

Evaluación *in vitro* del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental

Liñan-Duran C, Meneses-López A, Delgado-Cotrina L. Evaluación *in vitro* del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Rev Estomatol Herediana. 2007; 17(2):58-62.

RESUMEN

El propósito de este estudio, *in vitro*, fue evaluar el efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Se utilizaron 60 especímenes divididos en cuatro grupos de los cuales tres fueron expuestos durante un minuto a la acción de las bebidas carbonatadas, seguido por tres minutos de inmersión en saliva artificial. Este ciclo se repitió durante 20 minutos. El grupo control negativo fue inmerso en agua destilada. El efecto erosivo se evaluó mediante el método de dureza Vickers antes y después de ser sometidos a la acción de las bebidas. Al aplicar la prueba t de Student se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los valores de microdureza inicial y final de los especímenes, siendo mayor el efecto erosivo de la bebida Kola Real®, similar a la Coca Cola®, mientras que la Inca Kola® presentó el menor efecto erosivo.

Palabras clave: EROSIÓN DENTARIA / BEBIDAS GASEOSAS.

Erosive effect *in vitro* assessing of three carbonated soft drinks over tooth enamel surface

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to assess the effect of three erosive carbonated soft drinks over tooth enamel surface. Sixty enamel specimens were divided into four groups. Three groups were exposed to carbonated soft drinks for one minute, followed by three minutes of artificial saliva. This cycle was repeated every 20 minutes. The negative control group was immersed in distilled water. Vickers hardness method was used to determine the for erosive effect on specimens before and after they were exposed to soft drinks. A significant difference (Student t-test $p < 0.05$) was found between initial and final microhardness values of the specimens exposed to carbonated soft drinks. In conclusion, Kola Real® carbonated soft drink showed an erosive effect similar to Coca-Cola®, while Inca Kola® had the lowest erosive effect.

Key words: TOOTH EROSION / CARBONATED BEVERAGES.

Carlos Liñan Duran¹
Abraham Meneses López²
Leyla Delgado Cotrina³

¹Cirujano - Dentista

²Docente del Departamento Académico de Estomatología del Niño y del Adolescente

³Docente del Departamento Académico de Clínica Estomatológica.

Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Correspondencia

Carlos Liñan Duran
Las Mandarinas 208 Dpto. 102-C. Lima 12, Perú
Teléfono: 437-4905 / 9807-3811
e-mail: caliduran@hotmail.com

Recibido : 12 de noviembre del 2007

Aceptado : 15 de diciembre del 2007

Introducción

La literatura describe ampliamente las diferentes formas de procesos destructivos crónicos que afectan los dientes, además de la caries dental; produciendo una pérdida irreversible de la estructura dentaria, encontrándose entre ellos: la abrasión, atrición, abfracción, reabsorción y erosión (1,2). En los últimos años se ha observado un incremento significativo en la prevalencia de la erosión dental, sobre todo en la población de niños y adolescentes; entre los factores de riesgo para dicho incremento se encuentra la presencia de nuevos hábitos y estilos de vida; entre ellos la ingesta de bebidas carbonatadas (3-11). El término erosión deriva del latín *erodere*, *erosi*, *erosum* (corroer). Describe el proceso de destrucción gradual de la superficie de

un cuerpo, generalmente por procesos electrolíticos o químicos. El término clínico de erosión dental o *erosio dentium* se usa para describir el resultado físico de la pérdida patológica, crónica, localizada e indolora de los tejidos dentales por acción química de ácidos y/o quelantes, sin intervención de bacterias (1,2 12,13). Los ácidos responsables de la erosión no son producidos por la flora bacteriana intraoral, sino que son ingeridos por el paciente (factores extrínsecos) o producidos por su organismo (factores intrínsecos); y un mínimo porcentaje por la presencia de ácidos de origen desconocido (etiología idiopática) (1,2,13,15).

Los factores extrínsecos involucrados en la erosión dental pueden agruparse en: factores ambientales, dieta, medicación y hábi-

tos o estilo de vida (13,14). El incremento en el consumo de bebidas para deportistas durante el ejercicio, el excesivo consumo de jugos y frutas cítricas como parte de regímenes dietéticos, una excesiva frecuencia en el consumo de bebidas ácidas durante el día, son factores de estilo de vida considerados muy importantes con respecto al desarrollo de la erosión dental (12,13).

Las bebidas carbonatadas son una de las distintas formas de bebidas industrializadas que pueden ser definidas como aquellas que son generalmente endulzadas, saborizadas, acidificadas y cargadas con dióxido de carbono (CO₂). Este nombre fue derivado del método original de cargar el agua con dióxido de carbono, preparado de bicarbonato de sodio o carbonato de sodio (16). El efecto erosivo de las bebidas ácidas no es

exclusivamente dependiente de su pH, pero es fuertemente influenciado por la regulación de su contenido ácido (efecto buffer), y por la propiedad de atraer calcio de las comidas y bebidas. El contenido de calcio, fosfato, y flúor de un alimento o bebida parece también ser un factor importante para la predicción de su efecto erosivo (11,13,17,18).

Entre los métodos *in vitro* para evaluar el efecto erosivo de estas bebidas sobre la superficie dental se encuentran los métodos: químicos, físicos, análisis digital de imágenes, análisis con microscopio electrónico de barrido (MEB), examinación directa del diente extraído y permeabilidad del esmalte (19,20). La microdureza superficial es un tipo de método físico que se utiliza para evaluar el efecto erosivo y se puede definir como la resistencia superficial que ejerce un material a ser rayado o a sufrir deformaciones permanentes en su superficie. Las pruebas utilizadas con mayor frecuencia para evaluar la dureza superficial son las de Brinell, Rockwell, Vickers y Knoop. En la prueba Vickers se utiliza un diamante en forma de pirámide de base cuadrada (21-23).

El propósito del presente estudio es comparar *in vitro* el efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas (Coca Cola®, Inca Kola®, Kola Real®) valorado mediante microdureza superficial de los especímenes de esmalte dental.

Material y métodos

Se utilizaron 60 bloques de esmalte dental obtenidos de terceros molares que han completado su proceso de maduración, extraídos por motivos ortodónticos o terapéuticos, libres de caries o restauraciones, ausencia de malformaciones de esmalte y/o dentina y que no presen-

ten grietas o líneas de fractura. Las piezas dentarias fueron lavadas con un cepillo dental, cureta periodontal y agua destilada para remover los remanentes de tejido periodontal. Todos los dientes se almacenaron en suero fisiológico (NaCl 0,9% a temperatura ambiente). Se utilizaron discos diamantados flexibles (KG Sorensen®, Brasil) con baja rotación y constante refrigeración para cortar los dientes transversalmente eliminando de estos la porción radicular. Mediante cortes longitudinales se obtuvieron fragmentos de forma cuadrada, aproximadamente 3 a 4 por diente con medidas de 3 mm de largo, 3 mm de ancho y $2\pm 0,5$ mm de espesor. Para verificar las medidas de cada espécimen se utilizó un calibrador digital (MITUTOYO®, Brasil) (24). Los especímenes fueron expuestos a la acción de las bebidas carbonatadas por un minuto, seguido por tres minutos en saliva artificial. Este ciclo se repitió cinco veces en un tiempo de 20 minutos para simular mejor los hábitos actuales de consumo de bebidas. Se procedió a lavarlos a presión y almacenarlos nuevamente en suero fisiológico. Este procedimiento se realizó una vez al día, por 7 días, con un intervalo de 24 horas entre cada evento; para cada día del experimento se

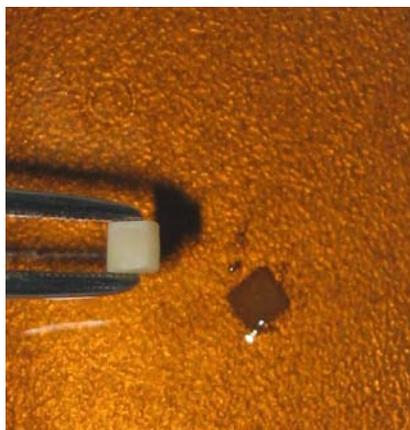


Fig. 1. Especímenes expuestos a la acción de las bebidas carbonatadas.

utilizó una bebida carbonatada nueva para garantizar sus propiedades (2) (Fig. 1).

Las medidas de microdureza inicial y final fueron realizadas en el laboratorio Sputtering de la facultad de Ciencias de la Universidad de Ingeniería. Se utilizó el método de dureza Vickers mediante un microdurómetro marca BUEHLER® (USA, 1991), programado para aplicar una carga de 100 gramos en un tiempo de 15 segundos (Fig. 2). Cada fragmento de esmalte se dividió en cuatro cuadrantes donde fueron realizadas las cuatro indentaciones de manera aleatoria. Luego se procedió a medir sus diagonales (d1 y d2), de las que se obtuvo un promedio, este valor fue trasladado a una tabla de valores de la microdureza superficial en kg/mm^2 para cada cuadrante del espécimen (16) (Fig. 3). Se realizó análisis univariado mediante los cálculos de media y desviación estándar. La comparación entre la dureza inicial y final en cada espécimen y en cada grupo se obtuvo mediante la prueba t de Student. Para comparar la variación de la dureza superficial entre los grupos se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA), y



Fig. 2. Microdurómetro BUEHLER®

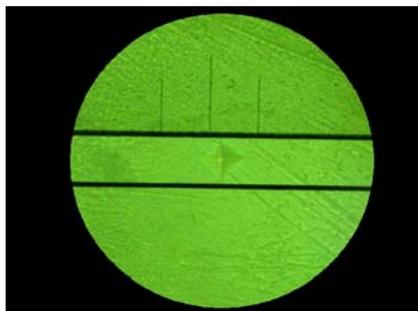


Fig. 3. Indentación y medición de sus diagonales.

con la prueba de Bonferroni se determinaron comparaciones múltiples del efecto erosivo entre los grupos de estudio.

Resultados

Mediante la prueba t de Student se determinó que en los grupos de bebidas carbonatadas existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de microdureza superficial inicial y final de los especímenes ($p < 0,05$). En los valores de microdureza del grupo control negativo no existen diferencias significativas para los valores inicial y final ($p = 0,877$) (Tabla 1).

Se usó la prueba de Bonferroni para determinar comparaciones múltiples entre los grupos de estudio. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para todos los grupos de bebidas carbonatadas al compararlos con el grupo control negativo. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos Coca Cola® y Kola Real® ($p = 0,171$). La bebida carbonatada Inca Kola® presentó menores variaciones entre el promedio inicial y final de microdureza, comparado con las otras bebidas hubo una diferencia significativa ($p = 0,000$) (Tabla 2).

Al evaluar el efecto erosivo se encontró que la bebida carbonatada Kola Real® produjo el mayor efecto erosivo con un valor de 187,1 kg/

Tabla 1. Comparación de los valores promedios de microdureza superficial inicial y final (kg/mm^2) según grupo de estudio.

Grupo de estudio	n	inicial		final		p
		kg/mm^2	DE	kg/mm^2	DE	
Kola Real	15	341,2	13,3	154,1	9,9	0,000*
Inca Kola	15	341,5	12,1	187,2	8,5	0,000*
Coca Cola	15	340,5	12,5	159,4	12,2	0,000*
Agua destilada	15	342,2	12,5	341,5	12,5	0,877

Tabla 2. Comparación múltiple de la diferencia de los promedios de microdureza superficial (kg/mm^2) entre pares de grupo

Grupo de estudio	Diferencia	p
Kola Real/Agua destilada	186,4	0,000*
Inca Kola/Agua destilada	153,5	0,000*
Coca Cola/Agua destilada	180,4	0,000*
Kola Real/Inca Kola	32,8	0,000*
Kola Real/Coca Cola	6,0	0,171
Inca Kola/Coca Cola	26,8	0,000*

Tabla 3. Distribución del efecto erosivo a través de la variación de la microdureza superficial (kg/mm^2) en los grupos de estudio

Grupo de estudio	n	Media	D.E.
Kola Real	15	187,1	7,4
Inca Kola	15	154,2	6,3
Coca Cola	15	181,1	10,6
Agua destilada	15	0,7	0,8

mm^2 , seguida de la Coca Cola® con 181,1 kg/mm^2 . La de menor efecto erosivo fue la bebida carbonatada Inca Kola® con 154,2 kg/mm^2 (Tabla 3).

Discusión

Las alteraciones en el contenido mineral del esmalte dental están directamente relacionadas a su microdureza; cuando se produce la erosión por exposición a bebidas carbonatadas, la desmineralización inicial está caracterizada por una superficie reblandecida con disolución de prismas periféricos sin formación de lesión subsuperficial. En este caso la microdureza superficial es suficientemente sensitiva para lesiones superficiales ya que puede detectar estados tempranos de desmineralización (11,16). El pH de las bebidas consideradas en este estudio es de 3,04 para la bebida carbonatada Inca Kola®, 2,53 para

la Coca Cola® y 3,07 para Kola Real®; en todos los casos los valores de pH se encuentran por debajo del pH crítico de la hidroxiapatita y fluorapatita, presentando por lo tanto capacidad de producir efecto erosivo sobre la superficie del esmalte dental.

Mas (2002) (16), al evaluar el efecto erosivo de bebidas industrializadas sobre la superficie del esmalte encuentra valores iniciales de microdureza similares a nuestro estudio con un promedio de 344,48 Kg/mm^2 ; el grupo de la bebida carbonatada utilizada en este estudio presenta un promedio de microdureza de 341,84 Kg/mm^2 , este valor se asemeja al promedio inicial de nuestro grupo de estudio que fue de 341,5 Kg/mm^2 . Al cuantificar el efecto erosivo, encuentra que la bebida carbonatada produjo el mayor efecto con un valor de 210,64 Kg/mm^2 , superior a los ha-

llados en el nuestro, donde la bebida carbonatada Kola Real®, presentó el mayor efecto erosivo (187,1 Kg/mm²). Respecto a la comparación múltiple entre las bebidas de estudio los resultados son similares en cuanto a la mayor diferencia que se presenta entre la bebida carbonatada y el agua destilada. Los diferentes valores en el efecto erosivo se pueden atribuir al tiempo de exposición de los especímenes y a la acción de la saliva artificial utilizada en nuestro estudio.

Lupi-Pegurier et al. (2003) (25) igual que en nuestro estudio, utilizan la bebida carbonatada Coca Cola® como control positivo en su estudio sobre la acción del vino tinto en la microdureza del esmalte. Luego de la inmersión de los especímenes encuentran diferencias significativas en el grupo control positivo, sin embargo el vino no tiene efecto en la microdureza superficial del esmalte. Se utilizó también en este estudio el método de dureza Vickers, pero a diferencia de nuestro estudio, ellos duplicaron la carga y el tiempo fue de cinco segundos menos. El agua destilada fue utilizada como control negativo y no hubo diferencia significativa en los valores de microdureza inicial y final de los especímenes, con un valor de 317,8 Kg/mm² y 324 Kg/mm² respectivamente. Con respecto al grupo control positivo se encontró que el efecto erosivo fue directamente proporcional al tiempo de exposición, con un valor inicial de 324 Kg/mm² y uno de 206,7 Kg/mm² a los 120 segundos.

Van Eygen et al. (2005) (2) evalúan cuantitativamente el efecto erosivo a través de las diferencias en la microdureza del esmalte de incisivos permanentes a diferentes tiempos de inmersión en la bebida carbonatada Coca Cola®. A diferen-

cia de nuestro estudio se usó la prueba Knoop, que fue programado con una carga de 50 gramos durante 30 segundos. Su muestra estuvo conformada por 60 especímenes sin embargo la distribución de estos fue diferente, presentando 4 grupos de prueba y un grupo control constituido de 12 especímenes cada uno.

Lussi et al. (2000) (33) también evaluaron el efecto erosivo de diferentes bebidas en dientes deciduos y permanentes, encontrando que la bebida carbonatada Sprite® produjo mayor variación en la microdureza superficial del esmalte, y determinaron que los especímenes expuestos a una bebida carbonatada de limón también presentan cambios estadísticamente significativos en la microdureza superficial (26).

No solo se comparan diferentes bebidas de consumo en los estudios sobre erosión dental, así por ejemplo tenemos que se compara *in vitro* el potencial erosivo del jugo gástrico y una bebida carbonatada, encontrándose que el primero fue significativamente más erosivo en el esmalte y la dentina que la bebida carbonatada. Además se observa que existen variaciones en el potencial erosivo del jugo gástrico y la susceptibilidad del esmalte y dentina entre individuos, el estudio encuentra que el ácido gástrico de los pacientes diagnosticados con reflujo gastroesofágico tuvieron el mayor potencial de erosión. La evaluación del efecto erosivo se cuantificó mediante la concentración de calcio en molares utilizando la prueba de absorción atómica (27).

La adhesividad y movimiento de los líquidos son otros factores a ser considerados en el proceso erosivo, en nuestro estudio se evaluó el efecto de las bebidas carbonatadas en forma pasiva, sin embargo en diversos estudios los especímenes

inmersos en las bebidas son sometidos a un proceso de agitación, debido a que las bebidas se toman en un ambiente dinámico y fisiológico en el que fluyen alrededor de los dientes (10). Es difícil extrapolar los resultados de nuestro estudio a condiciones *in vivo*. El efecto erosivo de las bebidas carbonatadas está influenciado por factores no descritos en el modelo *in vitro*. Estos factores se pueden agrupar como condiciones orales (deglución, cepillado dental) y biológicos (anatomía dental, promedio de fluidos, oclusión) (2). Sin embargo, los resultados obtenidos nos brindan datos confiables sobre el efecto erosivo de las bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte y permiten a partir de estos realizar estudios *in situ* que poder entender completamente los procesos inmersos en la erosión del esmalte.

Conclusiones

La comparación entre los grupos de estudio demuestra que las bebidas carbonatadas presentan efecto erosivo medido mediante la variación de la microdureza superficial. La bebida Kola Real® presenta similar efecto erosivo que la bebida carbonatada Coca Cola®, mientras que Inca Kola®, en comparación con las anteriores presentó el menor efecto erosivo y esta diferencia fue estadísticamente significativa.

Referencias bibliográficas

1. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. Eur J Oral Sci. 1996; 104(2 (Pt 2)):151-5.
2. Van Eygen I, Vannet BV, Wehrbein H. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: an *in vitro* study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005; 128(3):372-7.

3. Luo Y, Zeng XJ, Du MQ, Bedi R. The prevalence of dental erosion in preschool children in China. *J Dent.* 2005; 33(2):115-21.
4. Wiegand A, Müller J, Werner C, Attin T. Prevalence of erosive tooth wear and associated risk factors in 2-7-year-old German kindergarten children. *Oral Dis.* 2006; 12(2):117-24.
5. Milosevic A, Bardsley PF, Taylor S. Epidemiological studies of tooth wear and dental erosion in 14-year old children in North West England. Part 2: The association of diet and habits. *Br Dent J.* 2004; 197(8):479-83
6. Arnadóttir IB, Saemundsson SR, Holbrook WP. Dental erosion in Icelandic teenagers in relation to dietary and lifestyle factors. *Acta Odontol Scand.* 2003; 61(1):25-8.
7. Al-Malik MI, Holt RD, Bedi R. Erosion, caries and rampant caries in preschool children in Jeddah, Saudi Arabia. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002; 30(1):16-23.
8. Al-Majed I, Maguire A, Murray JJ. Risk factors for dental erosion in 5-6 year old and 12-14 year old boys in Saudi Arabia. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002; 30(1):38-46.
9. Al-Dlaigan YH, Shaw L, Smith A. Dental erosion in a group of British 14-year-old school children. Part II: Influence of dietary intake. *Br Dent J.* 2001; 190(5):258-61.
10. Moynihan P, Petersen PE. Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public Health Nutr.* 2004; 7(1A):201-26.
11. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res.* 2004; 38(Suppl 1):34-44.
12. Järvinen VK, Rytömaa II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. *J Dent Res.* 1991; 70(6):942-7.
13. ten Cate JM, Imfeld T. Dental erosion, summary. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2 (Pt 2)):241-4.
14. Zero DT. Etiology of dental erosion--extrinsic factors. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2 (Pt 2)):162-77.
15. Scheutzel P. Etiology of dental erosion--intrinsic factors. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2 (Pt 2)):178-90.
16. Mas A. Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima. Estudio *in vitro*. tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.
17. Argentieri A, Pistochini A, Doño R, Añon MC, Tognacciolo L. Determinaciones analíticas de bebidas no alcohólicas. *Bol AAON.* 2003; 31(4):1-6.
18. Hooper SM, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M, West NX. A methodology for testing the erosive potential of sports drinks. *J Dent.* 2005; 33(4):343-8.
19. Grenby TH. Methods of assessing erosion and erosive potential. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2 (Pt 2)):207-14.
20. Curzon ME, Hefferren JJ. Modern methods for assessing the cariogenic and erosive potential of foods. *Br Dent J.* 2001; 191(1):41-6.
21. O'Brien W, Ryge G. *Materiales dentales y su elección.* Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1992.
22. Skinner EW, Phillips RW. *La ciencia de los materiales dentales.* 9 Ed. México: Editorial Interamericana Mc Graw Hill; 1985.
23. Macchi L. *Materiales Dentales, fundamentos para su estudio.* 2 Ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 1993.
24. Rodrigues J. Efeito do clareamento de consultório associado ao clareamento caseiro sobre a microdureza do esmalte dental humano. [Tesis]. Piracicaba; 2003.
25. Lupi-Pegurier L, Muller M, Leforestier E, Bertrand MF, Bolla M. *In vitro* action of Bordeaux red wine on the microhardness of human dental enamel. *Arch Oral Biol.* 2003; 48(2):141-5.
26. Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an *in vitro* model. *Eur J Oral Sci.* 2000; 108(2):110-4.
27. Bartlett DW, Coward PY. Comparison of the erosive potential of gastric juice and a carbonated drink *in vitro*. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(11):1045-7.