

## SOLUBILIDAD Y DUREZA SUPERFICIAL DE CERÁMICAS ODONTOLÓGICAS DESPUÉS DE SER EXPUESTAS A FLUIDO GÁSTRICO ARTIFICIAL. ESTUDIO IN VITRO

Recibido para arbitraje: 20/06/2005

Aceptado para publicación: 08/12/2005

Edson HILGERT<sup>1</sup>, Vanessa Zulema Ccahuana VÁSQUEZ<sup>1</sup> Renzo Alberto CCAHUANA-VÁSQUEZ<sup>2</sup> Rander Pereira AVELAR<sup>1</sup> Marco Antônio BOTTINO<sup>3</sup> Estevão Tomomitsu KIMPARA<sup>3</sup>

1. Alumno de Doctorado del Programa de Posgrado en Odontología Restauradora - Área de Prótesis de la Facultad de Odontología de São José dos Campos - UNESP, São Paulo, Brasil
2. Alumno de Maestría del Programa de Posgrado en Odontología - Área de Cariología de la Facultad de Odontología de Piracicaba - UNICAMP, São Paulo, Brasil
3. Profesor Adjunto del Departamento de Materiales Dentales y Prótesis. Facultad de Odontología de São José dos Campos - UNESP, São Paulo, Brasil

### RESUMEN

Enfermedades como reflujo gastroesofágico y bulimia, provocan alteraciones ácidas en la cavidad bucal que pueden causar erosión dental. El efecto de este medio ácido sobre materiales restauradores y posibles cambios en sus propiedades son poco relatado en la literatura. De esta forma, el objetivo de este trabajo fue evaluar la solubilidad y la microdureza de cerámicas feldespáticas expuestas in vitro a fluido gástrico simulado sin enzimas (pH 1,2). Fueron confeccionados 100 discos, de 8mm de diámetro y 2mm de altura, con las siguientes cerámicas: Vitadur Alfa (I), Vita Omega 900 (II) Finesse All-Ceramic (III), IPS dSign (IV) y Carmen (V). Estos fueron divididos en tres grandes grupos según la exposición al fluido gástrico: (A) sin exposición, (B) 24 horas de exposición y (C) 7 días de exposición. La solubilidad fue evaluada por medio del pesaje en balanza digital (Metler Toledo), calculándose la cantidad de pérdida de masa (MP). El análisis de microdureza Vickers (MD) fue realizado utilizando un microdurómetro FM-700 (Future Tech). Los resultados obtenidos mostraron valores de pérdida de masa (%) de B, comparado con A, de: 0,1280(I), 0,2143(II), 0,0485(III), 0,1377(IV), 0,0824(V); y para C de: 0,1182(I), 0,2305(II), 0,0773(III), 0,1653(IV), 0,3256(V). Se observaron valores de dureza superficial para A de: 527,53(I), 531,67(II), 519,85(III), 544,72(IV), 523,72(V); para B de: 505,38(I), 529,63(II), 478,60(III), 514,91(IV); 504,97; y C de: 484,96(I), 495,61(II), 493,5(III), 482,76(IV), 488,22(V). El análisis estadístico con el test de ANOVA ( $p < 0,05$ ), mostró influencia del fluido gástrico tanto en la pérdida de masa como en la solubilidad de las cerámicas evaluadas.

**Palabras clave:** Cerámicas dentales, solubilidad, dureza superficial, reflujo gastroesofágico

### INTRODUCCIÓN

El reflujo de fluido gástrico es una manifestación clínica relacionada a enfermedades o síntomas como bulimia, reflujo involuntario, regurgitación subclínica asociada a alcoholismo o gastritis crónica, xerostomía, anorexia nerviosa, síndrome de mala absorción, vómitos continuos durante el embarazo y enfermedad de reflujo gastroesofágico (ERGE) (1-3).

Se sabe que los ácidos oriundos del reflujo gástrico pueden presentar pH de aproximadamente 2,0, su efecto dañino a los dientes es incuestionable. En estudios *in vitro*, se verificó que con pH menor que 3,7 la erosión dental ya es evidente (1). Se tiene poca información sobre el efecto que podría tener estos niveles de pH sobre materiales dentales restauradores normalmente utilizados.

De esta forma, la rehabilitación protética en pacientes portadores de estas patologías, merece especial atención, una vez que la rehabilitación puede sufrir deterioración por el medio ácido agresivo en el que se encuentra. Los tratamientos realizados en este tipo de pacientes deben tener un control más frecuente, sin embargo, daños pueden ocurrir, en función de su exposición al medio ácido (1,3).

Con relación a materiales restauradores cerámicos, por debajo de pH 7, acontecen procesos de degradación dependiendo de la composición de la cerámica 4. La degradación de la superficie mecánicas de este material aun no están claras, necesitando estudios para evaluar su comportamiento. De esta forma, este estudio evaluó el efecto del fluido gástrico simulado in vitro

A pesar de estas informaciones, la acción erosiva del fluido gástrico sobre la superficie de materiales cerámicos, su influencia en la solubilidad y posibles alteraciones en las propiedades mecánicas de este material aun no están claras, necesitando estudios para evaluar su comportamiento. De esta forma, este estudio evaluó el efecto del fluido gástrico simulado in vitro

sobre la dureza superficial y la pérdida de masa de 5 cerámicas odontológicas, en función de 2 periodos de exposición al medio (24h y 7 días).

#### MATERIAL Y MÉTODO

Se confeccionaron 100 especímenes en forma de disco, utilizando las siguientes cerámicas feldespáticas: Vitadur Alfa (I) (Vita Zahnfabrik, Alemania); Vita Omega 900 (II) (Vita Zahnfabrik, Alemania); Finesse All-Ceramic (III) (Dentsply-Ceramco, USA); IPS dSign (IV) (Ivoclar, Liechtenstein); e Carmen (V) (Esprident, Alemania), indicadas para la confección de prótesis metalocerámicas o de restauraciones cerámicas del tipo inlay y onlay. Todos los especímenes fueron manipulados por un mismo operador, siguiendo las instrucciones preconizadas por el fabricante. Los especímenes fueron confeccionados con una matriz plástica, para estandarizar las dimensiones de los cuerpos de prueba, establecidas en 2 mm de altura por 8 mm de diámetro.

Las masas cerámicas fueron preparadas por la adición del líquido modelador al polvo, hasta obtener una consistencia cremosa. Con una espátula de teflón las masas fueron llevadas al interior de la matriz y el exceso de agua fue eliminado con papel absorbente. Después, la masa cerámica fué removida del tubo plástico por medio de presión de un émbolo.

Se realizó el proceso de cocción en horno (Vacumat 40 Vita, Zahnfabrik-Alemania), según los ciclos y temperaturas recomendados por los fabricantes (Tabla 1). Después de la sinterización, se esperó 10 minutos para el enfriamiento de los especímenes y se procedió al acabado de estas con una piedra montada de óxido de aluminio cilíndrica, en baja rotación. En seguida, se realizó su limpieza, con agua destilada y vibración ultra-sónica (Vitasonic II, Vita Zahnfabrik-Alemania) durante 10 minutos. Después de secar cuidadosamente se realizó el ciclo de vitrificación, aplicado a todos los cuerpos de prueba de cerámica, en el mismo horno utilizado para su cocción.

Terminada la cocción, los especímenes fueron almacenados en una solución de fluido gástrico artificial sin enzimas (HCl y NaCl 2gr/L, pH 1,2 a 25°C±0,02°C), según las especificaciones de la farmacopea de los Estados Unidos de Norteamérica, y fueron mantenidos en estufa a 37°C.

Las pruebas y evaluaciones de los especímenes fueron realizadas antes de la exposición, después de 24 horas y de 7 días de exposición al medio ácido.

**Tabla 1**  
**Temperaturas de cocción de las cerámicas evaluadas**

Cerámicas	Tipo de cocción	Temperatura Inicial (°C)	Tiempo de secaje	Temperatura Final (°C)
Vitadur Alfa	Dentina	600	6	960
	Vitrificación	600	0	940
Vita Omega 900	Dentina	600	6	900
	Vitrificación	600	0	900
IPS dSign	Dentina	870	6	870
	Vitrificación	870	4	870
Carmen	Dentina	400	8	870
	Vitrificación	500	4	880
Finesse All-Ceramic	Dentina	450	5	760
	Vitrificación	450	3	750

Realizados los procedimientos de confección de las cerámicas, todos los especímenes fueron analizados según los aspectos de dureza superficial y pérdida de masa después de pasado el tiempo de almacenaje pertinente. Para realización de las pruebas de dureza superficial, las superficies de cada cuerpo de prueba fueron analizadas a través de dureza Vickers, utilizándose un microdurómetro FM-700 (Future Tech), con una carga de 50g por 10s. Para cada superficie, tres indentaciones fueron realizadas para obtener un promedio de cada espécimen.

Para el cálculo de la pérdida de masa, los especímenes fueron pesados antes y después a la exposición al medio ácido en una

balanza digital con 0,1mg de precisión (Metler Toledo). El pesaje antes de la exposición al ácido fue denominado W1 y después de la exposición W2. El porcentaje de pérdida de masa (MP) para cada espécimen fue calculado por medio de la siguiente fórmula 7:

$$[(W1 - W2) / W1] \times 100$$

Los resultados obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente, utilizando el análisis de varianza (ANOVA), seguido por el test de Tuckey. Fue adoptado un nivel de significancia de 5% para los análisis realizados.

### RESULTADOS

Los promedios de los resultados obtenidos para la dureza superficial y pérdida de masa se muestran en las tablas 2 y 3 respectivamente. Se observó, en los valores promedios de dureza superficial, una disminución de los valores proporcional al tiempo de exposición al fluido gástrico. Se observó también, no obstante numericamente pequeña, pérdida de masa como consecuencia del proceso de degradación causado por los ácidos.

**Tabla 2**  
Promedios y desviaciones estándar de la dureza superficial Vickers entre los materiales cerámicos después de 24 horas y 7 días de exposición al fluido gástrico artificial

TIPOS DE CERÁMICAS					
Microdureza	Vitadur Alpha	Vita Omega 900	Finesse All Ceram	IPS dSign	Carmen
Antes	524,53(7,05)	531,67(11,65)	519,85(14,50)	544,72(18,43)	523,72(16,01)
24 horas	505,38(17,92)	529,63(16,68)	478,61(15,42)	514,91(13,71)	504,97(31,37)
7 días	484,96(12,71)	495,41(19,24)	493,5(12,58)	482,76(22,59)	488,22(22,64)

**Tabla 3**  
Promedios y desviaciones estándar de la pérdida de masa entre los materiales cerámicos (%) después 24 horas y 7 días de exposición a fluido gástrico artificial

TIPOS DE CERÁMICAS					
Perdida de masa	Vitadur Alpha	Vita Omega 900	Finesse All Ceram	IPS dSign	Carmen
24 horas	0,1280(0,08)	0,2143(0,10)	0,0485(0,05)	0,1377(0,07)	0,0824(0,06)
7 días	0,1182(0,05)	0,2305(0,10)	0,0773(0,07)	0,1653(0,07)	0,3256(0,32)

Fue observada diferencia estadística analizando los factores cerámica utilizada, tiempos de exposición y también cruzando los dos factores anteriores (Tabla 4). Cuando se analizó la dureza superficial aisladamente, o IPS dSign tuvo mejores resultados (Tabla 5). Fue observado también que el aumento del tiempo de exposición tiene influencia negativa en la dureza superficial de las cerámicas (Tabla 6), siendo nuevamente de la cerámica IPS dSign el mejor resultado cuando cruzado los 2 factores (Tabla 7).

**Tabla 4**  
Resultados del ANOVA para la dureza superficial considerando el tipo de material, tiempo de exposición y para tipo de material por tiempo de exposición

Fuente de Varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Promedio	F	p
Tipo de Cerámica	4	7739,95	1934,99	3,80	0,0067*
Tiempo de exposición	1	7821,63	7821,63	15,35	0,0002*
Tipo de cerámica por tiempo de exposición	4	7731,03	1932,76	3,79	0,0067*

\*Presentaron diferencias significativas para  $p < 0,05$

**Tabla 5**  
Resultados del Test de Tukey para dureza superficial por tipo de cerámicas testadas

Cerámica	Promedio	Conjunto*
IPS dSign	45,885	A
Finesse All Ceramic	33,885	AB
Vitadur Alpha	32,360	AB
Carmen	27,125	AB
Vita Omega 900	19,050	B

\*Los conjuntos seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

**Tabla 6**  
Resultados del Test de Tukey para dureza superficial por tiempo de exposición

Tiempo de exposición	Promedio	Conjunto*
24 horas	22,800	A
7 días	40,488	B

\*Los conjuntos seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

**Tabela 7**  
Resultados del Test de Tukey para dureza superficial por tipo de cerámica vs tiempo de exposición

Tipo de Cerámica vs. Tiempo de exposición	Promedio	Conjunto*
dSign 7h	61,960	A
Vitadur 7d	42,570	AB
Finesse 24h	41,250	AB
Omega 900 7d	36,060	AB
Carmen 7d	35,500	AB
dSign 24h	29,810	ABC
Finesse 7d	26,350	BC
Vitadur 24h	22,150	BC
Carmen 24h	18,750	BC
Omega 900 24h	2,0400	C

\* Los conjuntos seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

Con relación a la pérdida de masa, fueron observadas diferencias estadísticas cuando se cruzaron todos los factores (Tabla 8), en la cual la cerámica Vita Omega 900 mostró la mayor pérdida de masa dentro de los grupos evaluados, cuando se analizó apenas la cerámica (Tabla 9). También se registró mayor pérdida de masa cuando el tiempo de exposición fue mayor

(Tabla 10), siendo que la cerámica Carmen después de 7 días de exposición al ácido presentó la mayor pérdida de masa comparando la situación inicial (Tabla 11).

**Tabla 8**  
Resultados de ANOVA para la pérdida de masa considerando el tipo de material, tiempo de exposición y para tipo de material por tiempo de exposición

Fuente de Varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado promedio	F	p
Tipo de Cerámica	4	0,03992	0,0099	7,01	0,0001*
Tiempo de exposición	1	0,01320	0,0132	9,27	0,0031*
Tipo de cerámica por tiempo de exposición	4	0,02906	0,0073	5,10	0,0009*

\*Presentaron diferencias significativas para  $p < 0,05$ .

**Tabla 9**  
Resultados del Test de Tukey para pérdida de masa por tipo de cerámicas evaluada

Cerámica	Promedio	Conjunto*
Vita Omega 900	0,0859	A
Carmen	0,0687	AB
Vitadur Alpha	0,0606	AB
IPS dSign	0,0497	BC
Finesse All Ceramic	0,0259	C

\* Los conjuntos seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

**Tabla 10**  
Resultados del Test de Tukey para pérdida de masa por tiempo de exposición

Tiempo de exposición	Promedio	Conjunto*
24 horas	0,0467	A
7 días	0,0696	B

\* Los conjuntos seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

**Tabla 11**  
Resultados del Test de Tukey para pérdida de masa por tipo de cerámica vs. tiempo de exposición

Tipo de Cerámica vs. Tiempo de exposición	Promedio	Conjunto*
Carmen 7d	0,1138	A
Omega 900 7d	0,0889	AB
Omega 900 24h	0,0829	ABC
dSign 7h	0,0658	ABCD
dSign 24h	0,0553	BCD
Vitadur 24h	0,0514	BCD
Vitadur 7d	0,0480	BCD
Finesse 7d	0,0316	CD
Carmen 24h	0,0235	D
Finesse 24h	0,0202	D

\* Los conjuntos seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

## DISCUSIÓN

El reflujo gastro-esofágico presenta un pH promedio de 2,0, suficiente para causar daños a la dentición, una vez que estudios muestran que con pH 3,2 ya existen alteraciones en la superficie dental (1,2). De esta forma, los materiales restauradores podrían sufrir influencias negativas bajo estas condiciones, perjudicando sus características físicas y mecánicas.

Algunos trabajos utilizaron el análisis de dureza superficial como método de evaluación de efectos de tratamientos de superficie sobre grupos experimentales (8,9). En este estudio fue observado un efecto negativo por la exposición de las cerámicas al ácido gástrico que disminuyó la dureza superficial de los especímenes. Se observó que mientras mayor el tiempo de exposición, mayor la depreciación de la resistencia. Posiblemente esto ocurra debido a las microporosidades que se forman de la disolución de la fase vítrea de la cerámica, formando lagunas e irregularidades teniendo como consecuencia disminución de la resistencia (4). Jager et al. (6), en 2000, evaluaron cerámicas tradicionales y de baja fusión en contacto con ácido acético. Concluyeron que la resistencia de las cerámicas depende en gran parte de la integridad y uniformidad de la superficie.

Fue observado también la influencia de la exposición al ácido gástrico sobre la solubilidad de las cerámicas evaluadas, detectada por la pérdida de masa. Las cerámicas de baja fusión pueden exhibir una alta solubilidad hidrolítica en contraste con las cerámicas convencionales por la cantidad de óxidos metálicos alcalis que tienen como modificadores de vidrio (10). Características como la estabilidad química, la resistencia superficial y la cantidad de corrosión de los materiales cerámicos en el medio bucal pueden mostrar variaciones debido a la composición y técnicas de confección (4). Los materiales cerámicos son expuestos a diferentes situaciones en la cavidad oral como soportar diferentes tipos de fuerzas y cambios de temperaturas y pH, que pueden afectar la integridad del material. En la literatura científica son escasos los trabajos que explican como la superficie es afectada por la exposición a fluidos como agua y otras sustancias químicas en el ambiente oral (5,11). Cuando las cerámicas dentales actúan en un medio acuoso y comienzan a sufrir fatiga dinámica, la degradación de la superficie puede influir negativamente perjudicando las propiedades mecánicas del material (12).

El ácido acético es un ácido orgánico que favorece la degradación de los vidrios por la formación de complejos solubles. En el caso de niveles de pH debajo de siete, los procesos de degradación acontecerán por intercambio de iones alcalis los cuales fueron cambiados por otro tipo de iones dependiendo de la composición de la cerámica. La degradación de la superficie acontece principalmente en áreas con defectos y en el límite de las fases de los materiales cerámicos. Las cerámicas de alto volumen de cristales (Vitadur Alpha) son atacadas en la superficie de forma diferente que las cerámicas con poco contenido de cristales (4).

El conocimiento del comportamiento de los materiales disponibles para la rehabilitación oral frente a los efectos propiciados por circunstancias críticas, como el RGE, son importantes para el correcto tratamiento de este tipo de paciente. Es necesario, además de una buena técnica operatoria y acompañamiento médico frecuente, la utilización de materiales que puedan propiciar mayor longevidad de nuestros trabajos. De esta forma, más investigaciones al respecto son necesarias, porque es escaso el abordaje de este tema en la literatura.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este estudio, se puede concluir que las cerámicas evaluadas pueden ser susceptibles a alteraciones cuando son expuestas al fluido gástrico artificial. Se registraron valores menores de dureza superficial, como también de la solubilidad proporcionada por la acción del ácido. Ambos factores anteriormente citados tienen su efecto potencializado a medida que el tiempo de exposición también es aumentado. Hubo diferencias de comportamiento entre las cerámicas evaluadas frente a las condiciones a las cuales fueron sometidas.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Barron R.P., Carmichael R.P., Marcon M.A., Sandor G.K. Dental erosion in gastroesophageal reflux disease. *J Can Dent Assoc* (2003) Feb; 69(2): 84-9.
2. Bartlett D.W., Evans D.F., Anggiansah A., Smith B.G. The role of the esophagus in dental erosion. *Oral Surg Oral med Oral Pathol Oral Radiol Endod* (2000); 89(3): 312-315.
3. Meurman J.H., Toskala J., Nuutinen P., Klemetti E. Oral and dental manifestations in gastro esophageal reflux disease. *Oral Surg Oral med Oral Pathol* (1994); 78(5): 583-9.
4. Milleding P., Wennerberg A., Alaeddin S., Karlsson S., Simon E. Surface corrosion of dental ceramics *in vitro*. *Biomaterials* (1999); 20(8): 733-46.
5. Jestel N.L., Morris M.D., O' Brien W.J. Depth- resolved Raman microprobe examination of a comercial dental porcelain exposed to a simulated oral environment. *Dent Mater* (1998) Sep; 14 (5): 375-382.
6. Jager N., Feilzer A.J., Davidson C.L. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dent Mater* (2000) Nov; 16(6): 381-388.
7. Esquivel J. F.; Chai J.; Wozniak W.T. The physical properties of low-fusing porcelains for titanium. *Int J Prosthodont* (1995) Nov-Dec; 9(6): 563-571.
8. Baharav H., Laufer B.Z., Pilo R, Cardash H. Effect of glaze thickness on the fracture roughness and hardness of alumina-reinforced porcelain. *J Prosthet Dent* (1999) May; 81(5):515-9.
9. Turker S.B., Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness os dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehab* (2002) Jul; 29(7): 657-661.
10. al-Hiyasat A.S., Saunders W.P., Sharkey S.W., Smith G.M., Gilmour W.H.. Investigation of human enamel wear against four dental ceramics and gold. *J Dent* (1998); 26(5-6): 487-495.
11. Scherrer S.S., Denry I.L., Wiskott H.W., Belser U.C. Effect of water exposure on the fracture toughness and flexure strength of a dental glass. *Dent Mater* (2001) Jul; 17(4): 367-71.
12. Morena R., Beaudreau G.M., Lockwood P.E., Evans A.L., Fairhurst C.W.. Fatigue of dental ceramics in simulated oral environment. *J Dent Res* (1996) Jul; 65(7): 993-997.