

Las caries del esmalte dental desde el punto de vista de la química de este tejido (*)

por

RALPH W. PHILLIPS Y G. VAN HUYSSEN

La caries dental ataca al hombre en un porcentaje de un 95 por 100 en los países civilizados. Aunque es verdad que muchos individuos pueden vivir aparentemente saludables sin sus dientes naturales, también es verdad el peligro que representa para la salud del individuo, las infecciones dentales no tratadas, las cuales pueden dar lugar a infecciones generalizadas y serios trastornos para todo el organismo. Así como también es de tomar en consideración, el tiempo y el dinero que representa el tratamiento de las caries, y las prótesis dental.

La creencia que los carbohidratos refinados, tales como los azúcares, y la acción nociva que ejercen sobre el tejido dental, ha sido mantenida por largos años por la clase dental, así como también de la creencia del público de esa nocividad. Esta idea ha persistido, a pesar del hecho de que en la actualidad se conoce todavía, muy poco de lo que bioquímicamente sucede en la cavidad oral con distintos tipos de carbohidratos ingeridos y mezclados con la saliva, la cual baña a los dientes por largo tiempo una vez ingeridos. Actualmente, las causas de las caries dentarias y su mecanismo siguen estando bastante distantes de ser entendida, o explicadas con completa claridad. Ese es el motivo de la siguiente investigación realizada por nosotros.

Sabemos que la caries es un fenómeno que tiene lugar en la superficie del diente, mucho antes de que la cavidad se note microscópicamente; es decir, existe un cambio en el equilibrio de la superficie del diente. Las bacterias se desarrollan prácticamente en la superficie de todos los dientes constantemente, pero en algunas regiones de ellos, comienza algunas veces apa-

(*) Adaptación al español por el Dr. Valentín R. Suárez Rubí

rentemente a ser perturbado el equilibrio físico químico, así es que entonces esos organismos se hacen nocivos y dan lugar a la destrucción de su superficie del diente.

Para que haya lugar a la formación de una cavidad, tiene que ocurrir alguno cambios del esmalte en su porción más superficial. Aunque nosotros conocemos muy poco acerca de la morfología de la porción más superficial del esmalte y de sus propiedades físico-químicas, sabemos que hay dos modos por los cuales la superficie del esmalte dental puede ser cambiada o alterada, ellas pueden ser: debido a una abrasión mecánica o debido a intercambios moleculares. Estas dos condiciones pueden prevalecer sobre los dientes. Y se manifiestan, de una parte, formando cavidades muy poco profundas en los cuellos de algunos dientes, presentando una superficie suave y pulida, que constituyen lo que llamamos cavidades por abrasión. Por mucho tiempo se pensó que estas cavidades eran debido a una erosión producida por un ácido desconocido que se encontraba adyacente a los tejidos blandos, pero en la actualidad se ha demostrado que ellas son causadas por la abrasión, producida principalmente por el uso impropio de cepillos duros, y tal vez vez por dentífricos abrasivos, en dientes, que ya sea por la disposición de los prismas del esmalte, o por el cemento interprismático hayan adolecido de algún defecto. Por otro lado, tenemos, sin lugar a dudas, que la otra más importante lesión común —es la caries dental— que comienza con disturbios o cambios tempranos de la superficie molecular del esmalte. Antes que estos procesos sean estudiados, es necesario, por supuesto, conocer más acerca de las condiciones normales de la superficie del diente. Esto es de gran necesidad desde el punto de vista morfológico y físico-químico.

• ASPECTO MICROSCOPICO DEL ESMALTE

Como es sabido, el esmalte varía de espesor desde 2 milímetros, en la superficie oclusal a una fracción de mm., en el cuello de los dientes, y que este esmalte está compuesto por prismas microscópicos con diámetro aproximado de 0,005 milímetros, y de un largo que puede variar de acuerdo con el

espesor de la capa de esmalte, ya que ellos están dispuestos en una forma tal que recorren de un extremo a otro del espesor de dicha cubierta. Ellos están unidos unos a otros por sus lados por un cemento interprismático tan fuertemente, que resulta casi imposible separarlos. Su dirección, generalmente radial, pero describen muchas curvas y entrecruzamientos a todo su largo. El esmalte constituye el tejido más duro del cuerpo humano, siendo la parte del diente que en condiciones normales está en contacto constante con la saliva, restos alimenticios y miríadas de bacterias en la saliva.

El esmalte es tan duro y frágil que se fracturaría en cualquier mordida ordinaria, si no fuera porque está soportado por un tejido de alguna elasticidad, como lo es la dentina. La dentina, aunque también es dura, no llega ni con mucho a ser lo que es el esmalte de duro y frágil. El resto del diente está compuesto de una cavidad, la cual contiene vasos, nervios y otros tejidos blandos, todo lo cual constituye la pulpa dental. Este tejido de la pulpa con su circulación sanguínea y linfática, mantiene a la dentina relativamente húmeda, y, por lo tanto, le confiere cierta elasticidad. Por los diminutos canalículos dentinales, la pulpa provee a la dentina de un intercambio de flúidos entre estos dos tejidos. Como quiera que la circulación de estos canalículos no se extienden dentro del esmalte, así que aunque hay una lenta difusión de flúidos de la saliva en el esmalte en su parte externa y desde la dentina al esmalte en la interna, ha sido demostrado que la permeabilidad del esmalte es de un orden sumamente bajo (como se puede ver en la tabla I).

Cuando el diente se está formando, existe una cubierta orgánica de queratina, o cutícula, sobre la superficie del esmalte, esta es un "matrix" orgánica proteínica compuesta de queratina que cubre todo alrededor del esmalte. Esta matrix orgánica del esmalte es de una cantidad diminuta y tan íntimamente adherido al material calcificado que cualquiera descalcificación del tejido da lugar a su inmediata disolución.

Después que el diente ha brotado en la boca, parte de esas superficies orgánicas son destruídas por la masticación. En la superficie de contacto oclusales, se encuentra poco o nada de

tales materiales orgánicos; en cambio, en casi todo el resto de la superficie del esmalte, hay en todo tiempo un abundante recubrimiento de bacterias. Las superficies libres del esmalte que son usadas durante la masticación y limpiadas por ésta, raramente muestra caries, en ellas se ven sus superficies limpias y brillantes.

Pero al examen microscópico, estas superficies también presentan gran cantidad de bacterias; éstas, aparentemente, prosperan sin causar daño alguno al esmalte. Sin embargo, en ciertas áreas protegidas, tales como las de punto y fisuras y superficies de contacto, se encuentran muy frecuentemente áreas, en las cuales los productos bacterianos han contribuido presuntamente a la descalcificación de estas superficies del diente. Es aquí, en estas superficies protegidas donde da lugar a los cambios químicos del esmalte, los cuales gradualmente conducirán al desarrollo de las caries. Por eso es, que la composición química de las superficies del esmalte deben ser bien estudiadas, para que así puedan ser comprendidos los cambios asociados con la descalcificación de las caries dentales.

El esmalte contiene química, aproximadamente un 96 por 100 de materia cálcica inorgánica, 1,7 por 100 de queratina matrix orgánica y 2,3 por 100 de agua.

LA QUIMICA DEL ESMALTE

En orden de obtener un mayor conocimiento de las caries dentales, químicos y dentistas americanos se han unido en sus investigaciones por muchos años para determinar la constitución química del esmalte y dentina, siendo así que todavía no es definitivamente conocida su constitución molecular. Investigaciones por difracción de los Rayos X en particular han encontrado una marcada similitud entre ciertos frecuentes alimentos naturales y las sustancias dentarias. Estos trabajos y los estudios químicos, los cuales determinan que el $\text{Ca} : \text{P}$ (calcio es al fósforo) en razón de 2 : 15 en el esmalte, lo cual parece indicar que la mayor constitución es una sal compleja, principalmente $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca} (\text{OH})_2$. El compuesto es de los llamados de afinidad hidróxida. Esta forma de compuesto

cálcico puede encontrarse al natural, así como otras de afinidad metálica. Algunas formas de CaCO_3 se encuentran también aparentemente presente en el esmalte, y es usualmente encontrado en la forma de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; CaCO_3 . Otros elementos no frecuentes, se suelen encontrar en pequeñas cantidades, tales como 0.05 por 100 de Cl, 0.02 por 100 de Pb, y 0.02 por 100 de Fe.

Aunque la composición química inorgánica del esmalte es similar a la de la dentina, hay, sin embargo, mucha mayor cantidad de materia orgánica en la dentina. El resultado de esto es la marcada diferencia que existe en la dureza y fragilidad entre los dos tejidos.

Pruebas realizadas para determinar la dureza de la dentina con respecto al esmalte, han dado los siguientes resultados en cortes practicados para su determinación: dureza del esmalte desde 170 a 200, dureza de la dentina desde 35 a 55.

La dureza, por supuesto, varía de acuerdo con el tipo de diente individuo y distintas áreas del mismo diente, por eso es que no da un número fijo, sino que existe un margen, de acuerdo con esas condiciones.

Las caries dentales dependen, de gran modo, del mayor grado de solubilidad del esmalte. A mayor insolubilidad del esmalte, mayor será la resistencia del mismo a la acción de los ácidos liberados por las bacterias.

La actividad de las caries en la formación de la cavidad es indudablemente precedida por la lenta disolución de la superficie del esmalte. Esta es la razón por la cual tiene una fundamental importancia el estudio del mecanismo que gobierna la solubilidad. La relación de solubilidad del esmalte y el pH del medio que lo rodea, puede ser descrito en términos de la solubilidad del producto.

Así que $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ es aparentemente la principal unidad de afinidad de las sales complejas, las cuales constituyen la composición del esmalte, la solubilidad será de acuerdo con ese producto. De acuerdo con el conocimiento del principio de solubilidad de un producto, la siguiente relación es verdadera cuando el fosfato de calcio está en equilibrio con respecto a la solución:



Si el producto de $Ca^3 = PO4^2$ es momentáneamente aumentado sobre el valor de K_{sp} , resultará la precipitación de $Ca_3 (PO4)_2$; pero si el producto es reducido por debajo de K_{sp} , la solución de $Ca_3 (PO4)_2$ seguirá, hasta tanto el producto vuelva a ser aumentado, hasta K_{sp} . La solubilidad del esmalte es también en gran parte dependiente de la concentración de Ca y $PO4$ del medio que lo rodea. En corrección con este aspecto, Karshan y Rosebury han realizado un trabajo sumamente interesante. Ellos determinaron la concentración del calcio y fósforo, que es necesario para prevenir la solubilidad del esmalte a distintos niveles del ph en soluciones diluídas de ácido láctico y ácido succínico. Por ejemplo, en una solución con un ph de 7.0 fué necesario menos de 1 mg. por 100 de fósforo para inhibir la solución del esmalte; en cambio, fué necesario 200 mg. de fósforo para producir el mismo efecto cuando el ph era de 4.0. Así podemos notar que, cuando el ph baja, existe la necesidad de aumentar el calcio y fósforo en el medio que lo rodea en orden de inhibir la solubilidad del esmalte. Cuando la concentración de estos dos elementos es suficiente en el medio que rodea al diente, aunque el ph esté bastante bajo, ello no significará peligro para disolver el esmalte.

Este grado de solubilidad del esmalte no es solamente gobernado por la concentración del ph , del Ca^{++} y el $PO4^{=}$, sino también por el tipo de ácido presente. Nosotros hemos encontrado que coronas de dientes que fueron depositadas en soluciones de jugo de naranja, limón, coca-cola y otros muchos productos similares perdieron tanto como un 20 por 100 de su peso original después de 20 días de inmersión. Afortunadamente tales sustancias no permanecen tanto tiempo en contacto con los dientes, así como que demuestra el efecto que el ph bajo puede tener sobre el esmalte.

El contenido de Ca^{++} y $PO4^{=}$ en la saliva es probablemente siempre lo suficiente grande para prevenir la solución del esmalte, dentro del grado del ph en que la saliva se desarrolla.

Esto es, con un medio diluído alto y un ph que varía desde 6.8 a 7.2, se ayuda grandemente a neutralizar los ácidos llevados a la boca y aquellos formados en la cavidad oral. Esto puede explicar por qué las caries dentales usualmente se desarrollan más en las partes protegidas del esmalte, en las cuales no se realiza un lavado constante de la saliva.

FLUORUROS

En el pasado, muchos han sido los métodos empleados para el control de las caries dentales, en los cuales se incluían vitaminas, alimentos especiales, etc. La más reciente teoría, y aparentemente la que más promete, es la de incorporación en el desarrollo del esmalte de fluoruros, ya sea en el agua ingerida o por uso tópico de fluor a las superficies formadas del diente.

Estudios clínicos y epidemiológicos han demostrado que el fluor inhibe las caries en un 40 por 100 del promedio de los casos tratados. El mecanismo definido por el cual el fluor inhibe el desarrollo de las caries, todavía no está bien demostrado. Aparentemente, el fluor actúa sustituyendo de la cavidad cariosa la afinidad hidróxida, reemplazando el grupo OH, y así formando una afinidad de fluoruro cálcico. Esta sustitución produce un esmalte más insoluble.

Investigaciones recientes han demostrado que los metales pesados fluorhídricos, tales como de plomo y uranio, reducen la solubilidad del esmalte en mucha mayor proporción que los fluoruros metálicos alcalinos que fueron previamente usados. En estos casos, parte de la afinidad del Ca, se piensa que sea sustituida por el metal pesado, formando, por ejemplo, una afinidad del fluoruro plúmbico, $Pb_3(PO_4)_2 \cdot Ca(F)_2$. Para estimar esto es necesario el estudio de la difracción de los rayos X y espectrográficos.

Usando un identificador de dureza de Knoop, nosotros hemos encontrado mayor evidencia de la inhibición producida por los compuestos del fluor.

La tabla I demuestra la pérdida de dureza en el esmalte siguiendo el tratamiento: a) con el ácido acético diluído con un ph de 4, y b) con el ácido acético diluído con un ph 4, más

el compuesto de fluor indicado. Es bastante evidente por este dato que el esmalte es protegido por esta reacción reemplazante; de aquí la pérdida de dureza en la original, y es mucho menor en la del ácido fluorinado.

T A B L A I

Relación de la pérdida de dureza del esmalte cuando es sumergido en soluciones de ácido acético con fluor y sin él. Cinco grupos de 12 dientes cada uno fueron pulidos y su dureza comprobada; cada grupo fué puesto primero en ácido acético, y entonces determinada su dureza otra vez. Y en ácido acético con uno de los cinco diferentes fluoruros, con los resultados siguientes:

TABLA I

Porcentaje de cambio de dureza, en ácido acético diluido con un pH de 4.0	Porcentaje de cambio de dureza, en ácido acético diluido, más un fluoruro con un pH de 4.0	Fluoruros añadidos
— 23,3	— 8,1	2.—Pb F ₂ .
— 37,2	— 2,5	3.—Cu F ₂ .
— 15,0	— 3,7	4.—Zn F ₂ .
— 27,6	+ 6,8	5.—Sn F ₂ .
— 43,8	+ 3,1	1.—Na F.

B I B L I O G R A F I A

1. Amberson, W. R.—Dental Cosmos, 69, 638 (1927).
2. Greener, Mc. Connell, Duncan y Armstrong.—J. Biol. Chem., 124, 771 (1937).
3. Forbes, J. C.—J. Dental Research. 11, 591 (1931).
4. Karshan, M. y Rosebury, T.—Ibid., 14, 220 (1934).
5. Benedict, A. C., y Kanthak, R. F.—Ibid., 12, 277 (1932).
6. Brawley, R. E.—Ibid., 15, 55 (1935).

(Tomado del Journal of Chemistry Ed., núm. 23, págs. 579 a 580.)