

110  
Lej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL  
PROCESO DE REMINERALIZACIÓN  
DEL ESMALTE

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
CIRUJANA DENTISTA  
P R E S E N T A :  
NORMA ANGÉLICA PÉREZ PÉREZ

ASESOR: C.D. ALEJANDRO HINOJOSA AGUIRRE

Vó. Bo.

MÉXICO, D.F. 1999



FACULTAD DE  
ODONTOLOGIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

274843



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

Por darme la oportunidad de vivir y  
por permitirme llegar a la culminación  
de mi formación profesional.

<

### **A MIS PADRES JESÚS Y GENOVEVA:**

Agradezco todo su apoyo, esfuerzo,  
comprensión y sobre todo su confianza,  
a ustedes les debo todo lo que soy  
y a quienes espero no haber defraudado.

### **EN MEMORIA DE MI ABUELO**

Aunque ya no estas físicamente  
con nosotros, siempre permanecerás  
en mi pensamiento.

## **A MIS HERMANOS**

Hugo, Ana, Sandra, Lilian, Alberto.

A ustedes que en algún momento me ayudaron  
moralmente y sentimentalmente.

En especial a ti Oscar por tu apoyo y comprensión.

Gracias por confiar en mi.

## **A MI NOVIO ADOLFO**

Gracias por demostrarme tu amor  
y el haber permanecido a mi lado  
en los momentos más difíciles y  
más felices a lo largo de mi carrera.

**AL C.D. ALEJANDRO HINOJOSA AGUIRRE**

Por brindarme su apoyo y  
paciencia en la elaboración  
de este trabajo.

**A TODOS MIS PROFESORES**

Por sus conocimientos impartidos  
durante mi formación profesional.

**A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Por haberme brindado la oportunidad  
de permanecer en ella y por todos  
los conocimientos recibidos.

## INTRODUCCIÓN

En la cavidad bucal existen cambios fisiológicos constantemente en todos los individuos. Aquí encontramos una de las más concentradas y variadas poblaciones microbianas del organismo.

La acumulación de estos microorganismos y sus desechos orgánicos en la superficie dentaria nos dará como resultado la formación de la placa dentobacteriana la cual interviene en el proceso de desmineralización del esmalte.

En el inicio del proceso carioso, intervienen los siguientes factores dieta, microorganismos, tiempo y huésped.

Las medidas preventivas para solucionar el problema causado por la desmineralización del esmalte, es posible gracias al ion  $F^-$ , como uno de los principales elementos.

La saliva actúa en el proceso de remineralización de las lesiones incipientes; ya que interviene en la dilución y lavado de los azúcares de la dieta diaria, neutraliza y amortigua los ácidos de la placa dental y al encontrarse sobresaturada de calcio, fosfato e iones hidroxilo sirve como barrera para la desmineralización; además de una buena higiene dental.

Por lo que este trabajo tiene como objetivo:

a) Proporcionar al cirujano dentista y estudiantes información acerca del flúor y sus mecanismos de acción para lograr la remineralización del esmalte

b) Dar a conocer los beneficios que pueden lograrse aplicando dentífricos, geles y enjuagues fluorados.

c) Conocer la importancia de algunos materiales dentales con liberación de flúor como cementos ionomero de vidrio, compomero y selladores de foseas y fisuras.

# INDICE

## INTRODUCCIÓN

<b>CAPITULO 1 PROCESO CARIOSO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Placa dental.....	1
1.2 Caries dental.....	4
1.2.1 Etiología.....	4
1.2.2 Formación de las lesiones cariosas.....	5
1.2.3 Desmineralización.....	7
1.2.4 Bacterias y producción de ácidos.....	7
1.3 Esmalte.....	9
1.3.1 Composición del esmalte.....	11
1.3.2 Caries del esmalte.....	14
1.3.2.1 En las superficies lisas.....	15
1.3.2.2 En fisuras.....	15
1.3.2.3 Cambios microscopicos.....	16
1.3.2.4 Cambios ultramicroscopicos.....	18
1.3.2.5 Métodos de estudio.....	19

<b>CAPITULO 2</b>	<b>PREVENCIÓN DE LA CARIES DENTAL</b>	<b>20</b>
2.1	Remineralización	20
2.2	Acción protectora de la saliva	22
2.2.1	Propiedades de la saliva en el proceso de desmineralización	22
2.2.2	La saliva en el proceso de remineralización	23
2.2.3	Provisión de iones para la remineralización	24
2.3	Flúor	26
2.3.1	Generalidades	26
2.3.2	Formas farmacéuticas fluoradas	28
2.3.3	Efectos en la remineralización	28
2.3.4	Alteraciones estructurales del esmalte por el flúor	29
2.3.5	Fórmulas de flúor disponibles para el control de la caries	30
2.4	Flúor sistémico	33
2.5	Flúor tópico	36
2.5.1	Flúor tópico de aplicación profesional	36
2.5.1.1	Geles acidulados	37
2.5.1.2	Barnices fluorados	38
2.5.2	Flúor tópico de uso casero	39
2.5.2.1	Geles fluorados	39
2.5.2.2	Enjuagues fluorados	39
2.6	Dentífricos fluorados	40
2.7	Mecanismo de acción del flúor	42
2.8	Efectos sobre microorganismos	46

2.9 El flúor y su efecto en el proceso de desmineralización- remineralización de la superficie dentaria.....	47
---	----

**CAPITULO 3 MATERIALES DENTALES QUE LIBERAN FLÚOR.....48**

3.1 Cemento ionómero de vidrio.....	48
3.2 Compomeros.....	51
3.3 Selladores.....	52

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

## **CAPÍTULO 1 PROCESO CARIOSO**

### **1.1 PLACA DENTAL**

La placa dental es una masa blanda, tenaz y adherente de colonias bacterianas en la superficie dentaria, la encía y otras superficies bucales, cuando no se practican métodos de higiene bucal adecuados.

Es responsable de las dos enfermedades más prevalentes (la caries dental y la enfermedad periodontal).

Se clasifica de acuerdo a su localización en:

Placa supragingival: es adherente y contiene una flora predominante Gram positiva, características estas de microorganismos cariogénicos.

Placa subgingival: compuesta en mayor cantidad de microorganismos Gram negativos y es menos adherente.

La remoción de la placa y su control deben ocupar un lugar prominente en cualquier programa preventivo.<sup>2</sup>

## **FORMACIÓN DE LA PLACA DENTAL**

Es el resultado de una serie de complejos procesos que involucran una variedad de componentes bacterianos y de la cavidad bucal del huésped.

Estos procesos son los siguientes:

1. Formación de la película adquirida. Inmediatamente después de cepillarse los dientes, comienzan a depositarse sobre su superficie, proteínas de origen salival y del fluido crevicular, por un proceso de absorción altamente selectivo y específico, formándose como resultado una película acelular, con un alto contenido de grupos carboxilos y sulfatos que incrementan la carga negativa del esmalte.

En el proceso son incorporadas a su superficie una serie de componentes de origen salival tales como enzimas, Lisosimas, Peroxidasa y Amilasa, que pueden influenciar la colonización bacteriana sobre la película.

2. Colonización por microorganismos específicos. Después de formada la película adquirida, está comienza a ser colonizada por microorganismos residentes de la cavidad bucal.<sup>1</sup>

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

El pH de la placa disminuye cuando los carbohidratos de los alimentos azucarados se difunden en ella, ya que su degradación enzimática bacteriana determina la aparición de ácidos.

El tipo de carbohidratos y de microorganismos determina el tipo y cantidad de ácidos producidos, así como la rapidez de su formación.

Cuando más vieja y espesa es la placa, mayor es la posibilidad de que se reduzca el pH tras el consumo de soluciones de azúcar.

Muchos microorganismos sintetizan polisacáridos a partir de monosacaridos y disacáridos.<sup>4</sup>

La placa actúa como reservorio de flúor, acumulándose en las formas iónicas compuestas ionizables y covalentes. Al ocurrir el descenso de pH, las formas iónicas suplirán los iones flúor necesarios para contrarrestar el efecto desmineralizador de la acidez del medio ambiente y promover la remineralización.<sup>1</sup>

## **1.2 CARIES DENTAL**

Es la descomposición molecular de los tejidos duros del diente que involucra un proceso histoquímico y bacteriano, el cual termina con descalcificación y disolución progresiva de los materiales inorgánicos y desintegración de su matriz orgánica.

Aquellas áreas de los dientes que no estén protegidas por la autolimpieza, tales como fosas, fisuras y puntos de contacto, son más susceptibles a presentar caries dental que aquellas expuestas a la autolimpieza, tales como superficies bucales y linguales.

Clínicamente, la caries dental se caracteriza por cambio de color, pérdida de translucidez y descalcificación de los tejidos afectados.<sup>2</sup>

### **1.2.1 ETIOLOGÍA DE LA CARIES DENTAL**

El *S. mutans* es considerado el principal agente etiológico de la caries dental, así como la placa dental.

## **1.2.2 FORMACIÓN DE LAS LESIONES CARIOSAS**

La formación de cavidades cariosas comienza con una pequeña área de desmineralización en la subsuperficie del esmalte.<sup>1</sup>

Los poros llenos de agua que se forman entre cristales de apatita van extendiéndose hasta alcanzar una profundidad considerable, de modo que el volumen de los poros, que normalmente es del 10% , puede llegar al 50%, sin que se pierda la continuidad del perfil y la superficie del diente.

Mientras la estructura macroscópica del diente permanezca intacta, la desmineralización puede invertirse espontáneamente si las características de la saliva son óptimas y la presencia de ácido, mínima.

Si los estímulos desmineralizadores persisten, el proceso avanza hasta la irreversible formación de la cavidad cariosa.

Los microorganismos cariogénicos se caracterizan por lo siguiente:

- Pueden crecer en las superficies dentarias.
- Producen ácidos a partir de los azúcares.
- Toleran elevadas concentraciones de ácidos.
- Sintetizan a partir de los azúcares.

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Se pueden considerar cuatro factores de la cavidad bucal que intervienen en la formación de lesiones cariosas:

- **Microorganismos** (sobre todo los formadores de ácidos).
- **Factores de huésped** (como la solubilidad en ácidos de los componentes duros del diente y la morfología retentiva).
- **Substratos** para los microorganismos, fundamentalmente azúcares contenidos en las secreciones del huésped y en su alimentación.
- **Tiempo** (tiempo de desmineralización relativamente largo y tiempo comparativamente corto para la remineralización de los componentes duros del diente).

Cuando no ocurre alguno de estos cuatro factores, no se produce la lesión cariosa.<sup>6</sup>

### **1.2.3 DESMINERALIZACIÓN**

La desmineralización es producida por ácidos, en particular ácido láctico producido por la fermentación de los carbohidratos de la dieta por los microorganismos bucales.

La formación de la lesión involucra la disolución del esmalte y la remoción de los iones calcio y fosfato, así como el transporte hasta el medio ambiente circundante.

Esta etapa inicial es reversible y la remineralización puede ocurrir, particularmente con la presencia de fluoruros.<sup>1</sup>

### **1.2.4 BACTERIAS Y PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS**

Las bacterias de la cavidad bucal son anfitriones oportunistas, es decir organismos que se caracterizan por una relación bilateral equilibrada con su huésped: mediante intercambios fluidos, pueden asumir un papel intermedio entre los organismos simbióticos inofensivos y los patógenos.<sup>6</sup>

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Se ha demostrado que numerosas cepas bacterianas tienen la capacidad de fermentar hidratos de carbono con la producción resultante de ácidos como subproductos metabólicos.

Los principales formadores de ácidos son los estreptococos, así como, los lactobacilos, enterococos, levaduras, estafilococos y neisserias. Además de formar ácidos, son capaces de reproducirse en medios ácidos, es decir, acidúricas.<sup>2</sup>

Para que se produzca una desmineralización de los componentes duros del diente, la concentración de ácido debe crear un pH muy inferior al "valor crítico del pH", que es aproximadamente de 5,5.

Para ello, la placa tiene que contener suficientes bacterias capaces de formar ácidos a un pH que esté por debajo de 5,5. Estas bacterias se denominan formadoras de ácidos tolerantes a los mismos.<sup>6</sup>

### **1.3 ESMALTE**

Es un tejido de origen ectodérmico y por ello no posee colágena en su estructura, es altamente mineral donde los cristales de hidroxiapatita representan casi la totalidad del peso .<sup>1</sup>

La estructura básica del esmalte está regida por la presencia de prismas varillas que lo recorren en dirección aproximadamente perpendicular, desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa. Tales varillas corresponden aproximadamente al producto de secreción de un ameloblasto.

Durante el desarrollo, éste primero deposita una matriz orgánica en la que se va a iniciar un proceso de mineralización y maduración que convierte cada segmento segregado en una estructura calcificada.

La suma de la actividad de millones de ameloblastos produce un tejido muy duro cuyas unidades estructurales básicas son esos prismas o varillas del esmalte.

El grado de desmineralización es menor en las interfases entre un prisma y otro (vainas del esmalte), en las zonas de descanso entre los segmentos de prisma durante su formación (estriación transversal del prisma), y en las

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

líneas incrementales que corresponden a periodos de descanso más prolongados durante la aposición (estrías de Retzius).

Durante el proceso de desarrollo especialmente en las fases de mineralización y maduración, se generan tensiones internas que pueden en algunos casos conducir a la aparición de fallas o grietas llamadas laminillas, que se hacen evidentes en los cortes transversales y se muestran como líneas no mineralizadas que atraviesan perpendicularmente al esmalte desde la superficie hasta el límite amelodentinario.

Los cristales de hidroxiapatita resultan de la sobresaturación de iones calcio y de fosfato provenientes de la sangre los cuales durante el desarrollo del esmalte confluyen hacia la zona donde ha ocurrido aposición de matriz orgánica por parte de los ameloblastos y el medio se ha alcalinizado por la acción enzimática celular en el órgano del esmalte.

Durante el desarrollo de cada cristal en particular, el proceso comienza con un núcleo inicial de rápida formación (mineralización), seguido de un crecimiento más lento progresivo (maduración), hasta llegar al tamaño y forma definitivos.

Esto hace que la estructura mineral sea de mayor pureza en la periferia del cristal y de menor calidad en su eje central.<sup>1</sup>

### **1.3.1 COMPOSICIÓN DEL ESMALTE**

**Composición orgánica.** En el esmalte en desarrollo y maduro es proteína casi en su totalidad. Estas son de naturaleza ácida, peso molecular bajo y composición compleja.

El esmalte externo tiende a tener menos proteínas que las regiones internas. Esto puede demostrarse por la desmineralización completa del esmalte en una solución ácida estable que revela estructuras orgánicas insolubles recubriendo la dentina que parece corresponder a los penachos del esmalte.

**Composición inorgánica.** La concentración de algunos de los componentes inorgánicos del esmalte varía con la distancia a la superficie de diente.

a) Calcio y fósforo, promedio en el esmalte total: 33.6 a 39.4 % y 16.1 a 18 % en peso respectivamente. Esta concentración tiende a decrecer de la superficie hacia la unión amelodentinaria.

MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

b) Carbonato, promedio en el esmalte total : 1.95 a 3.66 % en peso. El nivel de carbonato aumenta de la superficie hacia la unión amelodentinaria.

c) Sodio, promedio en el esmalte total : 0.25 a 0.90 % en peso. El nivel de concentración más altas es en las regiones internas del esmalte que en la superficie

d) Magnesio, promedio en el esmalte total : 0,25 a 0,56 % en peso. La concentración cerca de la unión esmalte-dentina puede ser hasta de tres veces la de la capa superficial

e) Cloro, promedio en el esmalte total : 0.19 a 0.30 % en peso. Existe una declinación gradual en el contenido de cloro del esmalte desde la superficie hasta la unión amelodentinaria.

f) Flúor, concentración en el límite; 50 mayor que 5,000 ppm ( valor más alto en la superficie ). De todos los constituyentes inorgánicos, esté muestra la mayor variación en cuanto a concentración, siendo alta en la zona superficial inmediata y disminuyendo en forma brusca en la unión amelodentinaria. El contenido de flúor que posee el agua es el principal factor que controla la concentración de flúor en el esmalte bajo condiciones de dieta normales.

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

La incorporación de flúor se lleva a cabo en tres etapas :

1. Durante el desarrollo del esmalte. El máximo de la concentración de  $F^-$  ocurre en una etapa temprana cuando el contenido de proteínas también es muy alto. El flúor parece asociarse con proteínas en esta etapa en lugar de minerales (Spiers 1981).

2. Después de la calcificación, los dientes pueden permanecer sin brotar durante varios años. A pesar de que el líquido intersticial que baña el diente sigue teniendo una concentración baja de flúor, hay un periodo considerable para que sea posible la acumulación de cantidades substanciales de  $F^-$ . El líquido intersticial tiene un acceso más fácil a la superficie del esmalte, por lo tanto este incorpora más flúor.

3. Después del brote y a través de la vida del diente, puede acumularse más flúor de manera muy lenta en el esmalte superficial tomado del medio bucal.

g) Hierro, promedio en el esmalte total: 8 a 218. Hay un contenido un poco mayor en la superficie en comparación con el esmalte subsuperficial, y un ligero aumento con la edad.

h) Otros elementos : El cinc se encuentra en concentraciones comparables con las del flúor, este se acumula en la superficie. El plomo se presenta en concentraciones más bajas. El estaño tiene una tendencia a la

acumulación superficial, en particular si el diente tiene restauraciones con amalgama.

### **1.3.2 CARIES DEL ESMALTE**

El esmalte como el resto del diente están sometidos durante toda la vida a fuerzas locales fundamentalmente destructivas.<sup>6</sup>

En las superficies lisas los microorganismos predominantes incluyen fundamentalmente a los Streptococcus del grupo mutans, así como especies de Actinomyces.

En las fosas y fisuras los microorganismos predominantes son los Streptococcus del grupo mutans principalmente S. mutans y S. sobrinus, además de S. sanguis y Lactobacillus.

En las superficies interproximales predominan los S. mutans, seguidos de Lactobacillus.<sup>1</sup>

El esmalte como se menciono anteriormente es un tejido altamente mineralizado y la caries dental una enfermedad que implica una disolución por ácidos que puede alternar con períodos de remineralización, los cambios

que puedan visualizarse, siempre van a estar relacionados con la pérdida o ganancia de sales minerales que pueden ser detectados con las diferentes técnicas e instrumentos capaces de evidenciar los cambios morfológicos consecuentes. La microscopía óptica y electrónica y especialmente la microrradiografía y la luz polarizada proporciona la mayor información.

### **1.3.2.1 EN LAS SUPERFICIES LISAS**

El cambio macroscópico que pueden apreciarse primero en las superficies lisas del esmalte es la pérdida de la transparencia que se traduce en un aspecto tizozo, la conocida macha blanca. Esto se acompaña de una acentuación de los periquimatíes lo cual crea una superficie rugosa. Cuando la caries es de un avance muy lento o se detiene, la superficie puede pigmentarse y observarse más amarilla o incluso marrón. En un corte perpendicular a la superficie que atraviere la lesión se ve en forma de un cono truncado con su punta dirigida hacia la dentina.

### **1.3.2.2 EN FISURAS**

Las fisuras oclusales tienen diversas formas que van desde unas más llanas hasta más profundas y de menos a más irregulares.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

La lesión de caries comienza en ambas paredes de la fisura y luego penetra perpendicularmente buscando el límite amelodentinario.

Al igual que en las superficies lisas pueden verse cambios macroscópicos como el aspecto tizoso y la pigmentación. Al corte, la lesión tiene forma de cono con base hacia la dentina.

Las alteraciones macroscópicas de la caries incipiente de esmalte, preceden a la formación de la cavidad de caries y están presentes aun antes de que notemos la ruptura de la superficie del esmalte.<sup>1</sup>

#### **1.3.2.3. CAMBIOS MICROSCOPICOS**

La lesión incipiente de esmalte esta formada por cuatro zonas de acuerdo a sus propiedades histopatológicas, que desde la más profunda hacia afuera.

- 1.Zona trasluciente
2. Zona oscura
- 3.Cuerpo de la lesión
4. Capa superficial

Estas zonas representan cambios graduales en la naturaleza de la lesión. El microscopio de luz polarizada nos muestra estas zonas cuando la lesión es examinada con medios de inclusión de diferentes índices de refracción.

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

**ZONA TRASLUCENTE.** Corresponde al frente de avance de la lesión, donde el esmalte se ve menos estructurado y se caracteriza por tener un 1.2% de pérdida mineral por unidad de volumen.

**ZONA OSCURA** Es de un espesor variable y ofrece una birrefringencia positiva a la luz polarizada, al contrario de la del esmalte normal que es negativa. Los espacios o poros creados por el proceso de disolución por ácidos, explican ese comportamiento. Se acepta la existencia de una pérdida mineral de 6% por unidad de volumen.

**CUERPO DE LA LESIÓN.** De birrefringencia positiva, es la zona más amplia. Cuando se examina al microscopio se aprecia el ensanchamiento de las estrías de Retzius y la acentuación de la estructura prismática con la acentuación de su estriación transversal.

Hay un 24% de pérdida mineral por unidad de volumen la cual va acompañada de un incremento en la cantidad de materia orgánica y agua debido a la entrada de bacterias y saliva .

**CAPA SUPERFICIAL.** Tiene entre 20 y 100 micrómetros de espesor, es más gruesa en lesiones inactivas, tienen birrefringencia negativa a la luz polarizada, se ve opaca en las microrradiografías y en el microscopio

electrónico de barrido se observan cráteres superficiales no correspondientes a la estructura del esmalte sano además de una insinuación de las vainas de los prismas que tampoco se aprecia al microscopio de luz en el esmalte normal. La pérdida mineral en esta capa corresponde al 9.9% por unidad de volumen.

Las observaciones anteriores establecen que la caries ataca primero las estrías de Retzius, la vaina de los prismas y su estriación transversal antes de atacar el centro del prisma.

#### **1.3.2.4 CAMBIOS ULTRAMICROSCOPICOS**

Lo primero que observamos en las lesiones incipientes es la disolución de cristales de hidroxiapatita dentro y en la periferia de los prismas.

Los cristales que permanecen en los espacios interprismáticos se ven aumentados de tamaño y más electrodensos, lo cual es índice de una intención de remineralización durante el proceso de caries.

La desmineralización es mayor y más temprana en aquellos cristales ubicados en la porción central de la cabeza de los prismas los cuales son perpendiculares a la superficie de desmineralización.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

La disolución es menor en los cristales de la cola de los prismas, que están ubicados paralelos a la superficie de desmineralización.

La superficie del cristal es más resistente al proceso de disolución ácida con respecto a la zona central, la cual se expone a nivel de la base del mismo.

#### **1.3.2.5 MÉTODOS DE ESTUDIO**

Las técnicas que han sido usadas para estudiar y documentar los cambios que sufren los tejidos duros dentarios durante el proceso de desmineralización-remineralización inherente a la caries dental son:

A nivel de estructura histológica (Microscopía Óptica), los cortes por descalcificación y por desgaste, sirven de substrato para la observación con las técnicas de luz transmitida, luz reflejada oblicua (Microscopio Estereoscópico) y luz polarizada.

A nivel de ultraestructura se utilizan los cortes ultrafinos para su observación en el microscopio electrónico de transmisión (MET).

El microscopio electrónico de centelló (MEC) o barrido se utiliza para el análisis de las superficies de muestra no transparentes.<sup>1</sup>

## **CAPITULO II PREVENCIÓN DE LA CARIES DENTAL**

### **2.1 REMINERALIZACIÓN**

La remineralización es deposición mineral después de pérdida mineral durante o después de un ataque de caries.

Ten Cate y Arends. Analizaron la remineralización "in vitro" de lesiones artificiales cariosas.

Los resultados demostraron que:

- 1) Es posible la remineralización de las lesiones cariosas artificiales.
- 2) La mayor parte del material que se deposita en el interior de la lesión es hidroxiapatita con una pequeña proporción de fluoruro cálcico ( $\text{CaF}_2$ ).

Su conclusión establece que las lesiones blancas son reversibles si la superficie externa de la lesión se mantiene intacta. La resistencia a la deformación en la zona de la lesión es un parámetro importante en el mantenimiento de la superficie externa. Los resultados obtenidos en la determinación del número de dureza, demostraron que esa resistencia aumenta durante el proceso de remineralización, disminuyendo la probabilidad de una cavidad cariosa.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Investigaron el mecanismo por el cual se depositan los minerales durante el proceso de remineralización.

Ellos concluyen que en el proceso de remineralización, la deposición inicial de minerales ocurren en o cerca de la capa externa de la lesión. El compuesto mineral que se deposita inicialmente es una forma soluble. Al transcurrir el tiempo, los minerales, son transferidos dentro de la lesión, y eventualmente depositados en forma de compuestos insolubles en la parte más profunda del cuerpo de la lesión.

Featherstone y colaboradores demostraron que cuando a una lesión cariosa artificial, se le sumerge a una solución que contenga iones minerales, cationes transportadores y flúor, ocurre una rápida remineralización de la lesión.<sup>4</sup>

Fejerkov y colaboradores sugieren que la presencia de iones flúor en los fluidos bucales, aún en concentraciones bajas, es necesaria para obtener una protección contra la caries. Señala que una continua elevación y disminución en la concentración de fluoruro, puede ser una ventaja en la capacidad anticariogénica del flúor.

## **2.2 ACCIÓN PROTECTORA DE LA SALIVA**

La microflora y la saliva son los factores principales que determinan la salud bucal.

La saliva tiene como funciones:

1. Protectoras : Lubricación, antimicrobiana, proteger la integridad de la mucosa, autolimpieza, neutralizar ácidos, acidificar bases y proveer de los iones necesarios para la remineralización de los tejidos dentarios.

2. Funciones relativas a la deglución y fonación: preparación del bolo alimenticio, digestión, gustación y fonación.<sup>1</sup>

### **2.2.1 PROPIEDADES DE LA SALIVA EN EL PROCESO DE DESMINERALIZACIÓN**

Las principales propiedades de la saliva que protegen al diente contra el proceso de desmineralización son:

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

- La dilución y lavado de los azúcares de la dieta diaria.
- La neutralización y amortiguación de los ácidos de la placa dental.
- La provisión de iones para el proceso de remineralización.

La saliva diluye rápidamente la concentración de los microorganismos, la sacarosa, otros substratos de carbohidratos y los ácidos producidos durante el metabolismo de la placa dental; sin embargo, agentes protectores tales como el flúor y la clorhexidina se disuelven de manera más lenta, lo cual es un gran beneficio clínico.

La saliva es el medio de transporte por el cual los mecanismos de defensa y los agentes preventivos se distribuyen en la cavidad bucal.

#### **2.2.2 LA SALIVA EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN**

Aún cuando se desarrolle la lesión inicial, la saliva juega un papel muy importante en el proceso de remineralización. Al mejorar la higiene bucal y aumenta la utilización de los agentes fluorurados la deposición de sales minerales contenidos en la saliva o en el fluido de la placa dental pueden actuar evitando la pérdida del tejido dentario.

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Existen variaciones en la composición de los fluidos bucales en diferentes sitios de la boca, así como en los diferentes individuos. Aparentemente existe una muy pequeña variación de saturación de iones minerales entre los individuos de caries activo y aquellos libres de caries, lo cual genera una diferencia de 0.3 unidades en el pH del fluido de la placa en los individuos libres de caries.

Los iones de calcio y fosfato se desprenden de los iones de hidroxiapatita de los tejidos dentarios durante el proceso de desmineralización y se dirigen hacia la saliva, para luego ser enviados de vuelta cuando se inicia el proceso de remineralización, esto ocurre aproximadamente cada 45 minutos.

Este intercambio iónico puede ocurrir durante todo el día a medida que el paciente ingiere intermitentemente carbohidratos, en especial, con contenido de sacarosa.<sup>1</sup>

### **2.2.3 PROVISIÓN DE IONES PARA LA REMINERALIZACIÓN**

Los niveles de sobresaturación son aun mayores en la placa dental, sobre todo en la fase fluida extracelular, la cual está en contacto directo con la superficie dentaria.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

En el equilibrio dinámico del proceso carioso, la sobresaturación de la saliva provee una barrera contra la desmineralización y un estímulo para la remineralización. El equilibrio se encuentra afectado por los fluoruros, los cuales, también influyen sobre éstos procesos.

La saliva estimulada está aun más sobresaturada que la no estimulada, por ello se dice que la primera es una excelente solución remineralizadora.

Esto ha sido comprobado en estudios en los que individuos masticaron goma de mascar sin azúcar luego de las comidas durante 3 semanas.

Durante éste tiempo, trozos de esmalte dental con lesiones artificiales de caries fueron colocadas en sus bocas. Luego, se colocaron nuevos trozos de esmalte con lesiones artificiales de caries pero esta vez, los individuos no masticaron goma de mascar luego de las comidas. Se demostró que los primeros trozos de esmalte se remineralizaron el doble que los trozos colocados cuando no se estimulaba el flujo salival con la goma de mascar.

Este experimento apoya de manera importante la idea de que la saliva estimulada es junto con el uso de fluoruros tópicos una excelente manera de prevenir la caries dental.

## 2.3 FLÚOR

### 2.3.1 GENERALIDADES

El flúor pertenece al grupo de los halógenos. Es el elemento puro que presenta mayor actividad química, ya que se combina con cualquier elemento, así como con radicales orgánicos.

En la naturaleza se encuentra en componentes minerales: la fluorita o espato flúor, la criolita y el apatito.

En los tejidos biológicos mineralizados: hueso y dientes, se encuentra en la forma de hidroxapatita fluorada,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2\text{F}_x$ .

El flúor se integra a los cristales del esmalte siempre que haya un aporte suficiente de este elemento al organismo por vía sistémica, generalmente del agua de consumo.

La absorción del fluor se realiza en el estómago y en el intestino delgado, para alcanzar los niveles más altos en el plasma sanguíneo después de una hora de ingestión de compuestos fluorados.<sup>8</sup>

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

El flúor posee la capacidad de modificar al huésped, en ciertas concentraciones a los microorganismos, y por consiguiente ser un modificador de la caries dental.

Se encuentra en suministros de aguas públicas, dentífricos, colutorios orales, gel tópico concentrado e incluso los alimentos.

La exposición frecuente a las múltiples formas de flúor ha tenido un efecto positivo indudable sobre la resistencia del esmalte dental a la caries. Se considera que el flúor es el agente preventivo más fiable de la caries.

El flúor remineraliza el diente, pero también contribuye a la acción del calcio y del fósforo en la reparación del esmalte.

La microscopia electrónica de barrido (MEB) muestra orificios focales erosionados que permiten que las bacterias y el ácido penetren en las capas más profundas. Si este proceso persiste sin que el área tenga la profunda de remineralizarse la lesión progresa hacia la dentina, desde donde avanzará rápidamente hacia la pulpa.<sup>7</sup>

### **2.3.2..FORMAS FARMACÉUTICAS FLUORADAS**

Para su utilización en la consulta odontológica geles, enjuagues, barnices o pastas profilácticas. Por el público en general, en forma de: pastas dentales fluoradas, enjuagues o geles de uso casero.

### **2.2.3 EFECTO EN LA REMINERALIZACIÓN**

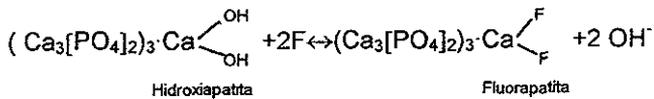
La caries del esmalte parece ser un proceso dinámico en el cual a veces hay demineralización, y otras remineralización.

Los experimentos con soluciones remineralizadoras (soluciones de fosfato de calcio supersaturadas) en lesiones de caries artificiales han mostrado que la velocidad de remineralización aumenta en forma importante con 1ppm de  $F^-$  en la solución.

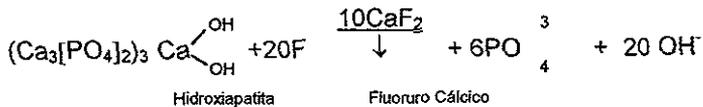
Este efecto debe estar muy bien relacionado con la solubilidad más baja de la fluorhidroxiapatita comparada con la hidroxiapatita, debido a que esto desplazaría al sistema en una dirección de aumento en la remineralización.<sup>5</sup>

### 2.3.4 ALTERACIONES ESTRUCTURALES DEL ESMALTE POR EL FLÚOR

Los iones  $F^-$  difunden lentamente hacia el esmalte cuando es escaso el aporte del flúor hacia el diente. Este proceso determina un depósito de  $F^+$  en capa externa del esmalte.



Por el contrario, cuando la concentración de  $F^+$  es elevada, se produce un depósito de  $F^+$  en forma de fluoruro cálcico y/o fluorapatita, desde donde se liberan iones  $F^+$  hacia el medio periodontal que pueden regresar nuevamente a las capas superficiales del esmalte por absorción y difusión.



El efecto profiláctico del flúor a dosis bajas y elevadas se debe al mismo proceso fisicoquímico que provoca cambios estructurales del esmalte dentario.<sup>4</sup>

### **2.3.5 FORMULAS DE FLÚOR DISPONIBLES PARA EL CONTROL DE LA CARIES**

**FLUORURO SODICO.** Es químicamente estable, de sabor aceptable, no es irritante y no produce cambios de color dental.

Proporciona una buena remineralización y el esmalte lo acepta fácilmente (Reintsema y Cols ., 1985).

Es el ingrediente activo de la mayoría de los colutorios orales fluorados de venta libre; la solución al 0,025% es para uso dos veces al día, la solución al 0,05% es para uso diario; o con receta al 0,20% para uso semanal.

Los estudios There Village Program ha demostrado que después de 7 años los colutorios al 0,2% producían una reducción global de caries del 47,2% y una reducción de la caries de las superficies proximales del 78%, se considera que los colutorios diarios y semanales disminuyen la caries en un 35%. (Horowitz y cols., 1986).<sup>7</sup>

**FLUORURO DE ESTAÑO (SnF<sub>2</sub>)** Se puede aplicar tópicamente. El tratamiento requiere una sola visita y puede producir una reducción de caries del 48 al 78% de fluoruro de estaño. Es inestable en solución,

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

tiene mal gusto, tiñe el esmalte desmineralizado con un color marrón amarillento y puede irritar los tejidos blandos (Horowitz y Heifetz, 1986).

Disponible por recetas en un sistema de gel no abrasivo a una concentración del 0,4% y proporciona 1.000 ppm de flúor. Se puede utilizar en el hogar y se debe cepillar sobre los dientes dos veces al día después del cepillado con un dentífrico y enjuagarse minuciosamente para eliminar todos los restos de abrasivos de la boca, ayuda a la prevención de la caries y tiene propiedades antihipersensibilidad.<sup>7</sup>

**FLUORURO DE FOSFATO ACIDULADO (APF).** La solución APF produce un aumento en captación de flúor por el esmalte en comparación con el fluoruro estañoso o con la solución neutra de fluoruro sodico.

Estudios de laboratorio han demostrado que el esmalte toma mayor cantidad de flúor de las preparaciones de APF que otros preparados de flúor.<sup>3</sup>

Un estudio de 1983 (Bruun y cols.) han demostrado que las áreas de caries sobre dientes extraídos retenían  $\text{CaF}_2$  a un nivel mensurable en la superficie a las 8 semanas después del tratamiento con APF, incluso cuando se sometían a un lavado continuo.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

La liberación de  $\text{CaF}_2$  del esmalte durante varias semanas después del tratamiento concentrado puede ser beneficioso para ayudar a prevenir o remineralizar la caries (Fejerskov y cols., 1981).<sup>7</sup>

**MONOFLUOROFOSFATO SÓDICO ( $\text{Na}_2\text{MFP}$ ).** Se utiliza para suministrar flúor en algunos dentífricos. Su captación por el esmalte y su capacidad para remineralizar lesiones blancas son buenas, pero no tan rápidas como las del fluoruro sódico (Reintsema y cols., 1985; White y Faller, 1987).

El MFP parece producir una remineralización más exhaustiva de la lesión inicial por caries, quizá debido a que actúa más lentamente (Mellberg y Mallon, 1984)<sup>7</sup>

## 2.4 FLÚOR SISTÉMICO

Es el ingreso de un compuesto fluorurado, en dosis bajas en agua de consumo, sal, leche, tabletas o gotas. Estos alimentos o formas farmacéuticas se ingieren, degluten y absorben en el tracto gastro-intestinal para ser incorporados al plasma sanguíneo que distribuirá al fluoruro a los tejidos duros, (huesos, dientes), o a la saliva y el líquido gingival a través de los cuales se llevará a cabo parte de su excreción.

La velocidad de absorción del fluoruro está en relación directa con la solubilidad del compuesto fluorurado ingerido y con la acidez (pH) de la mucosa estomacal; y en relación inversa a la presencia de iones metálicos capaces de combinarse con el fluoruro (calcio, aluminio, hierro).

La rápida absorción de flúor se debe a la presencia del ácido clorhídrico (HCl) en el jugo gástrico, que favorece la formación del ácido fluorhídrico (HF). Si las condiciones señaladas se cumplen, el 50% de flúor es absorbido en el estómago e intestino en 30 minutos. La forma no ionizada como ácido fluorhídrico (HF), es la que está en capacidad de atravesar por un mecanismo de transporte pasivo la membrana celular, la forma iónica ( $F^-$ ) no ingresa a la célula.

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

El efecto cariostático de flúor sistemático en dientes no erupcionados e ingerido durante la mineralización del esmalte no está completamente dilucidado. Al reconocerse la relación inversa entre el contenido de flúor en aguas de consumo y la prevalencia de la caries dental, se asumió que el flúor incorporado en la etapa de mineralización del esmalte producía fluorapatita la cual era menos soluble en ácidos. La teoría que hoy se analiza, da mayor importancia al efecto tópico de flúor, que ingerido y metalizado, se hace presente en la saliva, fluido gingival y crevicular.

La fluoración sistémica desde el punto de vista de salud pública se realiza a través de la fluoruración de las aguas de consumo, sal o la leche.<sup>1</sup>

**FLUORACIÓN DE AGUAS.** La adición del flúor a los suministros de aguas comunitarias es un método relativamente nuevo de controlar la caries dental.

Las concentraciones de flúor utilizadas son aproximadamente entre el 0,7 y el 1,2 partes por millón (ppm) de flúor, esto depende de la temperatura media anual de la comunidad a ser fluorada.<sup>7</sup>

Los mayores beneficios de la fluoración natural o artificial de las aguas se obtiene en la incidencia de la caries de superficies lisas.<sup>3</sup>

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

**SUPLEMENTOS PEDIÁTRICOS.** La utilización de suplementos pediátricos (tabletas, gotas) es un método eficaz en la prevención de caries, donde no existe o es baja la fluoración de las aguas, sal o leche. Este método es efectivo si se administra diariamente desde el nacimiento hasta los catorce años de edad.

La prescripción debe ser por el profesional teniendo un conocimiento sobre la concentración y frecuencia de utilización de formas tópicas, tales como: pastas dentales, enjuagues y geles fluorados de uso casero; así como aplicaciones en el consultorio dental .

Las pastillas de flúor se presentan en concentraciones de 0.25, 0.50 y 1.0 mg.

**FLUORACIÓN DE SAL.** La concentración mínima recomendada para la Organización Mundial de la Salud es de 200 ppm de fluoruro por kilogramo de sal. Para la determinación de la concentración de flúor a ser agregada a la sal se debe investigar la ingesta diaria de flúor a través del contenido de flúor en orina, y la concentración natural de fluoruros en las aguas de consumo a través de un mapeo del país o región donde se implementará esa medida.<sup>1</sup>

## **2.5 FLÚOR TÓPICO**

Las aplicaciones tópicas son aquellas que ejercen su acción en contacto directo con el diente erupcionado. Los fluoruros (F<sup>-</sup>) provenientes de soluciones como las de fluoruro de sodio, o de formas complejas como el monofluorurofosfato o fluorsilano, son colocados en boca, con el propósito de aplicarlos directamente sobre el diente.

En niños y adolescentes el contacto es con el esmalte y en edad adulta, en los cuales la dentina y el cemento se encuentran expuestos, el flúor también ejercerá efectos cariostáticos en esos tejidos.<sup>1</sup>

### **2.5.1 FLÚOR TÓPICO DE APLICACIÓN PROFESIONAL**

Existen varios sistemas para la aplicación tópica de fluoruros en el consultorio: soluciones, geles y barnices. Las concentraciones de fluoruros en estas formas son:

Soluciones de fluoruro de sodio	2,00%
Soluciones de fluoruro estañoso	8,00%
Geles de fosfato acidulado	1,23%
Barnices de fluorsilano	0,7%
Barnices de fluoruro de sodio	2,26%

### **2.5.1.1 GELES ACIDULADOS:**

Contienen 1,23% de fluoruro (12,300 ppm F<sup>-</sup>) en un vehículo de ácido fosfórico al 0,98% y un pH de aproximadamente 3,0.

La acidez del sistema favorece el ingreso de fluoruros al esmalte, y la presencia de fosfato previene al esmalte de una disolución severa.

La frecuencia de aplicación varía de acuerdo a la prevalencia de caries. En un paciente sin caries o de baja prevalencia, dos aplicaciones al año son suficientes. En pacientes con mediana y alta prevalencia se recomienda de 4 a 5 aplicaciones en un lapso de 4 a 6 semanas.

Al momento de la erupción del esmalte está parcialmente calcificado, una vez en boca le tomará aproximadamente dos años completar su calcificación, en ese lapso se le denomina período de maduración posteruptivo.

Durante este período, diversos iones entre ellos los del flúor provenientes de la saliva, aguas fluoruradas y alimentos se acumulan en la parte más superficial del esmalte.

Las aplicaciones tópicas en esta etapa logran su mayor efectividad ya que los fluoruros penetran fácilmente a un esmalte relativamente permeable,

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

alcanzando una profundidad entre los 20 y 30 micrómetros donde reaccionan con la hidroxiapatita para formar fluorhidroxiapatita.

Al finalizar el periodo de maduración, el esmalte incorpora muy poco flúor en su interior.<sup>1</sup>

#### **2.5.1.2 BARNICES FLUORADOS.**

Su aplicación es más sencilla que la de los geles debido a su adhesividad a la estructura dentaria, rápido endurecimiento y la no utilización de cubetas.

Las dos formas más comerciales se presentan en concentraciones de 2,26% de flúor en la forma de fluoruro de sodio ó 0,7% de flúor en la forma de difluorosilano, ambos en un vehículo orgánico que garantiza la liberación de fluoruro al esmalte subyacente por un período de 48 a 72 horas.

Stookey establece que los resultados de varios estudios clínicos avalan el uso de barnices fluorurados en la prevención de la caries, especialmente si las aplicaciones se realizan cada tres o seis meses. El mismo autor establece que es necesaria mayor investigación para comparar su eficacia con otras

formas tópicas tales como los enjuagues semanales o la aplicación semianual de aplicaciones profesionales de fluoruro.<sup>1</sup>

## **2.5.2 FLÚOR TÓPICO DE USO CASERO.**

### **2.5.2.1 GELES FLUORADOS.**

Los geles de uso casero se presentan en concentraciones de 0,5% de fluoruro de sodio y 0,4% de fluoruro estañoso. Estas concentraciones se expenden bajo prescripción facultativa. La cubeta con el gel de flúor se mantiene en boca durante 5 minutos. Esta técnica se recomienda en pacientes de alto riesgo a caries.

**2.5.2.2 ENJUAGUES FLUORADOS.** Se presentan en las formas y concentraciones siguientes: con prescripción facultativa el enjuague con 0,21% de fluoruro de sodio, para ser usado una vez por semana; de venta libre para uso diario de 0,05% y 0,02% de fluoruro de sodio, o de 0,1% de fluoruro estañoso.

Ambas formas geles, y enjuagues no deben utilizarse en niños menores de seis años de edad.

## **2.6 DENTÍFRICOS FLUORADOS.**

El fluoruro de sodio (NaF), el monofluorurofosfato de sodio (MFP) y el fluoruro estañoso (SnF<sub>2</sub>) son los tres compuestos fluorados más utilizados en dentífricos. La concentración estándar es de 0,1 % equivalente a 1.100 partes por millón (ppm).

El uso de compuestos con flúor como principio activo de los dentífricos tiene como finalidad conservar los depósitos de flúor adquiridos en la fase pre y posteruptiva e intensificar su acumulación en el esmalte.

El uso de dentífricos con flúor es en parte responsable de la disminución de la caries dental, tanto en comunidades con agua o sal fluoradas, como aquellas que carecen de esas medidas preventivas.

Los dentífricos que contienen fluoruro de sodio son significativamente más efectivos en promover la remineralización del esmalte en comparación con los que contienen monofluorurofosfato de sodio.

La inhibición de la caries es aproximadamente del 25%.<sup>4</sup>

Dijman realizó un estudio cuyo objetivo fue investigar la eficacia de la remineralización en lesiones artificiales de esmalte "in situ" durante

tres meses cuando:

- (A) No eran cepilladas
- (B) Eran cepilladas con un dentífrico libre de fluoruro
- (C) Cepilladas utilizando un dentífrico fluorado

Los resultados mostraron que la profundidad de la lesión (mineral perdido) aumento al rededor de 50% cuando no se cepillaban. Esto es debido a la comida ácida y/o bebidas ingeridas.

En el caso (B) no cambiaron estadísticamente el efecto de remineralización es de 50%.

En el caso (C) decrecieron un 40% y el efecto de remineralización fue de un 90 % en tres meses. La remineralización es de un 90 %. La eficacia de la remineralización de pastas fluoradas es debido al efecto del fluoruro. <sup>13</sup>

## **2.7 MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR**

El esquema clásico de Keyes y Newbrun, análogo al desarrollo real y lógico de los procesos que desembocan en las caries; se basa en los siguientes elementos: el huésped o el tejido del huésped; es decir, el diente y su mineral; las bacterias de la placa dental; el azúcar como sustrato de metabolismo bacteriano, y, finalmente, el factor tiempo. De acuerdo con este concepto, se establecen los siguientes puntos de acción de flúor:

- Modificación de la adherencia bacteriana, como consecuencia del efecto tensioactivo del flúor.
- Modificación de la fermentación bacteriana del azúcar y de la producción del ácido, debido a la actividad antiglicolítica.
- Modificación de las estructuras del esmalte por mayor resistencia a los ácidos.
- Modificación del equilibrio de desmineralización y remineralización.<sup>4</sup>

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

El mecanismo por el cual el flúor ejerce su acción cariostática depende de las condiciones en que se suministra (tópica o sistémica); la edad del diente (esmalte en etapa de maduración o esmalte maduro) y la concentración a la cual se suministra.<sup>1</sup>

El flúor tiene varios mecanismos de acción para prevenir la caries.

Convierte el componente del esmalte hidroxiapatita en fluorapatita y esta última resiste la desmineralización. La acción de flúor en la superficie del esmalte es probablemente su función más importante (Newbrun, 1986).

El flúor es antibacteriano y, si está muy concentrado en la placa, puede inhibir el crecimiento de *S. mutans*.

El flúor se une químicamente a la placa pero queda disponible como ion flúor libre cuando el pH disminuye (debido a la producción de ácido por bacterias), punto en el que puede inhibir la formación de enzimas dañinas o las bacterias productoras de ácidos.

El flúor inhibe la formación de ácido (actividad antiglicolítica), puesto que libera gradualmente al esmalte de placa potencialmente dañina (Harper y Loesche, 1986).

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Si el flúor se consume en el agua, en tabletas o mediante la deglución inadvertida de pasta dentífrica, los iones flúor viajan por el torrente sanguíneo y rodean el diente en desarrollo antes de la erupción.

El flúor baña el esmalte en formación haciéndole relativamente indemne al ataque ácido de la placa una vez el diente ha erupcionado y queda expuesto a los azúcares de la dieta.

La ingestión de agua con aproximadamente una parte por millón de flúor produce mayores niveles de flúor en el esmalte más profundo (Iijima y Katayama, 1985).

Cuando los dientes han erupcionado, la exposición al flúor en la boca se convierte en una cuestión importante. El diente recién erupcionado sigue un proceso de maduración en el que el esmalte se endurece conforme es expuesto a los minerales de la saliva, especialmente el flúor (Driessens y cols., 1985).

Es más difícil grabar con ácido dientes, para adherir un sellador, que han sido expuesto a los líquidos orales durante un período prolongado, que grabar dientes recién erupcionados, y esto se debe a este proceso de maduración posterupción.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Después de la erupción de los dientes, incluso unas dosis muy bajas de flúor (0,024ppm) pueden remineralizar la estructura dental y ayudan a proteger el esmalte de la desmineralización (Margolis y cols., 1986).

Las mayores concentraciones utilizadas en el tratamiento de flúor profesional (12.300ppm), que contactan con el esmalte durante 4 minutos pretenden penetrar más profundamente en el esmalte convirtiéndolo en fluorapatita. La capa más externa del esmalte es la más indemne al ataque ácido y la más rica en flúor. Nakagaki y sus colegas han demostrado que existe una disminución del flúor en el esmalte conforme se dirige desde la capa más externa hacia el tercio medio del esmalte. Parece que existe un mecanismo de bombeo de material inorgánico desde el esmalte interno hacia la cavidad oral y viceversa, lo cual regenera continuamente la capa externa (Driessens y cols., 1985; Hattab, 1986). La propia placa proporciona un reservorio para el flúor que ha penetrado la masa bacteriana (Charleton y cols., 197; Schamschula y cols., 1982), pero este flúor deriva en parte del esmalte (Holloway y cols., 1981; Klimek y cols., 1983).

No existe correlación matemática estricta en el flúor del esmalte y la caries dental. La frecuencia de ingestión de azúcar y la forma en que se

## MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

ingiere, el flujo salival y su composición, el alineamiento dental, el cepillado y la población microbiana sobre los dientes afecta la incidencia de la caries en los dientes de cualquier individuo.

Aunque no se ha encontrado correlación entre el contenido del flúor del esmalte y la caries, el flúor es un agente bien reconocido como fuerza que contribuye de manera importante en la prevención de caries basándose en estudios experimentales clínicos y de laboratorio bien controlados.

Los niveles requeridos para prevenir la caries en una persona pueden no ser los mismos que los requeridos en otros individuos.<sup>7</sup>

### **2.8 EFECTOS SOBRE MICROORGANISMOS.**

El flúor en concentraciones tan bajas como 50 ppm, interfiere el ciclo de glicólisis anaeróbica utilizado por los microorganismos en su metabolismo y en el cual a partir de azúcares producen ácidos.

El flúor puede acumularse en la placa bacteriana en la forma de fluoruro cálcico ( $\text{CaF}_2$ ) en concentraciones superiores a los 100 ppm. Al descender el pH de la placa, el fluoruro cálcico se disocia sufriendo al flúor en forma iónica que interfiere en la producción de ácidos en el proceso de remineralización.

MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

El *S. mutans* posee la capacidad de adaptar su metabolismo y sobrevivir en una placa con concentración de fluoruros.

En altas concentraciones ( 12.000 a 22.600 ppm ) como las obtenidas cuando se aplican geles o soluciones de uso en el consultorio, se produce una disminución temporal de número de *S. mutans*.

## **CAPITULO 3 MATERIALES QUE LIBERAN FLÚOR**

### **3.1 CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO**

Son cementos con base de agua, conocidos como cementos de poliacrilato de vidrio. Consiste en vidrio de aluminio y sílice con un alto contenido de fluoruro que interactúa con ácido polialquenoico.<sup>9</sup>

Los cementos de ionómero de vidrio muestran una actividad anticariogénica.

Los ionómeros pueden ser "recargados" en la presencia de fluoruro del ambiente (dado durante un tratamiento de fluoruro profesional) que puede llenar el fluoruro en el material.<sup>12</sup>

De acuerdo a sus uso se clasifican en :

- Tipo I, cementos
- Tipo II, materiales de restauración
- Tipo III, bases y fondos<sup>10</sup>

MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

**LIBERACIÓN DE FLÚOR.** El fluoruro se usa como un fundente durante la fabricación del vidrio, en el que queda incorporado en forma de gotitas finas.

Algunos fluoruros se obtienen de las mismas partículas de polvo, pero hay una considerable liberación después de la mezcla con ácido polialquenoico, creándose un flúor continuo a partir de la matriz, durante largos periodos de tiempo, después de su colocación.

La liberación de flúor se produce por intercambio iónico en las restauraciones de ionómero de vidrio y esta no es perjudicial para las propiedades físicas.<sup>10</sup>

En cementos de ionómero de vidrio restauradores después de su colocación correcta y pulido se producirá un elevado índice de liberación de fluoruro durante un periodo de 12-18 semanas, que podrá ser localizado dentro de la estructura circúndente y adyacente del diente. Después de ese índice la liberación será menor, sigue actuando de manera estable aproximadamente durante 24 meses o probablemente por más tiempo.<sup>9</sup>

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Grobler y colaboradores realizaron un estudio comparando la liberación de fluoruro de varios materiales dentales. El objetivo de este estudio era determinar, in vitro, la liberación a corto y largo tiempo de fluoruro de cuatro ionómeros de vidrio de resina modificada (Fuji II LC, Vitremer, Enforce & Advance), una resina compuesta de poliacidos modificados (Dyract) y un agente de unión (OPTiBond).

Se obtuvieron como resultado que las cantidades de fluoruro liberadas durante el primer día eran Vitremer (1.46  $\mu\text{g mm}$ ), Advance (1.18  $\mu\text{g mm}$ ), Fuji (1.08  $\mu\text{g mm}$ ), Optibond (0.33  $\mu\text{g mm}$ ), Dyract (0.31  $\mu\text{g mm}$ ) y Enforce (0.15  $\mu\text{g mm}$ ).

Después del segundo día la sucesión cambia ligeramente y permanecía aproximadamente el mismo para el resto del periodo de 300 días.<sup>11</sup>

### **3.2 COMPOMERO**

Es uno de los materiales restaurativos más nuevos. Son resinas poliacido-modificadas.

Algunos compomeros pueden tener sales del fluoruro en adición al fluoruro soltado de la última reacción de cementos ionómero de vidrio, la cantidad de fluoruro total soltada es significativamente más baja que la del ionómero de vidrio tradicional.<sup>12</sup>

Libera flúor después de un año manteniendo el mismo nivel del grado de difusión. La toma de flúor por el tejido dental se da en las zonas de contacto con el compomero y en capas adyacentes a 20 micras de grosor.

Pueden utilizarse en: restauraciones, bases y reconstrucciones de dientes destruidos. Presentan liberación de flúor significativamente mas bajos que los de los ionómeros de vidrio.<sup>10</sup>

### **3.3 SELLADORES DE FOSETAS Y FISURAS**

Se han realizado intentos por los fondos de los puntos y fisuras del medio ambiente bucal, se han centrado en la técnica de hacer fluir una resina plástica directamente en su interior. Sin embargo se demostró que estas resinas no se retenían durante un tiempo suficiente prolongado como para proveer una protección significativa.

Este problema se resolvió finalmente con la introducción de la técnica del grabado ácido. De acuerdo a esta técnica, la superficie a sellar del esmalte se graba primeramente con una solución ácida. El ácido que se emplea hoy en forma universal es el fosfórico, y el grabador de un sellador comercial contiene un 50% de ácido fosfórico y un 7% de óxido de zinc que actúa como amortiguador.

El efecto del grabado ácido es crear múltiples porosidades pequeñas en el esmalte y, al mismo tiempo, ensanchar las estrías de Retzius y crear pequeñas penetraciones digitiformes en los prismas del esmalte. Los poros del esmalte natural son demasiado pequeños para permitir que un volumen suficiente de resina fluya a su interior y provea una resistencia en la unión adecuada.

#### MECANISMO DE ACCIÓN DEL FLÚOR EN EL PROCESO DE REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Cuando se agrandan los poros con el grabado ácido, el monómero de la resina penetra varios micrómetros en el esmalte y allí polimeriza. Así, cuando se aplica el sellador, hace una replica de la superficie acondicionada del esmalte, prenterando en los poros y formando esas proyecciones digitiformes que se extienden en la penetración de los prismas del esmalte.

La formación de prolongaciones y el llenado de los poros, que se controlan con la viscosidad del sellador y el esmalte que asegura una fuerte retención mecánica y un sellado prácticamente libre de filtraciones.<sup>2</sup>

Existen algunos selladores que su composición es a base de ionómero de vidrio. En el que tenemos al *Helioseal F Ivoclar* que es un sellador de fisuras relleno, blanco y fotopolimerizable que libera flúor. Dentro de su composición química presenta Vidrio de silicato de flúor.

## CONCLUSIONES

Durante la realización de este tema se ha comprendido la importancia que presenta la superficie del esmalte para identificar los factores de riesgo que pueden llegar a formar un proceso carioso en el que muchas veces este puede llegar a ser reversible y otras irreversible.

La acción acidogénica de las bacterias existentes en la cavidad bucal, las que actúan sobre los azúcares de los alimentos producen los ácidos que atacan al esmalte dentario.

Estos ácidos están en contacto con la superficie del esmalte a través de la placa dental. Por lo que su control debe ocupar un lugar muy importante en cualquier programa preventivo, además de una variación en los hábitos alimenticios.

Ante estos cambios bioquímicos el esmalte dental comienza a perder minerales y a disolverse, lo que conlleva a la destrucción del diente que es el inicio de un proceso de desmineralización.

Bajo condiciones normales la producción de ácidos llega a su fin una vez que el substrato (azúcares) han sido eliminados con la técnica de cepillado o por el mecanismo de autoclisis.

La saliva es medio muy importante que ayuda a diluir los azúcares y eleva el pH del medio bucal debido a su capacidad amortiguadora, además de proveer iones. Gracias a este equilibrio existe la posibilidad de una reparación o remineralización del diente afectado.

En la remineralización se incluyen todos los intentos de precipitar calcio, fosfato y otros iones, en la superficie o dentro del esmalte parcialmente desmineralizado.

Este proceso es efectivo siempre y cuando la lesión aun se encuentra en la etapa incipiente denominada "lesión blanca".

El éxito es en parte a que tenemos hoy en día una gran variedad de compuestos fluorados que han constituido unas de las bases terapéuticas anticariogénicas, de mayor importancia que se utilizan en la actualidad como método preventivo.

El cirujano dentista actual debe inclinarse más hacia el mantenimiento y control preventivo de las caries, disminuyendo de esta forma su actividad de carácter restaurador; limitándose a procedimientos traumáticos, cosméticos y cambios de viejas restauración.

Por lo que debemos de efectuar todos los intentos para evitar caries dental, fomentando la prevención en los pacientes y motivandolos haciendoles saber que el también puede evitarlo, utilizando una buena técnica de cepillado y con el frecuente de agentes fluorados (en especial enjuagues y dentífricos).

Quizás en un futuro cercano, puedan comprenderse las investigaciones de la remineralización del esmalte para reducir en un alto porcentaje el índice de prevalencia e incidencia de caries dental.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Seif R. Tomás. Cariología: prevención, diagnóstico y tratamiento contemporaneo de la caries dental. Caracas Venezuela., Actualidades Medico Odontológicas Latinoamericana, C.A. 1ª Edición 1997.pag. 59-74.
2. Katz Simon Odontología preventiva en acción. México, D.F., Edit. Panamericana. 3ª edición 1991. Pag. 81-95
3. Silverstone L. Odontología Preventiva. Barcelona 1978. Ediciones Doyma S.A., Edición Española 1998. Pag. 1-18, 53-62
4. Peter Riethe Atlas de profilaxis de la caries y tratamiento conservador. Barcelona salvat editores, S.A., 1ª edición 1990. Pag. 38,41,42,70,71.
5. Williams Bioquímica Dental Básica y Aplicada. México, D.F, El manual Moderno 2ª edición 1990. Pag. 336,346-352, 415.
6. Ketterl Odontología conservadora Cariología tratamiento mediante obturación 1994.
7. Irene R. Woodall Tratado de higiene dental. México D.F., Actualidades Medico Odontológicas Latinoamericanas 1ª edición 1998. Pag. 236-245
8. Zimbron Levy. Odontología Preventiva Conceptos básicos. Mexico, D.F., UNAM 1ª edición 1993.

9. Graham J. Atlas práctico de cementos ionómero de vidrio. Guía clínica. Barcelona. Editorial Salvat 1990. Pag. 1,19,36
10. Bruce J. Bases Practicas de Odontología Estetica. Editorial Masson 1ª edición 1998. Pag. 50,62,66ntristy 20:2 1998
11. Grobler s. et al. A comparison of fluoride release from varios dental materials. Jornal of Dentistry. Vol. 26 N° 3 pp. 259-265 1998
- .12. Berg J. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry 20:2 1998. Pp. 93-99
- 13) Dijkman A et al Remineralización of human Enamel in situ afther 3 Months: The Effect of not Brushing versus the Effect of an F Dentifrice and an F - Free Dentifrice. Caries Res 24:263-266