

# Resistencia al ataque ácido en esmalte dental humano antes y después de la aplicación tópica de tres agentes fluorurados

Dolores De la Cruz Cardozo,\*  
Eduardo Camacho Guerrero,\*\*  
Lourdes Castillo Granados,\*\*\*  
Armando Cervantes,\*\*\*\*  
Concepción Sánchez Barrón\*\*\*\*\*

\* Jefe de la Unidad Universitaria Investigación en Cariología.  
\*\* Q.F.B.  
\*\*\* Técnico Académico de la Carrera de Biología.  
\*\*\*\* Tiempo Completo Titulado  
\*\*\*\*\* Prof. de Asignatura "A" FES Zaragoza.

## Resumen

El presente estudio "in vivo" se llevó a efecto en esmalte de dientes permanentes de niños residentes en Cd. Nezahualcóyotl y tuvo como objetivo evaluar, de manera indirecta, por medio de biopsias obtenidas con la técnica de De la Cruz y cols. (1992) la capacidad de tres agentes fluorurados de aplicación tópica para producir, en esmalte, un incremento de la resistencia al ataque ácido. Los agentes evaluados fueron flúor fosfato acidulado (APF) al 1.23% en gel, fluoruro de sodio (NaF) al 2% en solución acuosa y un barniz fluorurado (BF) al 5%.

Los resultados obtenidos antes de aplicar el APF en gel al 1.23% presentaron una media de profundidad de biopsia (PB) de 2.695  $\mu$ ; una semana después la media fue de 1.0492  $\mu$ . En el caso de la aplicación de NaF en solución acuosa al 2% se determinó una PB de 2.3478  $\mu$ ; los resultados posteriores fueron de 1.5835  $\mu$ . Por último, en el grupo del BF al 5%, elaborado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, tuvo una PB inicial de 2.0492  $\mu$  y una PB final de 1.2793  $\mu$ . La discusión se establece en términos de los factores que determinan estas diferencias.

**Palabras clave:** Ataque ácido, niños, agentes fluorurados.

## Abstract

*The present in-vivo study was carried out in enamel of permanent teeth in resident's children of Nezahualcoyotl city. The objective was to assess the capacity of three fluoride agents to enhance resistance to acid attack in enamel. It was used the enamel biopsy technique of De la Cruz and cols. (1992). The tested agents were; 1.23% Phosphate acidulated gel (APF), 2% aqueous sodium fluoride (NaF), and 5% fluoride varnish (BF), the last one was manufactured at Facultad de Estudios Superiores FES Zaragoza.*

*The obtained results before the application of APF in gel at 1.23% presented a mean average of biopsy depth (BD) of 2.695 microns  $\mu$ , after one week, the mean were 1.0492  $\mu$ . For the NaF aqueous at 2% it was obtained a BD of 2.3478  $\mu$ , the later results were of 1.5835  $\mu$ . The last group BF at 5% had an initial mean average of 2.0492  $\mu$  and a final BD of 1.2793  $\mu$ . In the discussion is established which factors determine those differences.*

**Key words:** Acid attack, children, fluoride agents.

## Introducción

A partir de 1942 el fluoruro tópico viene siendo empleado como medida preventiva para caries dental.<sup>1-3</sup> Diversos agentes han sido utilizados para aplicación profesional, tales como fluoruro de sodio (NaF) al 2%

en solución acuosa y flúor fosfato acidulado (APF) al 1.23% en gel, así como el uso cada vez más generalizado de barnices fluorurados.

El potencial preventivo de los agentes tópicos, en particular los de aplicación profesional, dependen de su capacidad para depositar fluoruro en el esmalte,<sup>4</sup> debido a

que en general, su uso está restringido a aplicaciones anuales, semestrales e incluso una vez cada tres años, dependiendo de la técnica que sea utilizada.

Comúnmente, se acepta que el efecto cariostático de estos agentes es proporcional a la cantidad de fluoroapatita que se forma como producto de la reacción fluor-esmalte.<sup>5</sup> Sin embargo, la aplicación tópica de este elemento en altas concentraciones, como es el caso de los agentes de aplicación profesional predispone, principalmente, a la formación de fluoruro de calcio,<sup>1,6</sup> esta sustancia tiende a ser eliminada al final de las primeras 24 h, después del tratamiento.<sup>4,7</sup> La velocidad de la pérdida varía de un individuo a otro<sup>8</sup> y es influida por la naturaleza del tratamiento con fluoruro.

En términos generales, las aplicaciones tópicas de fluoruro tienen, entre otras funciones, la de condicionar reducciones significativas al respecto del índice de solubilidad que presenta el esmalte dental, es decir, que el depósito de fluoruro que se produzca como efecto de la aplicación tópica de estos agentes se debe traducir en el esmalte en un incremento de la resistencia al ataque ácido, ya que la caries es un proceso de desmineralización.

En trabajos realizados en la Unidad Universitaria de Investigación en Cariología de la FES Zaragoza<sup>9-11</sup> se ha realizado la evaluación de la efectividad de diferentes agentes fluorurados, en términos de medir su capacidad para depositar fluoruro en el esmalte dental.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar, de manera indirecta, por medio de biopsias de esmalte obtenidas por ataque ácido, la capacidad de tres agentes fluorurados de aplicación tópica para producir, en el esmalte, un incremento de la resistencia al ataque ácido. Los agentes evaluados fueron: flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel, fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa y un barniz fluorurado al 5%.

## Material y métodos

El presente estudio se llevó a efecto en 42 escolares de la faja etaria de los 7 a los 12 años, residentes de Cd. Nezahualcóyotl que presentaran erupcionados ambos incisivos centrales y consentimiento escrito del padre o tutor. Se establecieron tres grupos completamente al azar; procediéndose de la siguiente manera: se tomaron las biopsias de esmalte por ataque ácido de acuerdo a la técnica establecida por De la Cruz y col en 1992<sup>12</sup> para caracterizar las condiciones iniciales del participante; posteriormente, se llevó a cabo la aplicación tópica del flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel, fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa o barniz fluorurado al 5%, de acuerdo al grupo correspondiente, la cual se efectuó con aislamiento relativo previa profilaxis, se dejó actuar al agente fluorurado por espacio de cuatro minutos y se le dio al

participante la indicación de no consumir ningún alimento por espacio de una hora. Una semana después, en el diente homólogo bajo las mismas condiciones establecidas, se tomaron las biopsias correspondientes con el objetivo de medir la respuesta del esmalte, posterior a la aplicación del agente correspondiente. Así mismo se procedió a aplicar un agente fluorurado con el objetivo de remineralizar la zona descalcificada.

El análisis estadístico se llevó a cabo por la técnica de medias pareadas y de covarianza<sup>13,14</sup> con el auxilio del paquete estadístico Statistical Analysis System.

## Análisis Químico

### Preparación de las muestras.

Se tomaron 200 microlitros de cada una de las muestras y se transfirieron a un matraz volumétrico de 10 mL y fueron llevadas a volumen con agua desionizada.

### Determinación de calcio

El equipo utilizado fue un espectrofotómetro de absorción atómica 560 equipado con el dispositivo del horno de grafito HG-400, empleando una lámpara Intensitron de Perkin Elmer, de acuerdo a los parámetros de operación del equipo.<sup>15-17</sup> Todas las lecturas, tanto la de los blancos, estándares y muestras se inyectaron por triplicado para establecer la precisión del método. Las soluciones preparadas para este análisis se almacenaron en recipientes de polietileno. Los reactivos utilizados fueron de grado analítico.<sup>18</sup>

### Cálculo de la profundidad de biopsia

El esmalte extraído en cada biopsia fue calculado a partir de la concentración de calcio, asumiendo que su contenido por unidad dental es de 37.4%<sup>2,5,19,20</sup> y dado que la profundidad de biopsia está relacionada con la cantidad de esmalte extraído fue factible su cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$\mu\text{m} = \text{we} / \delta \cdot A$$

Donde: we = peso de esmalte extraído

$\delta$  = densidad del esmalte

A = área de esmalte expuesto

## Resultados

El esmalte de los dientes de los niños examinados, de los tres grupos establecidos, presentaron condiciones semejantes de resistencia al ataque ácido antes de la aplicación de los tratamientos.

Así mismo, mostraron, posterior al empleo de todos y cada uno de los tratamientos, condiciones incrementadas de resistencia al ataque ácido (*Cuadros I y II*).

Cuadro I. Profundidad de biopsia (PB) de esmalte dental humano, antes y después del tratamiento tópico de tres agentes.

Tratamiento	Antes PB (μm)	Después PB (μm)
APF 1.23%	2.69	1.04
NaF 2%	2.34	1.58
Barniz F 5%	2.04	1.27

Nota:  
(APF 1.23%) Flúor fosfato acidulado 1.23%,  
(NaF 2%) Fluoruro de sodio 2%,  
(Barniz F 2.6%) Barniz fluorurado 2.6%

Esto indicó, en principio, que todos los tratamientos aplicados, tienen un efecto semejante en relación al incremento de la resistencia al ataque ácido. Sin embargo, la comparación estadística de los resultados de la profundidad de biopsia antes y una semana después de cada uno de los tratamientos reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (*Cuadro III*).

El *cuadro I* muestra los valores obtenidos, para la variable profundidad de biopsia (*PB*), antes y después de aplicar los tres agentes fluorurados ensayados. Los resultados obtenidos antes de aplicar el flúor fosfato acidulado en gel al 1.23% (APF) presentaron una media de *PB* de 2.695 μ; una semana después la media fue de 1.0492 μ. En el caso de la aplicación de fluoruro de sodio en solución acuosa (NaF) al 2% se determinó una *PB* de 2.3478 μ; los resultados posteriores fueron de 1.5835 μ. Por último, en el grupo del barniz fluorurado al 5% (BF), elaborado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, tuvo una *PB* inicial de 2.0492 μ y una *PB* final de 1.2793 μ.

En todos los casos se observa una reducción en el tamaño de la profundidad de biopsia, no obstante, puede observarse que existe una dispersión de 0.4185 para los valores determinados en el grupo tratado con APF al 1.23% en gel contra un 0.1936 para el grupo al que le fue aplicado barniz fluorurado, lo que denota una mayor homogeneidad de efecto sobre el esmalte dental.

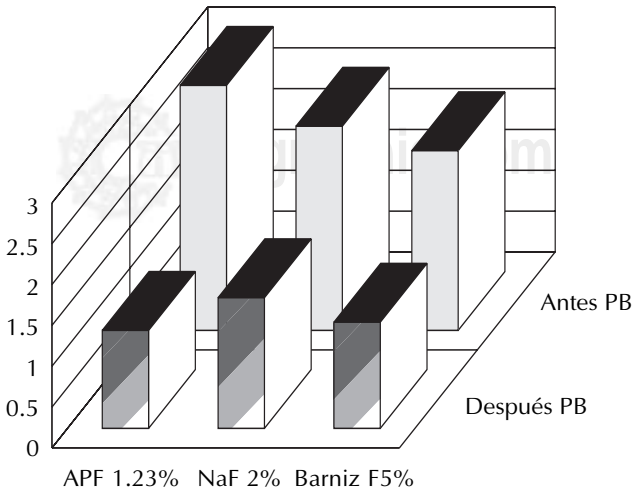


Figura 1. Profundidad de biopsia de esmalte dental humano antes y después del tratamiento tópico de tres agentes.

Discusión

Se observa, en los resultados del presente estudio, que sí existe una diferencia en el efecto de antes y después de la aplicación tópica de los tres agentes fluorurados ensayados, en cuanto a incrementar la resistencia del esmalte dental humano al ataque ácido.

La determinación de la capacidad que presenta cada uno de los agentes fluorurados, para producir una disminución en el tamaño de las biopsias de esmalte posterior a su aplicación y que en este trabajo se ha interpretado como la suficiencia que muestran éstos para inhibir el proceso de desmineralización, permite apreciar la importancia que tiene, no sólo el principio activo, que en este caso es el fluoruro, sino también los diferentes vehículos (soluciones acuosas, geles y barnices), diferentes pH (ácido y neutro) y diferentes concentraciones (2%, 1.23% y 5%) entre otros factores, ya que, como se pudo observar los resultados difieren de un agente a otro.

La diferencia, estadísticamente significativa, que existe entre los agentes empleados sugiere que la mayor efectividad observada por el APF está relacionada

Cuadro II. Comparación de las medias de profundidad de biopsia según tratamiento.

Tratamiento	n	Diferencia de medias	Desviación estándar	to	Significancia
APF 1.23%	14	-1.6464	0.4185	0.0017	*
NaF 2%	14	-0.7700	0.2096	0.0028	*
Barniz F 5%	14	-0.7642	0.1936	0.0021	*

Nota:  
(APF 1.23%) Flúor fosfato acidulado 1.23%, (NaF 2%) Fluoruro de sodio 2%, (Barniz F 2.6%) Barniz fluorurado 2.6%

Cuadro III. Comparación de tratamientos en relación a la profundidad de biopsia.

ij	Para T Ho: Media (i) = Media (j)/Pr > T		
	1	2	3
1		0.0020*	0.1545*
2	0.0020*		0.0742*
3	0.1545*	0.0742*	

Nota:

1. Flúor fosfato acidulado 1.23%

2. Fluoruro de sodio 2%,

3. Barniz fluorurado 2.6%

\* Significativo

con los factores supracitados, entre los que cabe destacar su pH ácido que promueve el desplazamiento de iones hidroxilo por iones fluoruro,<sup>21,22</sup> así como su vehículo (gel) de tal forma que esta característica fomenta un tiempo de contacto suficiente, con la superficie del diente, permitiendo así formar compuestos estables, tales como la fluoroapatita; no obstante, el análisis estadístico de nuestros resultados evidencian un depósito más disperso de estos compuestos, que el que produce el barniz fluorurado.

Por otra parte, las soluciones acuosas mantienen un menor tiempo de contacto ya que tienden a eliminarse por escurrimiento y por la salivación producida en la cavidad oral, impidiendo con esto un depósito efectivo del principio activo. El fluoruro de sodio en solución acuosa exhibe una concentración al 2% que está considerada como alta, ello promueve una reacción rápida y superficial que trae consigo la formación, principalmente, de fluoruro de calcio<sup>1,23-25</sup> que se lava dentro de las primeras 24 h después del tratamiento,<sup>7,8</sup> aunque como pudo observarse, también se forma un depósito de fluoruro estable que disminuye su disolución en ácido, pero de una magnitud menor que la formada a partir de APF o de la aplicación del barniz.

Los agentes resinosos que forman parte del barniz, hacen que al entrar en contacto con la saliva se endurecen formando una cubierta sobre la superficie del diente, promoviendo así un mayor tiempo de contacto F-esmalte y probablemente un mayor depósito de compuestos estables de fluoruro en la superficie dental, trayendo consigo una mayor resistencia al ataque ácido, por una semana o más, después de su aplicación.

En este estudio, se pone de manifiesto la importancia de la incorporación del fluoruro al interior del esmalte, lo cual disminuye la velocidad de disolución de la apatita, principal constituyente del esmalte dental. Esto se traduce en una disminución de la influencia nociva de los ácidos presentes en el proceso de desmineralización que

da lugar a la caries dental controlando, de esta forma, la solubilidad del esmalte en ácido así como su cinética de disolución.<sup>26</sup>

La formación de lesiones cariosas en el esmalte humano es el resultado de un proceso dinámico, por medio del cual diversas sustancias ingresan al interior del esmalte y una serie de elementos que lo conforman salen de él. El transporte de estas sustancias (ion, molécula o complejos) está determinada por una diversidad de factores de relativa magnitud que aún, ahora, es desconocido.<sup>27</sup>

Así mismo, actualmente se tiene claridad al respecto de la acción de los fluoruros, en el sentido de producir una disminución de la velocidad de entrada y salida de sustancias al esmalte dental que, en este caso, se ve reflejada en la disminución del tamaño de la profundidad de biopsias una semana después de la aplicación de los agentes fluorurados y que posteriormente podría traducirse en una baja de la incidencia de caries dental.

Los estudios de esta naturaleza han establecido en términos generales un grupo control y uno experimental; sin embargo, el presente estudio no depende de diferencias entre grupos, ya que el grupo experimental se tomó como grupo de referencia. Esto nos proporciona una covariable que representa el estado inicial del individuo experimental, antes de aplicar los tratamientos analizados y por lo mismo una interpretación más correcta y precisa de los resultados. Así mismo, este tipo de diseño permite un mejor control de variables extrañas inherentes a la variación biológica entre individuos.

El método de análisis químico se llevó a efecto por la técnica de horno de grafito<sup>16</sup> que es más sensible y tiene mejores límites de detección que la técnica de flama directa y por lo mismo se cuantificó más precisamente la concentración de calcio que pudieran contener las muestras. Por otro lado la ausencia de elevados factores de dilución empleados en flama nos reditúa en una mejor forma de cuantificación de calcio presente en las mismas.

## Agradecimientos

Agradecemos al Programa Universitario de Investigación en Salud de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM por su colaboración para llevar a efecto el presente estudio.

## Bibliografía

- McCann HC, Bullok AF. Reactions of fluoride ion with powder enamel and dentin. *J Dental Res* 1955; 34(1): 59-67.
- Brudevold F et al. Determination of trace element in surface enamel of human teeth by a new biopsy procedure. *Archs Oral Biol* 1975; 20: 667-673.

3. Cohen B, Kramer RH. *Fundamentos científicos de odontología*, Salvat Editores, España 1981: 451-477.
4. Brudevold F et al. The chemistry of caries inhibitions problems and challenges in topical treatments. *J Dent Res* 1967; 46: 37-45.
5. Brudevold F et al. An enamel biopsy methods for determination of fluoride in human teeth. *Arch Oral Biol* 1968; 13: 877-885.
6. Gerolound HC. Electron microscope study of the mechanism of fluoride deposition in teeth. *J Dent Res* 1945; 24: 223-33.
7. Melberg JR, Laakso PV, Nicholson CR. The acquisition and loss of fluoride by topical fluoridated human tooth enamel. *Arch Oral Biol* 1966; 11: 1213-1220.
8. Rinderer L, Schait A, Muhleman HR. Loss of fluoride from dental enamel after topical fluoridation. Preliminary report. *Helv Odont Acta* 1975; 9: 148-150.
9. Amado EA. *Determinación de flúor in vivo en esmalte dental humano posterior a la aplicación de un barniz con fluoruro de sodio al 5%*. Tesis de licenciatura. Carrera de QFB, FES. Zaragoza, UNAM. 1993.
10. González ALR. *Evaluación del depósito de flúor de tres agentes tópicos fluorurados en una población de niños mexicanos, estudio in vivo*. Tesis de licenciatura para la carrera de QFB, FES. Zaragoza, UNAM. 1993.
11. Ortiz PJJ. *Estudio comparativo del depósito de flúor de la aplicación tópica de tres agentes fluorurados*. Tesis de licenciatura para la carrera de QFB, FES Zaragoza, UNAM 1994.
12. De la Cruz, Juárez S, Castillo G, Pérez V. Desarrollo de una técnica de biopsia de esmalte dental humano. *Revista ADM* 1992; 1.
13. Box GEP, Hunter WG, Hunter JS. *Estadística para investigadores*. Introducción al diseño de experimentos. Análisis de datos y construcción de modelos, Reverté, SA, España 1989 109-113.
14. Miller TR, Freund JE, Johnson R. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. 4a ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, SA, México 1992: 386-399.
15. Beaty RD. *Conceptos, instrumentación y técnicas de espectroscopia por absorción atómica*. The Perkin Elmer Corporation, USA 1978: 1-50.
16. Chapple G, Athanasopoulos N. *GBC. Graphite furnace methods manual*. GBC scientific equipment PTY Ltd, Australia 1992: 5-60.
17. García GE. *Manual para la determinación de elementos químicos por espectroscopia de absorción atómica*. Colegio de posgraduados, centro de hidrocencias, México 1992: 1-50.
18. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, APHA, AWWA, WPCF, 16a ed. Washington, DC. American Public Health Association 1996.
19. Juárez SNA. *Desarrollo de una técnica de biopsia por ataque ácido y determinación de flúor, magnesio, plomo y zinc como elementos traza en esmalte dental humano*. Tesis de carrera de QFB, ENEP, Zaragoza, UNAM 1990.
20. Soremark R, Samsahl K. Gamma-ray spectrophotometric. Analysis of elements in normal human enamel. *Archs Oral Biol* 1961; 6: 275-283.
21. Brudevold F, Savory A, Gardner DE, Spinelli M, Speirs R. A study of aciludated fluoride solutions. *Archs Oral Biol* 1963; 8: 167-177.
22. Wellock WD, Brudevold F. A Study of aciludated fluoride solutions II. The caries inhibition effect of single annual topical experience. *Archs Oral Biol* 1963; 8: 179-182.
23. Frazier PD, Swartz CJ. The Formation of calcium fluoride on the surface of hydroxiapatite after Treatment with acidic fluoride solutions. *J Dent Res* 1968; 45: 1144-1148.
24. Lazzari PE. *Bioquímica dental*, 2a ed. Interamericana, México 1978: 1-17.
25. Priest DN, VanDeVyver LF. *Trace metals and fluoride in bones and teeth*, CR-C, Press 1990.
26. Brown WE, Koning KG. Cariostatic mechanisms of fluoride. *Caries Res*. Suppl 1. 11: 118-204.
27. Hattab NF. Diffusion of fluorides in human dental enamel *in vitro*. *Arch Oral Biol* 1986; 31: 811-14.

Reimpresos:  
Dolores de la Cruz  
Oriente 253-182  
Col. Oriental CP 08500  
México D.F.  
Tels. 5763 1420; 5623 0604