

Estudio comparativo de la rugosidad superficial de tres sistemas de materiales para coronas temporales frente al esmalte dental

Comparative study of surface roughness of three systems of materials for temporary crowns front dental enamel

Wilson David Sanmiguel¹, Jorge Enrique Díaz¹, Mónica Alexandra Cuellar², Camilo Andrés Cabanzo², Piedad Malaver³, Clara López⁴

RESUMEN

Objetivo: Comparar la rugosidad superficial de tres sistemas de coronas temporales (bis-acril, metacrilato de auto polimerización y metacrilato de termo polimerización) con la rugosidad superficial del esmalte. **Metodología:** Estudio experimental in vitro, en la cual se tomaron diez muestras de esmalte dental y treinta muestras divididas en tres acrílicos para provisionales (Ivoclar-Vivadent), los cuales fueron analizados en microscopia electrónica de barrido y microscopia láser confocal posterior al protocolo de pulido final recomendado por la casa fabricante (instrumentos rotatorios de carburo, pulidores, lija fina y felpas con crema de pulir para acrílicos). **Resultados:** Los análisis de rugosidad superficial por medio de microscopia láser confocal, muestran sobre el eje Z unos valores promedio de rugosidad (Ra), que son estadísticamente significativos cuando se hace una comparación con el grupo control, sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativa de los sistemas de pulido entre los diferentes grupos de acrílicos estudiados. **Conclusión:** Los tres sistemas de acrílicos aplicados al presente estudio mostraron valores de rugosidad superficial (Ra) estadísticamente significativos menores a los valores de rugosidad superficial (Ra) del grupo control. Por lo cual se debe utilizar el sistema de pulido recomendado por la casa comercial.

Palabras Clave: Esmalte dental, acrílicos, rugosidad superficial, sistemas de pulido final, microscopia electrónica de barrido, microscopia láser Confocal.

ABSTRACT

Objective: Compare the surface roughness of three sets of temporary crowns (bis-acryl methacrylate, self polymerization and thermal polymerization methacrylate) with the surface roughness of enamel. **Methods:** An experimental study in vitro, in which ten samples of tooth enamel and thirty samples divided into three acrylics for temporary (Ivoclar-Vivadent), which were analyzed in scanning electron microscopy and laser microscopy back confocal protocol final polishing were taken recommended by the manufacturer (carbide rotary instruments, polishers, fine sanding and polishing cream plush for acrylics). **Results:** The analysis of surface roughness by confocal laser microscopy, shown on the Z axis values about average roughness (Ra), that are statistically significant when compared to the control group is made, however no statistically significant differences between systems polished acrylic different groups studied. **Conclusion:** The three systems acrylics applied to this study showed statistically significant values of surface roughness (Ra) less than the values of surface roughness (Ra) of the control group. Therefore you must use the polishing system recommended by the trading house.

Keywords: Enamel, acrylic, surface roughness, polish systems, SEM, and Confocal Laser Microscope.

Grupo de Investigación - Ciencias Odontológicas UNICOC

1. Estudiantes de Posgrado de Prostodoncia - UNICOC.
 2. Odontólogos, Especialistas en Rehabilitación Oral
 3. Odontóloga. Magíster en Biología énfasis en Genética Humana
 4. Estadística, Maestría en Educación
- Autor responsable de correspondencia: Mónica Alexandra Cuellar.
Correo electrónico: mcuellar@unicoc.edu.co

Citar como: Sanmiguel WD, Díaz JE, Cuellar MA, Cabanzo CA, Malaver P, López C. Estudio comparativo de la rugosidad superficial de tres sistemas de materiales para coronas temporales frente al esmalte dental. Journal Odont Col. 2015;8(16):16-30

Recibido: Noviembre 2015, aceptado: Diciembre 2015

INTRODUCCIÓN

El esmalte dentario se considera una estructura acelular, avascularizada y calcificada con una matriz inorgánica (94%), compuesto por fosfato cálcico en forma de cristales de hidroxiapatita organizados en prismas hexagonales, carbonato, magnesio, flúor, sodio y potasio. En cuanto a la matriz orgánica (4%) compuesta por polisacáridos y proteínas como amelogéninas, enamelinas materiales sintetizados por el ameloblasto.¹

En los últimos años el material de restauración más empleado para la provisionalización de los dientes pilares son los acrílicos. Los cuales se definen como un compuesto químico formado por la unión de moléculas orgánicas largas conformadas por la repetición de pequeñas unidades monoméricas.^{2,3}

Los acrílicos de autocurado son activados por la reacción entre un iniciador y un activador químico con una composición en el monómero de metacrilato de metilo, hidroquinona al 0.0006% como inhibidor y amina terciaria. El polímero: Poli (metacrilato de metilo) y peróxido de benzoilo (iniciador). Los acrílicos de termocurado están compuestas por un monómero: UDMA (Dimetacrilato de uretano) y un activador: Luz blanca y camforoquinona.

Las resinas bisacrilicas de autocurado contienen Bisfenol A Glicidil dimetacrilato (Bis-GMA) con microrelleno. Son resinas con base en metacrilatos multifuncionales con refuerzo de vidrio o sílice (hasta un 40%). La presencia de refuerzo es la principal diferencia que las separa del polimetilmetacrilato.^{2,3}

Entre las diferencias de los acrílicos de termocurado y autocurado, encontramos que los acrílicos de termocurado son más resistentes a la fractura, presentan mayor estabilidad del color y mayor contracción por polimerización, mientras que los acrílicos de autocurado son más irritantes a los tejidos blandos dado que presentan monómeros sin reaccionar.^{2,3}

Existen diferentes métodos para la provisionalización de los dientes pilares como son: provisionales en bloque, provisionales con una matriz previa.^{2,3} La rugosidad superficial es el conjunto de irregularidades de la superficie real definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y ondulaciones han sido eliminados.⁴

Entre algunos de los métodos de medición de la rugosidad superficial para el esmalte dentario y los

acrílicos descritos en la literatura encontramos: la microscopia electrónica de barrido que ha sido empleada para determinar el tamaño de las partículas y la relación de las mismas en el entorno cualitativo y el microscopio láser confocal que ha sido empleado como un método de medición cuantitativo.⁴⁻⁶

Los estudios de Cehrelli 2008 y Botta 2010, sugieren que las unidades de medición de rugosidad superficial son: Ra (Rugosidad promedio, se suman los valores absolutos de las áreas encerradas entre el perfil de la rugosidad en la línea media y se divide entre la longitud de la medición), Rt (Rugosidad total, es igual a la distancia vertical entre el pico más alto y el valle más profundo en toda la distancia de la medición), Rz (media de valores absolutos, el promedio de la rugosidad máxima de cinco tramos de medición) y Rc (medición promedio de irregularidades).^{5,6}

La rugosidad superficial es un factor importante en la determinación de la cantidad de acumulación de placa. Las coronas provisionales pueden necesitar algún tipo de ajuste intraoral (ajuste oclusal, la corrección de sobrecontornos durante su elaboración o después de la cementación), los cuales se realizan con instrumentos rotatorios como pimpollos y pulidores siliconados con diferentes grados de abrasividad. Por lo tanto si una restauración queda mal terminada puede favorecer la adherencia bacteriana.^{5,6}

Mendonça en el 2011 y Sum Yin en el 2009, describen los factores que alteran la superficie del esmalte y de los acrílicos, como son los factores mecánicos, químicos (contenido de la pasta dental, sustancias erosivas como limón, entre otros) y patológicos (pacientes bulímicos o síndrome de Sjögren que disminuyen el pH de la cavidad oral) los cuales están directamente relacionados con la alteración de la rugosidad superficial y la estética de la restauración final.^{7,8}

El objetivo del presente estudio fue comparar los valores de rugosidad superficial en tres sistemas de coronas temporales (bis-acril, metacrilato de auto polimerización y metacrilato de termo polimerización) y el esmalte dental, mediante el uso de microscopio confocal laser.

MÉTODOS

Estudio experimental *in vitro*. Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: dientes naturales permanentes extraídos con integridad estructural coronal. En cuanto a los criterios de exclusión: dientes con alteraciones en el esmalte (hipoplasia, amelogé-

nesis imperfecta, hipomineralizaciones), dientes con lesiones cariosas, dientes con lesiones no cariosas (abrasión, abfracción, erosión, entre otros), dientes con algún tipo de restauración (resina, amalgama, incrustaciones, sellantes, coronas), dientes con restos de resina provenientes de tratamientos ortodónticos.

La muestra consistió en: 10 premolares recién extraídos de humanos por motivos ortodónticos de los cuales se realizaron 10 cortes de esmalte dentario,¹⁰ bloques de Ivocrom Hot (Ivoclar-Vivadent, Liedstentein), 10 bloques de Ivocrom Cold (Ivoclar-Vivadent, Liedstentein) y 10 bloques de System C (Ivoclar-Vivadent, Liedstentein) con un ancho de 10mm y profundidad de 6 mm para un total de 40 muestras, bajo la norma ISO/TS 11405 de 2003.

Muestras de esmalte (grupo control): Se realizó la recolección de los 10 premolares, los cuales fueron introducidos en un envase oscuro rotulado (número de muestra y diente al cual se le realizó el corte), conservados en un medio de conservación (Cloramina T del 0.5%-5%) durante una semana según la norma ISO 3696, posteriormente se colocaron los dientes en solución salina a temperatura de 37°C con humedad relativa de 100%, esta solución fue cambiada cada

dos semanas según la norma ICONTEC 4882/2000 e ISO/TS 11405/2003, durante el transcurso del estudio. (Figura 1)

Posteriormente se realizó un corte con un disco diamantado por la cara vestibular del diente de 0,8 mm x 0,8 mm, con abundante irrigación. (Figura 2). Los cortes del esmalte dentario se posicionaron sobre una base de vidrio de 20 cm x 10 cm con un espesor de 5 mm en el cual se realizaron 4 circunferencias de 0.8 mm de diámetro para lograr fijar las muestras. La circunferencia de la base de vidrio fue aislada por medio de petrolato blanco para aislarla del pattern resin®. (GC America) (Figura 3)

Muestras de acrílico de autocurado: Las muestras de acrílicos se elaboraron por medio de una base de silicona con perforaciones de 10x10x6mm con cera para base. (Figura 4) Se utilizó la presentación de frasco de 45gr de polvo y 118ml de líquido, con una proporción polvo-liquido 3:1 mezclándose con una espátula 7A de 10 a 15 segundos. Se procede a realizar la mezcla, vertiendo dentro de los moldes dejándola por 4 a 6 minutos aproximadamente para que se realice una polimerización adecuada hasta obtener 10 muestras iguales. (Figura 5)

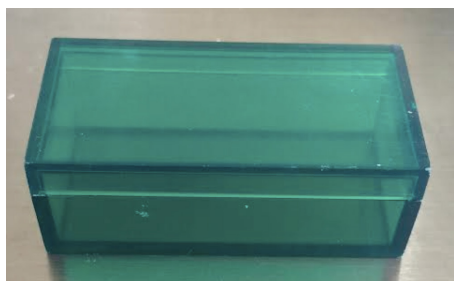


Figura 1

Envases para el posicionamiento de las muestras



Figura 2

Diagrama de corte previo con disco de diamante)



Figura 3

Grupo control (muestras de esmalte)

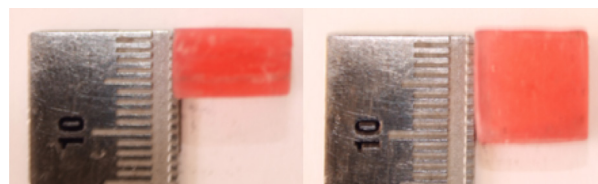


Figura 4

Dimensiones espaciales de grosor y altura en cera para base.



Figura 5

Molde en silicona donde se verterá el acrílico de autocurado.



Figura 6

Proceso de elaboración de molde maestro para verter acrílico de termocurado.



Figura 7

Proceso de enmuflado por medio del molde maestro obtenido anteriormente.



Figura 8

Bis-Acril con el molde maestro para la obtención de las muestras

Muestras de acrílico de termocurado: estas muestras se realizaron con las dimensiones mencionadas anteriormente. (Figura 4) Se realizó el proceso de enmuflado preparando yeso tipo III (Whip Mix) para posteriormente posicionar el molde maestro. (Figura 6)

Se realizó el proceso de desencerado y se preparó la mezcla de acrílico de termo curado liquido/polvo en un vaso dapen con una espátula 7A, aislando previamente la cámara de moldeo con (neofoil) en la cual se vertió la mezcla hasta llenar completamente la cámara. La mufla se prensó y se sumergió en el agua hirviendo a 100°C durante 45 minutos. Se sacó del agua y se retiraron los excesos de material, la mufla nuevamente se prensó y se colocó en agua hirviendo a 100°C por 30 minutos para terminar el proceso de polimerización. Pasado este tiempo, retiramos la mufla y el bloque de acrílico de termocurado polimerizado. Siguiendo el proceso descrito, se realizaron cada una de las diez (10) muestras en acrílico termocurado. (Figura 7)

MUESTRAS DE BIS-ACRIL

Por medio del molde maestro obtenido anteriormente se procede a verter el Bis-acril sobre el mismo hasta obtener las muestras de las dimensiones ya establecidas. El Bis-Acril se utilizó en presentación de jeringa con una pistola dispensable la cual permite mezclar el material de forma uniforme.

PROTOCOLO DE PULIDO PROTOCOLO ACRÍLICO DE AUTOCURADO Y TERMOCURADO

Para este procedimiento se utilizaron instrumentos rotatorios de carburo, pulidores, lija fina y felpas con crema de pulir para acrílicos de autocurado y termocurado. (Figura 9)

Se retiran los excesos gruesos con el instrumento de carburo con una pieza de baja velocidad, posterior a esto, cada muestra es pasada con el pulidor grueso de color gris, pulidor medio verde y seguidamente el pulidor suave de color amarillo por tres minutos cada

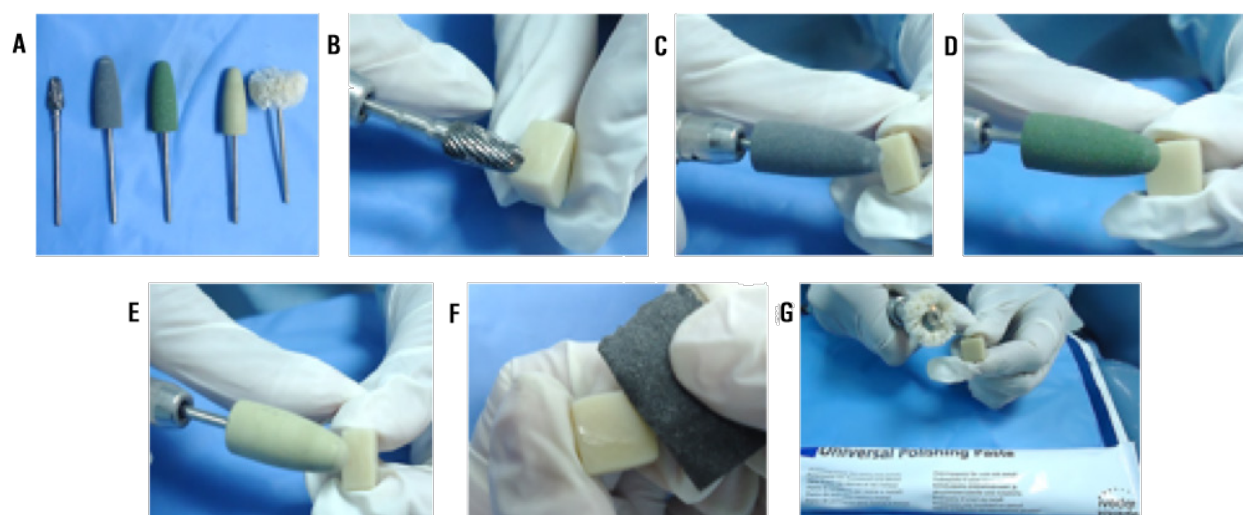


Figura 9

Protocolo de pulido final. a. Instrumentos rotatorios de carburo, puntas siliconadas de diferentes tipos de abrasividad y felpa para dar brillo. b. Instrumento de carburo rotatorio. c. Instrumento rotatorio siliconado grano negro de alta abrasividad. d. Instrumento rotatorio siliconado grano verde de mediana abrasividad. e. Instrumento rotatorio siliconado grano amarillo de baja abrasividad f. Lija de agua para homogenización de la muestra. G. Felpa para obtener brillo final con ayuda de pasta de pulido

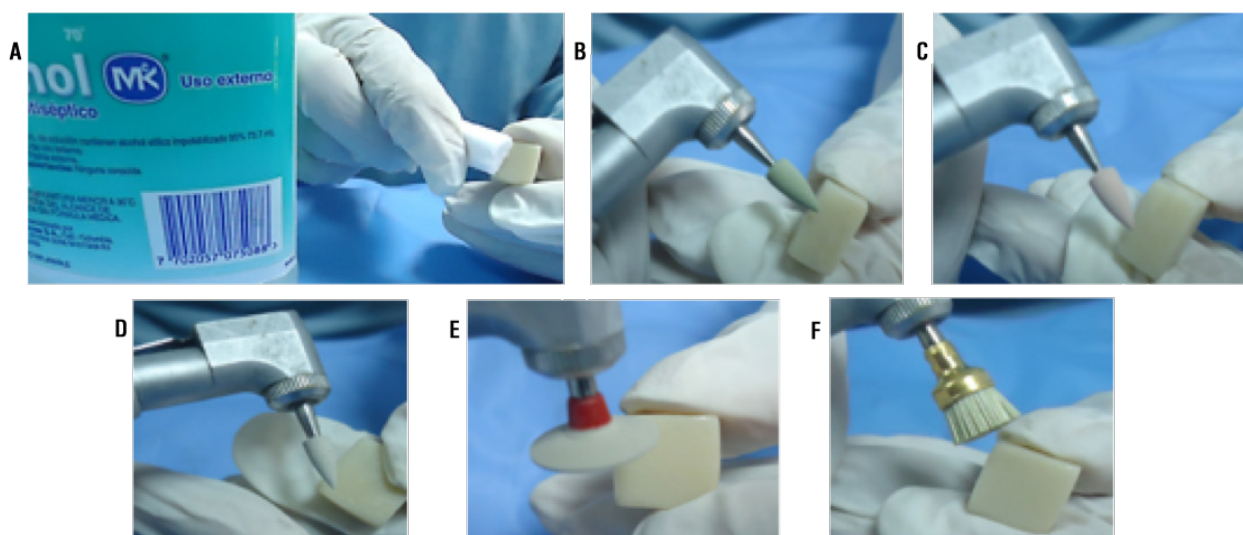


Figura 10

Protocolo de pulido final. a. Limpieza con alcohol antiséptico y algodón. b. Instrumento siliconado con abrasividad alta. c. Instrumento siliconado con abrasividad media. d. Instrumento siliconado con abrasividad baja. e. Instrumento siliconado de brillo final. f. Instrumento (Astrobrush) para obtener brillo final.

uno puliendo hacia el mismo sentido. Finalmente con ayuda de una felpa impregnada de pasta de pulido (Universal polishing paste: óxido de aluminio, ácidos grasos y amonio 25% disperso en emulsión disolvente acuosa con un pH de 9.5-11.5) para obtener una superficie más brillante por tres minutos en el mismo sentido. (Figura 9)

PROTOCOLO BIS-ACRIL

Para el acabado primero se realizó limpieza de las muestras con alcohol antiséptico y algodón. Posterior

a esto cada muestra fue pulida con el sistema Astropol® pasando el pulidor de alta abrasividad (Gris), media (Verde) y por último el de baja (Rojo) con abundante irrigación. Para el brillo final se utilizó Astrobrush® en seco. (Figura 10)

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

El análisis de la muestra fue realizado posterior a la aplicación del protocolo de pulido final para cada uno de los sistemas. Las muestras se posicionaron dentro del microscopio láser confocal en una superficie de



Figura 11
Equipo de Microscopia láser confocal Zeiss®.
Universidad Nacional de Colombia.



Figura 12
Equipo de microscopia electrónica de barrido,
Universidad Nacional de Colombia.

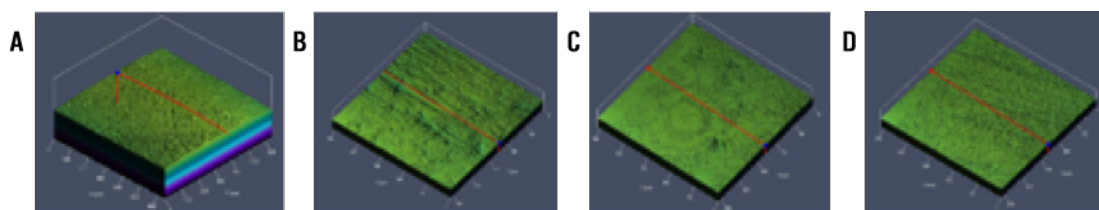


Figura 13
Microscopia confocal láser; Grupos experimentales después del protocolo de pulido y el grupo control. A. Esmalte dental 1000x. B. Acrílico de autocurado Ivocron cold (Ivoclar, Vivadent, Liedstentein) 1000x. C. Acrílico de termocurado Ivocrom cold (Ivoclar, Vivadent, Liedstentein) 1000x. D. Bisacril System C (Ivoclar, Vivadent, Liedstentein) 1000x

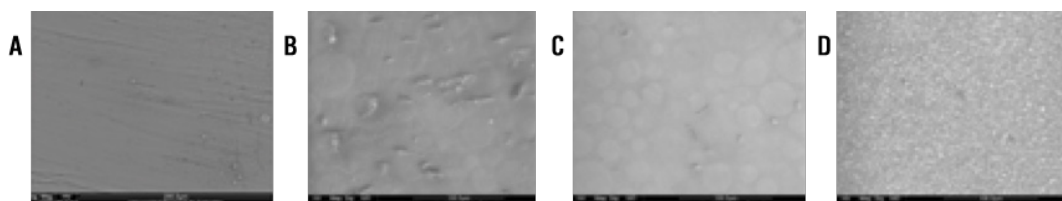


Figura 14
Microscopia electronica de barrido; Grupos experimentales después del protocolo de pulido y el grupo control. A. Esmalte dental 1000x. B. Acrílico de autocurado Ivocron cold (Ivoclar, Vivadent, Liedstentein) 1000x. C. Acrílico de termocurado Ivocrom cold (Ivoclar, Vivadent, Liedstentein) 1000x. D. Bisacril System C (Ivoclar, Vivadent, Liedstentein) 1000x

dimensiones de μm para su lectura (Zeiss). Se realizó una muestra por lectura ubicada sobre una superficie plana de forma cuadrada. Posteriormente se realizó la lectura bajo magnificaciones de 50X. El sistema por medio de un láser realizó una lectura central sin afectar la superficie de la muestra en los ejes x, y, z para poder obtener los valores numéricos promedio de rugosidad superficial (R_c , R_a , R_{ku} , R_z , R_t).

El perfil primario proporcionó mayor topografía de las muestras por medio de variaciones esquemáticas de colores. (Figuras 11 y 13)

Las muestras se posicionaron dentro del microscopio electrónico de barrido (EDAX, FEI Quanta 200) de a grupos de 7 muestras por lectura, ubicados sobre una superficie plana de forma circular. Posteriormente se realizó la lectura bajo magnificaciones de 50X, 250X, 500X, 1000X. (Figuras 12 y 14)

RESULTADOS

Los resultados de la rugosidad superficial están descritos bajo el eje Z, el cual recorre la totalidad de la muestra y bajo el análisis de las variables R_a , R_t y R_z . El análisis estadístico se realizó por medio de la prue-

ba Bonferroni, la cual asoció los grupos de estudio (grupos experimentales y grupo control).

En el análisis de los grupos con el sistema de pulido, en el eje Z (el cual abarca una superficie de análisis más significativa que el eje X y Y) con la variable de rugosidad superficial Ra (Rugosidad promedio) se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de acrílico frente al control, donde este presenta mayor rugosidad superficial. Aunque no hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de acrílicos se observó un mejor desempeño del bis-acríl. Por lo tanto podemos afirmar que una superficie pulida con el sistema recomendado por el fabricante brindará una menor rugosidad superficial en comparación al grupo control. (Figura 15)

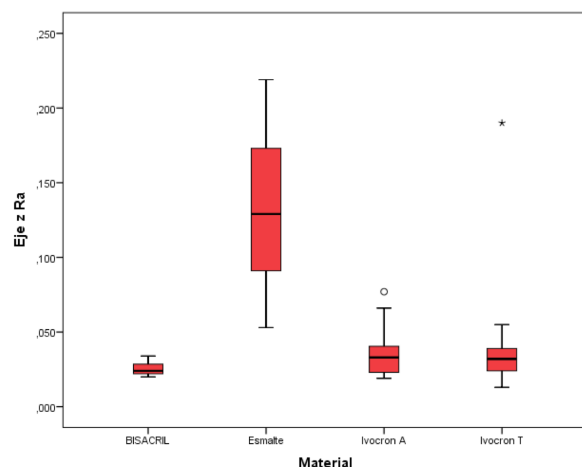


Figura 15

Comparación de los grupos de estudio bajo el eje Z Ra (Rugosidad promedio total)

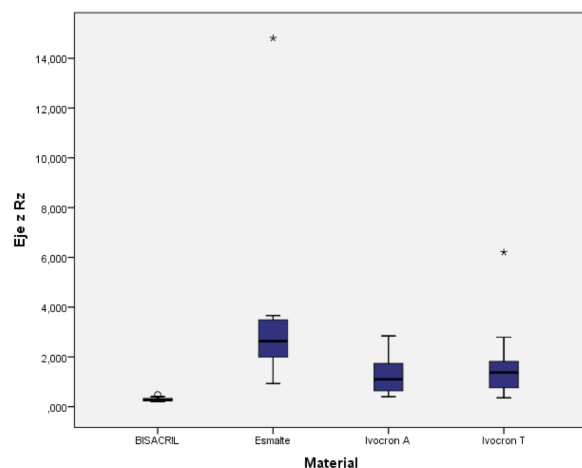


Figura 16

Comparación de los grupos de estudio bajo el eje Z Rz (Análisis de picos y valles en 5 puntos).

Por otra parte, teniendo en cuenta la importancia del eje Z (donde mostró variaciones estadísticamente significativas con respecto al eje X y Y) los análisis de los grupos de pulido en comparación al grupo control con la variable de rugosidad superficial Rz (promedio de picos más alto y valles más bajos) no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de acrílico frente al control, dado que siempre existirá rugosidad y el instrumento de medición sin importar el material tomara las zonas más rugosas y los valores no variaran en el análisis final debido a que la composición de cada grupo es similar. (Figura 16)

DISCUSIÓN

La perfilometría en tres dimensiones está basada en el escaneo sobre una luz blanca, la cual se divide para producir zonas claras y oscuras. Ambas se traducen en la generación de imágenes por cámara de la superficie rugosa de un elemento para el procesamiento del mismo por computador, transformando la frecuencia dominante de forma cuantitativa sin tener un contacto físico sobre la muestra.¹¹

Posterior a que la perfilometría este realizada, se hace un análisis por computador de cada píxel por cada valor de altura y los resultados son calculados basados en una ecuación para cada parámetro de rugosidad superficial.¹¹

No solamente debe hacerse un análisis con el perfilómetro sino realizar el método cualitativo de la microscopia electrónica de barrido el cual es aceptado y recomendado en la literatura como lo describe Kuhar en el 2005, donde comparó el uso de pimpollos de tungsteno convencional y puntas siliconadas, encontrando que el uso de estas puntas proporcionan valores de rugosidad mucho menores en comparación a los pimpollos convencionales, pero sus limitaciones estuvieron basadas en el instrumento de medición que fue el perfilómetro únicamente.¹²

Según Burns en el 2003, menciona que las propiedades de una restauración provisional debe ser: adaptación marginal, adecuada retención y resistencia al desalojo durante la función masticatoria, ausencia de irritación a los tejidos pulpaes o blandos, baja exotermia, pulido y estética aceptable, fácil mezcla del material y ausencia de reacciones alérgicas.¹³

Por otra parte lograr una superficie estética adecuada está relacionada con la composición propia del material, el cual debe permitir un acabado y pulido ade-

cuado por parte del clínico. Crispin en 1979, Keyf F en 1994, Hersek NE en 1996, Yannikakis en 1998, Burns en el 2003, reportaron que la estabilidad del color es un parámetro de estética e influye el tipo de material y la rugosidad superficial de este, reportando que la composición con metacrilato ofreció mejores resultados.¹³⁻¹⁷ Sham en el 2004, por otra parte encuentra que la composición del bis-acril a pruebas de envejecimiento muestra mejor desempeño que los acrílicos convencionales.¹⁸

El concepto de obtener una superficie lisa de cualquier tipo de restauración es similar al estudio de O'Donnell en el 2003, en el cual estudió los efectos del pulido final de un grupo de acrílicos convencionales por medio de una descripción subjetiva con la microscopia electrónica de barrido encontrando resultados similares a la presente investigación donde el protocolo de pulido sugerido por la casa comercial proporciona una superficie más lisa.¹⁹

No solamente un pulido proporciona una superficie lisa sino el uso de puntas siliconadas como menciona O'Donnell en el 2003, dado que el protocolo que se emplea es similar al utilizado en el presente estudio y los resultados de la microscopia muestran zonas con presencia de rugosidad superficial que pueden lograr acumular una cantidad de placa bacteriana significativa.¹⁹

El acrílico de termocurado o de autocurado no solo es empleado para la realización de restauraciones provisionales sino para la base de las dentaduras como menciona Loony en 1994- 2000, donde la rugosidad superficial es un factor primordial a controlar con los sistemas de pulido final como en las restauraciones provisionales acrílicas.^{20, 21}

No solo el uso de puntas siliconadas es una opción dentro del sistema de pulido, como menciona Serra en el 2013, reportando que las fresas para pulido de las restauraciones proporciona la eliminación de zonas cruentas.²²

En el presente estudio se empleó una pasta diamantada para la obtención de un brillo final de la restauración. Olivera en el 2008, comparó el uso de estas sustancias encontrando que no existe ninguna diferencia estadísticamente significativa si se empleaba esta sustancia química o si se realizaba únicamente con un pulido mecánico, a su vez, Umut Guller en el 2005 apoya lo mencionado anteriormente. Por otra parte algunos autores reportan que las pastas de bri-

llo logran mejores efectos de estabilidad del color de la restauración. Deniz en el 2002 comparó el uso de pasta a base de óxido de aluminio y pasta diamantada encontrando que se obtiene una superficie menos rugosa con la pasta diamantada.²³⁻²⁵

Otros estudios como el de Braun en el 2003, demostró que las sustancias químicas no afectan de ninguna forma la resistencia mecánica de las restauraciones y no se relaciona con alteraciones de la rugosidad superficial.^{25, 8}

No solo el sistema de pulido afecta la rugosidad superficial, sino el mismo método de provisionalización, como lo menciona Ayuso-Montero en el 2009, cuando la forma de elaboración es con una matriz previa se observan cierto tipo de alteraciones superficiales. Además reportó que independientemente de la composición del acrílico o la matriz, el protocolo de acabado debe ser realizado siempre.²⁶

CONCLUSIONES

- Todos los sistemas de acrílicos del presente estudio son recomendados para la aplicación clínica, dado que los valores de rugosidad superficial (Ra) son inferiores a los valores del grupo control (esmalte).
- Se debe utilizar posterior al pulido con fresas, el sistema de pulido recomendado por el fabricante para lograr valores de rugosidad superficial (Ra) más bajos y así evitar la colonización bacteriana y mejorar los efectos estéticos.
- La rugosidad superficial de grupo control esmalte dental medida con microscopia confocal láser en el presente estudio es de (Ra: 0,13 micras), el de la muestra de acrílico de autocurado (Ra: 0,035 micras), el del acrílico de termocurado (0,041 micras) y del acrílico bisacril (Ra: 0,025 micras).

RECOMENDACIONES

Realizar en futuras investigaciones simulaciones de condiciones clínicas del desempeño a 3, 6 meses y 1 año por medio de termociclado (envejecimiento) para ver los cambios en la rugosidad superficial (Ra) en los diferentes sistemas acrílicos

REFERENCIAS

1. Abramovich A. Histología y embriología dentaria. 2a edición. Buenos Aires: Panamericana; 1999.p.118-152
2. Guzmán A. Guía de biomateriales. 1a edición. Bogotá; 2004.p.179-216.
3. Guzmán HJ. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 4a edición. Bogotá: ECOE ediciones 2007.p.23, 227-249.

4. Brauchli LM. Roughness of enamel surfaces after different bonding and bonding procedures. An *in vitro* study. J Orofac Orthop. 2011; 72(1):61-7.
5. Botta AC. Influence of topical acidulated phosphate fluoride on surface roughness of human enamel and different restorative materials. Rev. odontocienc. 2010; 25(1):83-87.
6. Cehreli ZC, Lakshmipathy S, Yazic R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. Dent Traumatol. 2008;24(2):177-82.
7. Mendonça LC. Permeability, roughness and topography of enamel after bleaching: tracking channels of penetration with silver nitrate. Braz J Oral Sci. 2011;10(1):1-6.
8. Sum Yin. Effect of Whitening Toothpastes on Surface Roughness of Composite Resins. Malaysian Dental Journal. 2009;30(1):43-48.
9. Craig, Robert G. Materiales de Odontología Restauradora. 10 Ed. Editorial Harcourt Brace. Michigan. 1999. p 206-213.
10. Anusavice, Kenneth J. Phillips. Ciencia de los materiales Dentales. Undécima Edición. Editorial Elsevier. España. 2004. p 219-243.
11. Joniot SB, Gregoire GL, Authier AM, Roques YM. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. Oper Dent 2000;25:311-5.
12. Kuhar M, Funduk N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. J Prosthet Dent. 2005.93(1):76-85.
13. Burns, R. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on research in fixed prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. The Journal of Prosthetic Dentistry 2003; 90:474-97.
14. Crispin BJ, Caputo AA. Color stability of temporary restorative materials. J Prosthet Dent 1979; 42:27-33.
15. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. J Prosthet Dent 1998; 80:533-9.
16. Keyf F, Anil H. The effect of margin design on the marginal adaptation of temporary crowns. J Oral Rehabil 1994; 21:367-71.
17. Hersek NE, Canay SR, Yuksel G, Ersin A. Color stability of provisional bridge resins. J Esthet Dent 1996; 8:284-9.
18. Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. J Prosthet Dent. 2004.91(5):447-52.
19. O'Donnell EF, Radford DR, Sinclair GF, Clark RK. Chairside polishing of heat-cured acrylic resin: an SEM and EDA study. Int J Prosthodont. 2003.16(3):233-8.
20. Loney RW, Moulding MB, Hacker CH, Ritsco RG. Finishing and polishing of a poly (fluoroalkoxyphosphazene) resilient denture liner. Int J Prosthodont 1994; 7:362-367.
21. Loney RW, Price RBT, Murphy DG. The effect of polishing on surface roughness of tissue conditioners. Int J Prosthodont 2000; 13: 209-213.
22. Serra G de Morais LS, Elias CN Surface morphology changes of acrylic resin during finishing and polishing phases. Dental Press J Orthod. 2013; 18(6):26-3
23. Oliveira LV, Mesquita MF, Henriques GE, Consani RL, Fragoso WS. Effect of polishing technique and brushing on surface roughness of acrylic resins. J Prosthodont. 2008.17(4):308-11.
24. Guler AU, Kurt S, Kulunk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. J Prosthet Dent. 2005;93(5):453.
25. Sen D, Göller G, İşsever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bisacryl composite and methacrylate-based resins. J Prosthet Dent. 2002.88(5):527-32.
26. Ayuso-Montero R, Martinez-Gomis J, Lujan-Climent M, Salsench J, Peraire M. Influence of matrix type on surface roughness of three resins for provisional crowns and fixed partial dentures. J Prosthodont. 2009; 18(2):141-4.