

Efecto del pH del agua de piscina en esmalte de dientes deciduos humanos. Estudio con microscopía electrónica de barrido

Cabrera AR, Kanashiro CR. Efecto del pH del agua de piscina en esmalte de dientes deciduos humanos. Estudio con microscopía electrónica de barrido. Rev Estomatol Herediana 2004;14(1-2) : 59 - 62.

Ailín R. Cabrera Matta¹
Carmen R. Kanashiro Irakawa²

¹ Cirujano Dentista.

² Docente del Departamento Académico de Estomatología del Niño y del Adolescente. Facultad de Estomatología. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Subvención del estudio: Premio Anual a los mejores proyectos de tesis "Barbara Ann Kotowski de Tejada" 2001.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vitro* el efecto de los niveles de pH ácidos del agua de piscina en la morfología de la superficie del esmalte de piezas deciduas. Se utilizaron 10 piezas deciduas extraídas divididas en dos grupos. Un grupo fue expuesto al agua de piscina de pH 5.5 y el otro a pH 7, ambos por 20 horas. Se realizó una evaluación macroscópica y luego se metalizaron las muestras para la evaluación con microscopía electrónica de barrido. Al aplicar la prueba exacta de Fisher, se encontró diferencia significativa ($\chi^2 = 6,0$ $p = 0,024$) entre los grupos en la evaluación macroscópica y altamente significativa ($\chi^2 = 9,0$ $p = 0,0039$) en la evaluación microscópica. Las observaciones microscópicas mostraron patrones de grabado tipo 1 y 4 en las muestras expuestas al agua de piscina de pH 5.5. En conclusión, el agua de piscina con un nivel de pH de 5.5 ocasiona patrones de pérdida mineral, con evidencia microscópica, en la superficie del esmalte de piezas deciduas tras una exposición de 20 horas.

Palabras clave: EROSIÓN DENTARIA / PISCINAS.

Effect of pH levels of swimming pool water on enamel of human deciduous teeth. ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to assess the effect of acid pH levels in swimming pools water on deciduous tooth surface morphology. Ten extracted deciduous teeth were divided into two groups. One group was exposed to swimming pool water with 5.5 pH and another group with 7 pH. Both for 20 hours. Visual examination was done on every sample. Then each sample from each group was vacuum coated with a layer of gold - palladium alloy and examined by scanning electron microscopy. The results showed significant difference ($\chi^2 = 6,0$ $p = 0,024$) between the two groups in the visual examination and highly significant ($\chi^2 = 9,0$ $p = 0,039$) in the microscopy examination. Etch patterns type 1 and 4 were observed on tooth surfaces exposed to swimming pool water with 5.5 pH. It was concluded that swimming pool water with 5.5 pH causes patterns of mineral loss, with microscopic evidence on the enamel surface of deciduous teeth after an exposure of 20 hours.

Keywords: TOOTH EROSION / SWIMMING POOLS.

Introducción

Las condiciones sanitarias de las piscinas de natación son de gran importancia, ya que existe la posibilidad de transmisión de diversas enfermedades a los bañistas. El agua de las piscinas es desinfectada con hipoclorito de sodio o cloro en gas, siendo ambos métodos efectivos en su acción desinfectante, sin embargo debido a la falta de precisión en el uso del cloro, éste puede acidificar el agua, si no hay un control adecuado. Todo esto podría llevar a que la salud oral se vea afectada, ya que la exposición repetida a un medio ácido puede ocasionar erosión den-

tal, en este caso llamada "erosión de los nadadores", que en un estado avanzado es una condición dolorosa, irreversible, antiestética y de tratamiento costoso.

La Asociación Americana de Salud Pública (American Public Health Association) recomienda que el mantenimiento apropiado de una piscina debe ser registrado, incluyendo tres medidas diarias del nivel de cloro y pH, así como el consumo de cloro y otros compuestos. El agua de las piscinas debe mantenerse en un rango de pH de 7.2-8.0 (1). En España, el Reglamento del régimen técnico-sanitario de piscinas de la Rioja,

da un valor guía para el pH del agua de 7.0-7.6 y un rango límite de 6.8-8.0 (2).

La erosión dental causada por acidez del agua de piscina fue reportada por primera vez en 1982 en New Jersey (USA) en miembros de la selección de natación de un club que usaba gas cloro para la desinfección de la piscina. La piscina fue epidemiológicamente implicada como causa de la erosión, pero el mecanismo por el cual la producía no fue determinado (3).

En el Perú, Arias reportó (1988) erosión dental en los nadadores de un equipo que entrenaba en la piscina olímpica de Lima del Instituto Peruano del De-

porte, realizaban sus entrenamientos a un promedio diario de 4 horas en 2 sesiones, 6 veces por semana. Al examinarlos encontró erosión del esmalte en todos los nadadores, en mayor proporción en los seleccionados que entrenaban más horas (4). Luego de este hallazgo recién se midió el pH del agua, que se encontró en 6.2; al parecer el problema se originó porque el dosificador de cloro estaba malogrado. Toda esta situación evidenció la negligencia de los encargados y también la falta de control de las autoridades.

La literatura revisada sobre el tema es en nadadores adultos y jóvenes, por lo tanto en dientes permanentes, no se ha encontrado referencia en niños, quienes cada vez más tempranamente están expuestos al cloro del agua de piscinas, aumentando el riesgo a la erosión dental, ya que debemos considerar las dimensiones más reducidas de los dientes deciduos y la importancia de estos en el desarrollo del niño.

El propósito de este estudio es evaluar in vitro el efecto de los niveles ácidos del agua de piscina en la morfología de la superficie del esmalte en piezas deciduas expuestas.

Material y método

Se utilizaron 10 piezas dentarias deciduas exfoliadas y/o extraídas por motivos de guía de erupción, caninos superiores e inferiores e incisivos inferiores, completamente sanas y sin malformaciones en su estructura coronaria. Las piezas dentarias fueron lavadas con agua y jabón y luego almacenadas en suero fisiológico, evitando así la deshidratación. El pH del suero fisiológico fue verificado con tiras de papel indicador, el nivel encontrado fue 7.

Se dividieron las piezas en dos grupos de la siguiente manera:

Grupo A: Secciones de piezas dentarias deciduas expuestas al agua de piscina de menor pH encontrado, que fue 5.5.

Grupo B: Secciones de piezas dentarias deciduas expuestas al agua de piscina de mayor pH encontrado, que fue 7.

Cada grupo tuvo su respectivo grupo control, que fueron las muestras no expuestas a agua de piscina. Cada pieza dentaria fue dividida en dos partes con un disco de corte siguiendo un eje longitudinal, una de esas mitades fue del grupo control. De esta manera cada

grupo estuvo conformado por cinco secciones de piezas dentarias y su grupo control respectivo por las otras cinco mitades de las mismas piezas (Figs. 1, 2, 3, 4 y 5).

La morfología de la superficie del esmalte se evaluó con una escala de tipo nominal para patrones de grabado ácido en el esmalte, Silverstone (Tipos 1,2 y 3) y Galil y Wright (Tipos 4 y 5) definida de la siguiente manera:

Tipo 1: caracterizado por la remoción preferencial de los centros de los prismas.

Tipo 2: es la inversa del tipo I, se remueven preferencialmente las periferias de los prismas.

Tipo 3: caracterizado por una erosión indiscriminada, de centros y periferias de los prismas.

Tipo 4: se observa una superficie con hoyos y marcas no uniformes.

Tipo 5: no hay evidencia de los prismas, caracterizado por una superficie lisa.

Se consideró un tiempo de 20 horas, que es el tiempo total acumulado en un mes de entrenamiento de un nadador de selección que pertenece a la categoría mínima (niños hasta los 8 años).

Los especímenes se sometieron a metalización en un aparato metalizador

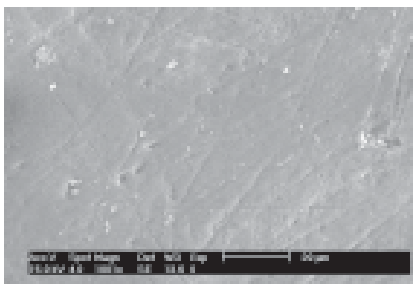


Fig. 1. Superficie del esmalte de muestra control del grupo B a 1000X al 75%. Esmalte aprismático.

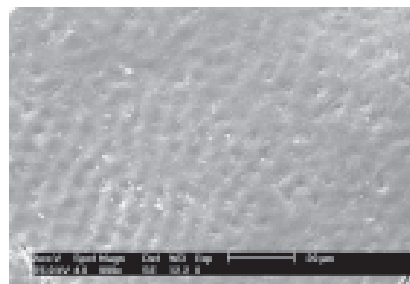


Fig. 2. Superficie del esmalte de muestra expuesta del grupo B. Zona de esmalte prismático.

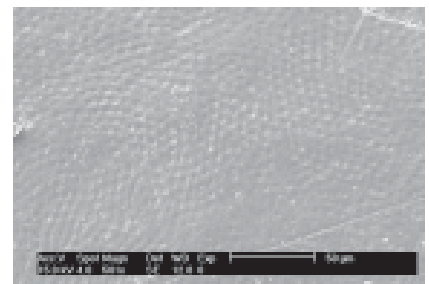


Fig. 3. Superficie del esmalte de muestra expuesta del grupo A (pH:5.5) a 500X al 75%. Patrón de grabado tipo 1.

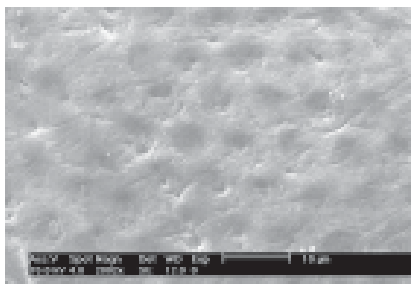


Fig. 4. Superficie del esmalte de muestra expuesta del grupo A (pH: 5.5) a 2000X al 75%. Patrón de grabado tipo 1.

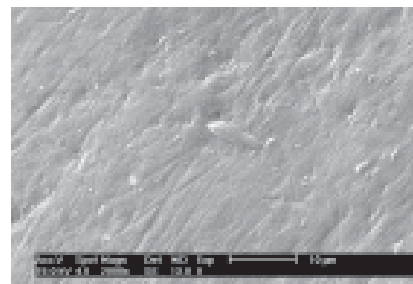


Fig. 5. Superficie del esmalte de muestra expuesta del grupo A (pH: 5.5) a 2000X al 75%. Patrón de grabado tipo 4.

(sputter coater) EMS 550, por la cual quedaron cubiertos con una película de aleación de oro-paladio, de tal manera que se transformaron en materiales eléctricamente conductores, esto mejora la emisión de electrones secundarios, proceso que produce la formación de imágenes para la microscopía electrónica de barrido. Luego fueron examinados con un microscopio electrónico de barrido Phillips XL-30TMP. Se examinó toda el área vestibular y proximal de cada uno de los especímenes de manera general comparándolos con su respectiva mitad control, para lo cual ambas mitades, la expuesta y la control, se colocaron juntas en el mismo portamuestras. Se tomaron microfotografías para la evaluación y descripción de los especímenes, todas las observaciones y cambios se registraron en una ficha. Las microfotografías fueron tomadas a una magnificación de 500X, 1000X y 2000X. La zona fotografiada para la evaluación fue la misma para todos los especímenes, el área cervical por ser la zona que presentaba la superficie más uniforme y la conformación de prismas más característica y regular, según los resultados de los pilotos realizados.

Resultados

La Tabla 1 muestra los niveles de pH encontrados en las muestras de agua

Tabla 1. Niveles de pH del agua de piscina encontrados.

Piscina	PH medido
1	6
2	6.5
3	5.5
4	7
5	6.5

Tabla 3. Observación de cambio en la evaluación microscópica de las muestras expuestas a agua de piscina por 20 horas.

Grupo	Cambio respecto al grupo control	
	SI	NO
Grupo	n(%)	n(%)
A(pH:5.5)	5(100)	0(0)
B(pH:7)	0(0)	5(100)

de las cinco piscinas, el más bajo fue de 5.5 y el más alto 7. En la Tabla 2 se aprecia la presencia de cambio en la evaluación macroscópica de las muestras expuestas a agua de piscina por 20 horas, respecto al grupo control. En el grupo A, conformado por las muestras expuestas a pH 5.5, se observó un 100% de cambio y en el grupo B se ve un 20% de cambio respecto al grupo control. La diferencia entre los grupos fue estadísticamente significativa (chi-cuadrado = 6.0, $p = 0.024$) al aplicar la prueba exacta de Fisher.

La Tabla 3 muestra la presencia de cambio en la evaluación con microscopía electrónica de barrido. Se encontró 100% de cambio en las muestras expuestas a agua de piscina de pH 5.5 (grupo A) y ausencia de cambio en todas las muestras expuestas a agua de piscina de pH 7 (grupo B). Se encontró una asociación altamente significativa entre el cambio en la morfología y el factor pH (chi-cuadrado = 9.0, $p = 0.0039$) con la Prueba exacta Fischer. En la Tabla 4 se observan los patrones de grabado ácido encontrados al examinar las superficies del esmalte de las 5 muestras expuestas a agua de piscina de pH 5.5 del grupo A. De las 5 muestras, en 3 se observó un patrón de grabado tipo 1 y en 2 un patrón de tipo 4.

Tabla 2. Observación de cambio en la evaluación macroscópica de las muestras expuestas a agua de piscina por 20 horas.

Grupo	Cambio respecto al grupo control	
	SI	NO
Grupo	n(%)	n(%)
A(pH:5.5)	5(100)	0(0)
B(pH:7)	1(20)	4(80)

Tabla 4. Patrón de grabado ácido de las superficies expuestas a agua de piscina de pH 5.5 (grupo A)

Número de muestra	Patrón de grabado ácido
1	Tipo 1
2	Tipo 1
3	Tipo 1
4	Tipo 4
5	Tipo 4

Discusión

En la primera parte de este estudio se evaluó el nivel de pH de 5 muestras de agua de piscina, encontrándose un valor mínimo de 5.5 y un máximo de 7.0, sólo una piscina tuvo un nivel de pH adecuado, considerando que el rango óptimo está entre 7.0 y 8.0 (1). Se escogió el nivel de pH más bajo (grupo A) y el más alto (grupo B) para sumergir las muestras y observar luego los cambios ocurridos en la superficie adamantina.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar los cambios ocurridos en la morfología de la superficie del esmalte de dientes deciduos, para lo cual primero se realizó una inspección visual de las muestras sumergidas en agua de piscina, comparándolas con sus respectivos controles no expuestos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

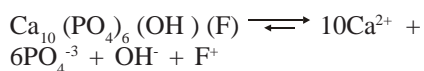
A la inspección directa los cambios consistieron en una apariencia más opaca y blanca para todas las muestras, estos hallazgos podrían compararse con los dientes "blanco tiza", reportados por Savad (3) en el primer reporte sobre el tema.

Debido a las limitaciones para estudiar la erosión dental in vivo, se han desarrollado diversas técnicas químicas, histológicas y físicas para evaluarla in vitro (5). Además se sabe que la patogénesis de esta lesión es similar, a un nivel microscópico, a los patrones de pérdida mineral resultantes del grabado ácido (5).

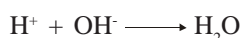
Sólo ha sido publicado un estudio con microscopía electrónica de barrido en la literatura sobre el efecto de los niveles de pH de las piscinas en el esmalte dental humano, pero fue en dientes permanentes (6), a diferencia del presente estudio que fue realizado en dientes deciduos. Los autores encontraron un patrón de grabado tipo "panal de abeja", que es tipo 1, en las superficies expuestas a pH de 3.6, que se fue acentuando conforme se prolongaba la inmersión. Sin embargo a pH mayores de 3.6 las superficies expuestas estuvieron relativamente inafectadas. En contraste con los resultados del presente estudio, donde a pH de 5.5 encontramos patrones de grabado ácido tipo 1 y 4. Esta diferencia podría explicarse por los

diferentes tiempos de exposición de las muestras, ya que en el mencionado estudio el tiempo fue de 2 horas y en este estudio sumergimos todas las muestras por 20 horas, que es el tiempo total en un mes de entrenamiento de un nadador de la categoría mínima (niños hasta los 8 años).

En la evaluación microscópica encontramos una asociación altamente significativa entre la observación de cambio y el factor pH, lo que indica que el agua de piscina con un pH de 5.5 causa cambios en la morfología de la superficie del esmalte de piezas deciduas en una exposición prolongada. Esto puede explicarse químicamente como un predominio hacia la derecha de la siguiente reacción :



esto ocurre porque al disminuir el pH a niveles de acidez, aumenta la concentración de H^+ , los que reaccionan con el OH^- formando agua :



debido a esta reacción disminuyen los iones OH^- , que son producto de disolución de la apatita del esmalte, inclinándose así la reacción hacia la derecha, es decir hacia la desmineralización (7,8). Estos eventos químicos ocurridos en el proceso del experimento dejan una evidencia física en la superficie del esmalte que se conoce como patrones de grabado ácido (9).

En dientes deciduos se han reportado patrones de grabado tipo 1, 2 y 3 por acondicionamiento ácido de piezas no erupcionadas (10). Costa (10) observó la presencia de una zona de esmalte aprismático, que se encuentra en la superficie de los dientes deciduos, y la describieron como una superficie lisa con depresiones de profundidad impredecible, vista con microscopía electrónica de barrido. Estos hallazgos concuerdan con los del presente estudio, en el cual se observó esmalte aprismático en tres pares de muestras del grupo B y en dos pares del grupo A. Es importante mencionar que la zona de esmalte aprismático va desgastándose conforme la pieza se encuentra expuesta al medio oral (1). Como ya se mencionó,

en las muestras expuestas se encontraron patrones de grabado tipo 1 y 4, las muestras expuestas que presentaron el tipo 4 fueron las mitades correspondientes de los controles que mostraron esmalte aprismático. Comparando las superficies expuestas con sus controles, se observó en las primeras mayor cantidad de irregularidades y mayor profundidad en las depresiones, lo que sugiere que estas podrían estar actuando como puntos de inicio del ataque ácido (11).

La metodología del presente estudio consideró un control por cada muestra, a diferencia de otros estudios que evalúan patrones de grabado con microscopía electrónica, debido a que las piezas deciduas utilizadas tenían distintos tiempos de permanencia en boca y por lo tanto era muy probable que la superficie del esmalte, a un nivel microscópico, fuera distinta. Lo importante de esta investigación fue comparar la superficie adamantina de una misma pieza antes y después de la exposición al agua de piscina, para determinar así la influencia del factor pH en la morfología de la superficie.

Sin embargo estos resultados han sido obtenidos con un modelo experimental que ha aislado las variables estudiadas para determinar así la influencia que una ejerce sobre la otra, sin tomar en cuenta todos los factores intervinientes que existen en el medio oral, como son la saliva y el movimiento fisiológico de los tejidos blandos.

Conclusiones

- El agua de piscina con un nivel de pH ácido de 5.5, causa patrones de pérdida mineral en la superficie del esmalte de piezas deciduas en una exposición de 20 horas continuas, comprobadas por microscopía de barrido.
- El agua de piscina con un nivel de pH de 5.5 causa patrones de grabado tipo 1 y 4 en dientes deciduos.
- El agua de piscina con un nivel de pH de 7 no produce ningún cambio en la superficie del esmalte de dientes deciduos.
- El factor pH del agua de piscina guar-

dó relación con la presencia de patrones de grabado ácido del esmalte en piezas deciduas.

Referencias bibliográficas

1. American Public Health Association. Public swimming pools : recommended regulations for design and construcción, operation and maintenance. Washington, DC. 1981.
2. Reglamento del régimen Técnico-Sanitario de Piscinas, La Rioja. 1990. www.galeon.com/deportedigital/legislacion/rglpisrioja.htm
3. Savad E.N. Enamel Erosion ... Multiple Cases with a common cause (?). J New Jersey Dent Assoc 1982; 53: 32-7,60.
4. Arias J. Erosión Dentaria por clorinación inadecuada del agua de piscina : a propósito de una muestra de nadadores afectados en el Perú.
5. Ten Cate JM, Imfeld T. Dental erosion, Summary. Eur J Oral Sci 1996; 1004: 241-44.
6. Tyler JE. A scanning electron microscope study of factors influencing etch patterns of human enamel. Arch Oral Biol. 1976; 21:765-69.
7. Larsen MJ. Chemical events during tooth dissolution. J Dent Res 1990;69 (Spec Iss): 575-80.
8. Chang R. Equilibrios de solubilidad. Capítulo 17. Química. Mc Graw Hill. México. 1995.
9. Tyler JE. A scanning electron microscope study of factors influencing etch patterns of human enamel. Arch Oral Biol. 1976; 21:765-69.
10. Costa L. Three-Dimensional aspects of etched enamel in non-erupted deciduos teeth. Braz Dent J 1998; 9:95-100.
11. Ten Cate AR. Estructura del esmalte. Capítulo 12. Histología Oral. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. 1986.

Dirección de correspondencia

Ailín R. Cabrera
Jr. Juana de Dios Valencia 136
Tungasuca. Lima 6 - Perú.
5430959/95040488.
ailincabrera@hotmail.com