal fit and short term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays. J Prosthet Dent. 2000; 84(5): 506-13.
25. Duret F, Blouin J, Duret B. CAD/CAM in dentistry. J Am Dent Assoc. 1998; 117: 715-720.
26. Mormann WH, Curilovi Z. CEREC(R) CAD-CAM ceramic restorations. A case report after 5 years in place. Acta Stomatol Croat. 1991; 25(1): 3-10.
27. Bürke H. IPS e. max Press e IPS e. max CAD, dos ceramicas de vidro “state of the art”. Report Investigacion y Desarrollo Ivoclar Vivadent. Junio. 2006 (17): 6-18.

28. Boeckler AF, Lee H, Stadler A, Setz JM. Prospective observation of CAD/CAM titanium ceramic single crowns: a three-year follow up. *J Prosthet Dent.* 2009; 102(5): 290-7.
29. St-Georges AJ, Sturdevant JR, Swift EJ Jr, Thompson JY. Fracture resistance of prepared teeth restored with bonded inlay restorations. *J Prosthet Dent.* 2003 Jun;89(6):551-7.
30. McClean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971; 131:107-11.
31. Wolf BH, Walter MH, Boening WU, Schmidt AE. Margin quality of titanium and high-gold inlays and onlays — a clinical study. *Dent Mater* 1998;14:370–374.
32. Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent.* 1966; 16(2): 297-305.
33. Dietschi D, Monasevic M, Krejci I, Davidson C. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *J Dent.* 2002 Jul-Aug; 30(5-6):259-69.
34. Frankenberger R, Krämer N, Lohbauer U, Nikolaenko SA, Reich SM. Marginal integrity: is the clinical performance of bonded restorations predictable in vitro? *J Adhes Dent.* 2007;9 (1) :107-16.
35. Gemalmaz D, Özcan A, Yoruç, Alkumro. Marginal adaptation of a sintered ceramic inlay system before and after cementation. *J Oral Rehab.* 1997; 24(9): 646-51.
36. Bindl A, Mörmann WH. Clinical and SEM evaluation of all ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns. *Eur J Oral Sci* 2003; 111(2):163-9.
37. Posselt A, Kerschbaum T. Longevity of 2328 chairside Cerec inlays and onlays. *Int J Comput Dent.* 2003; 6(3): 231-48.
38. Martin N, Jedynakiewicz NM. Interface dimensions of CEREC-2 MOD inlays. *Dent Mater.* 2000; 16(1): 68-74.
39. Mörmann WH & Shug J, Grinding precision and accuracy of fit of Cerec 2 CAD–CIM inlays, *JADA* 128 (1997) 47–53.
40. Sorensen J.A, Avera SP, Torres TJ. A comparison of marginal fidelity and microleakage of posterior restorative systems. International symposium on computer restorations, Berlin, Quintessence, Chicago, 1991, pp. 275–284.
41. Lee K, Park C, Kim KH, Kwon TY. Marginal and Internal Fit of All-ceramic Crowns Fabricated with Two Different CAD/CAM Systems. *Dent Mater.* 2008; 27(3): 422-426.
42. Grey NJ, Piddock V, Wilson MA. In vitro comparison of conventional crowns and a new all-ceramic system. *J Dent.* 1993 Feb;21(1):47-51
43. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Naumann M. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. *Dent Mater.* 2008; 27(6): 814-820.
44. Gemalmaz D, Kükreker D. In vivo and in vitro evaluation of marginal fit of class II ceromer inlays. *J Oral Rehabil.* 2006 Jun; 33(6):436-42.

CONFLICTO DE INTERÉS: Los autores no registran conflictos de interés en este artículo.