

 **Biblioteca digital**

Incluye **e-Book**



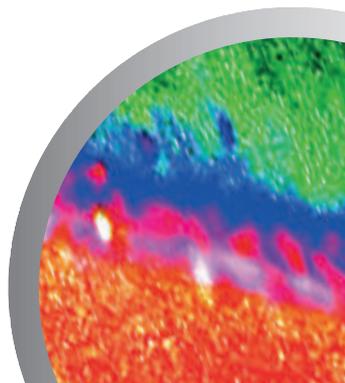
JORGE URIBE ECHEVARRÍA

**ADHESIÓN, REMINERALIZACIÓN,
ESTÉTICA Y BIOMIMÉTICA**
EVIDENCIA Y PRÁCTICA CLÍNICA


AMOLCA

ADHESIÓN, REMINERALIZACIÓN, ESTÉTICA Y BIOMIMÉTICA

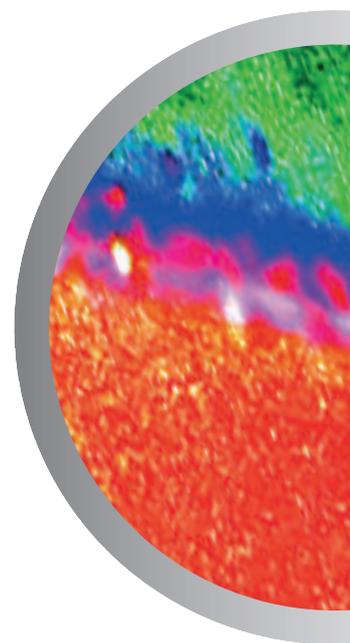
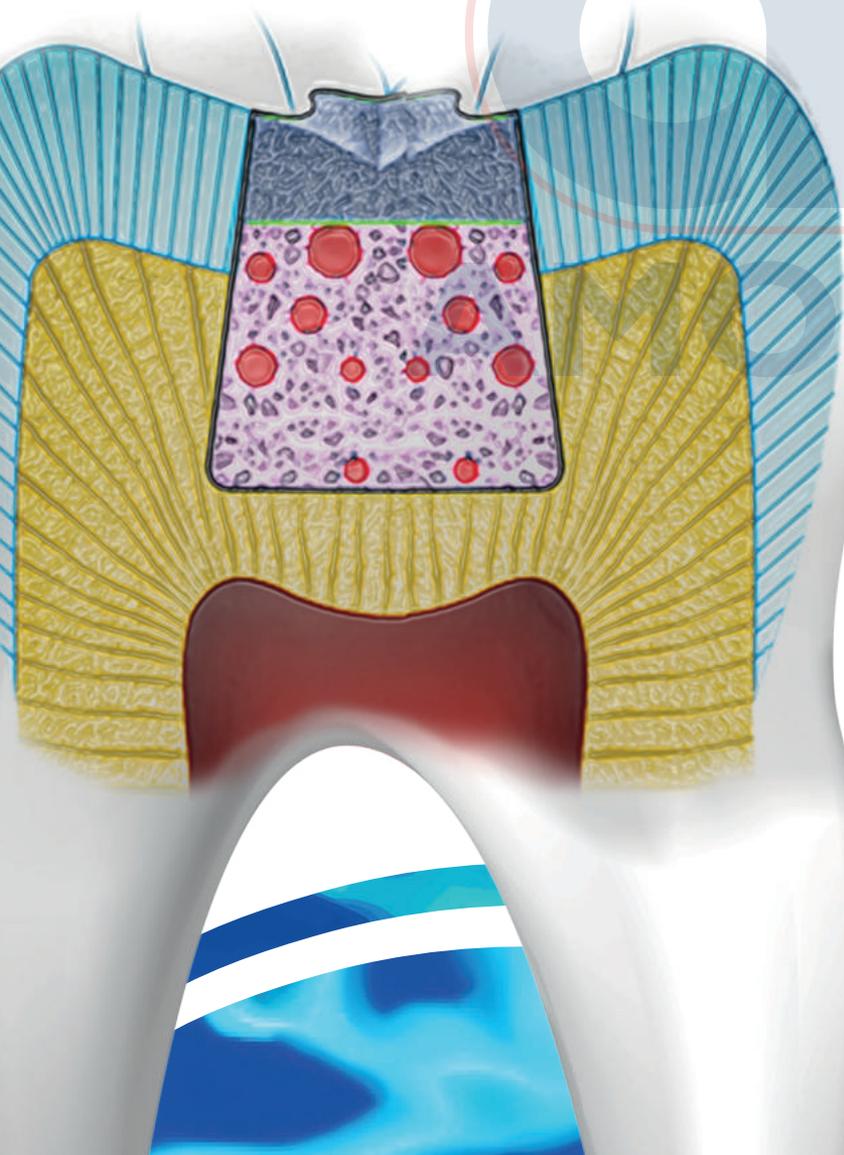
EVIDENCIA Y PRÁCTICA CLÍNICA



ADHESIÓN, REMINERALIZACIÓN, ESTÉTICA Y BIOMIMÉTICA

EVIDENCIA Y PRÁCTICA CLÍNICA

Jorge Uribe Echevarría, DDS, PhD
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina



2024



Contenido

1 Cariología 1

Andrea Uribe Echevarría - Marta E. Saravia - Leonardo J. Uribe Echevarría
Diego I. Uribe Echevarría - Ismael A. Rodríguez - Jorge Uribe Echevarría

2 Prevención y remineralización 37

Andrea Uribe Echevarría - Marta E. Saravia - Leonardo J. Uribe Echevarría
Diego I. Uribe Echevarría - Luis Karakowsky Kleiman - Jorge Uribe Echevarría

3 Selladores de fosas, surcos, puntos y fisuras, y fisurotomía 83

Diego I. Uribe Echevarría - Andrea Uribe Echevarría - Leonardo J. Uribe Echevarría
Carlos A. Rozas - Jorge Uribe Echevarría

4 Adhesión a esmalte 119

Andrea Uribe Echevarría - Carmen Carda Batalla - Leonardo J. Uribe Echevarría
Diego I. Uribe Echevarría - Ismael A. Rodríguez - Carlos A. Rozas - Jorge Uribe Echevarría

5 Adhesión a dentina y cemento dental 145

Andrea Uribe Echevarría - Carmen Carda Batalla - Diego I. Uribe Echevarría
Leonardo J. Uribe Echevarría - Ismael A. Rodríguez - Carlos A. Rozas - Jorge Uribe Echevarría

6 Biocompatibilidad y citotoxicidad 213

Ismael A. Rodríguez - Carlos A. Rozas - Jorge Uribe Echevarría

7 Selladores dentinopulpaes 225

Norma G. Núñez Poussif - Carmen Carda Batalla - Andrea Uribe Echevarría
Ismael A. Rodríguez - Carlos A. Rozas - Jorge Uribe Echevarría

8 Resinas compuestas o composites 265

Diego I. Uribe Echevarría - Leonardo J. Uribe Echevarría - Andrea Uribe Echevarría
Carlos A. Rozas - Ismael A. Rodríguez - Luis Celis Rivas - Pedro Brito Frías - Jorge Uribe Echevarría

9 Cementos de ionómeros vítreos y vidrios híbridos heterogéneos 395

Leonardo J. Uribe Echevarría - Diego I. Uribe Echevarría - Andrea Uribe Echevarría
Ismael A. Rodríguez - Carlos A. Rozas - Jorge Uribe Echevarría

Índice alfabético 503

Prevención y remineralización

Andrea Uribe Echevarría
Marta E. Saravia
Leonardo J. Uribe Echevarría
Diego I. Uribe Echevarría
Luis Karakowsky Kleiman
Jorge Uribe Echevarría

ORCA y el Grupo de Investigación en Cariología de la IADR organizan un taller sobre Terminología y manejo de la Caries Dental, en Frankfurt Alemania en 2019, con la finalidad de discutir y llegar a un consenso sobre las definiciones de los términos más utilizados en cariología. Los objetivos del taller fueron: a) identificar los términos disponibles en la literatura utilizados para describir la caries dental y contenidos relacionados; b) seleccionar los términos más utilizados y revisar sus definiciones, con base en los conceptos actuales y c) discutir y acordar los términos y definiciones más apropiados.

Se incluyeron términos relacionados con la definición, diagnóstico, evaluación de riesgos y seguimiento de la caries dental. En este taller se establece que: *El cuidado, manejo y control de la caries son acciones que se toman para interferir con la pérdida de minerales en todas las etapas de la enfermedad de caries, incluidas las intervenciones, tratamientos no quirúrgicos y quirúrgicos.* (Kidd E, Fejerskov O, Nyvad B 2015).

Debido a los procesos continuos de desmineralización y remineralización, el control de la caries debe continuarse durante todo el ciclo de la vida.

Los términos *cuidado, manejo y control* de caries pueden ser más apropiados que el término prevención de caries. (Machiulskiene V et al 2020).

Prevención con fluoruros

El flúor (F^{\cdot}) es el elemento químico con número atómico 9, situado en el grupo de los halógenos de la tabla periódica, no se encuentra libre en la naturaleza, salvo en algunas rocas volcánicas, ya que siempre se encuentra combinado como fluoruro con Na, K, Mg, Sn, Ba, Ca.

Cuando se utiliza en odontología siempre es como fluoruro y no como flúor.

El fluoruro actuando de forma tópica o sistémica, ayuda a prevenir la caries dental, deteniendo el proceso de desmineralización del esmalte y acelerando el proceso de remineralización.

El modo de accionar del fluoruro es impedir la desmineralización, promover la remineralización, disminuyendo el metabolismo y el desarrollo microbiano.

El fluoruro se difunde en el medio ambiente y en los huesos, dientes y tejidos calcificados del cuerpo humano y ha sido tema de grandes discusiones e investigaciones.

Hace más de 50 años, se creía que el efecto preventivo en caries dental se lograba por el incremento en la cantidad de fluoruro en la superficie del esmalte, lo que reducía su solubilidad, principalmente a través de la formación de *fluorapatita*. Actualmente este concepto ha cambiado y el efecto preventivo se debe a la presencia continua del ion flúor en el medio bucal, alrededor y/o cubriendo al elemento dentario y no a la incorporación de flúor en el esmalte; niveles altos de fluoruro en esmalte no garantizan la protección contra la caries.

Diversas investigaciones concluyen, que niveles adecuados de fluoruro en el fluido del biofilm dental favorecen el equilibrio entre los ácidos orgánicos, fosfatos, calcio y otros elementos que pudieran retardar o inhibir la producción ácida y promover la remineralización (Fejerskov O et al 1981; Beltrán-Aguilar ED et al 2000).

Los fluoruros han sido reconocidos por mucho tiempo como inhibidores enzimáticos, uno de los mecanismos por los cuales se trata de explicar el efecto anticariogénico de los mismos.

El ion fluoruro posee propiedades antibacterianas y puede inhibir la síntesis de glucano en las bacterias

cariogénicas. En el caso de *Streptococcus mutans*, la acción antibacteriana se debe a la acidificación del citoplasma bacteriano a través de la formación de iones H^+ y F^- a partir del fluoruro de hidrógeno y la alteración de su metabolismo. Las concentraciones necesarias para tener un efecto antibacteriano significativo son mucho mayores que las necesarias para reducir la solubilidad del esmalte. Aún hoy, se continúa estudiando en cuánto contribuyen los mecanismos antimicrobianos del fluoruro en sus efectos preventivos. (Pandit S et al 2015; Philip N, Walsh L 2019).

En el mecanismo de acción del fluoruro se debe tener presente que la glucosa al ser metabolizada por las bacterias cariogénicas pasan por un proceso bioquímico denominado la Vía Embden Meyerhoff, *vía metabólica de la glucólisis anaerobia que comienza con la fosforilación de la glucosa y termina produciendo ácido láctico*, provocando un descenso del pH a 5,5. Cuando hay un aporte de fluoruro en promedio de 200ppm, se inhibe la formación de la enzima enolasa, importante en el circuito de la vía metabólica, y se interrumpe el proceso normal, por esto disminuye la producción final de ácido láctico.

La incorporación de fluoruro al esmalte reduce la fuerza electrostática que interviene en la adhesión de las bacterias e inhibe la formación de la placa bacteriana.

La carga electrostática de la superficie del esmalte es positiva y el de las bacterias Negativa, por diferencia de cargas se atraen, y provoca un importante aumento de placa bacteriana. La reducción de la producción de polisacáridos extracelulares en la placa dental se debe a la incorporación de fluoruro al esmalte reduciendo la fuerza electrostática que interviene en la adhesión de las bacterias y, asimismo, se inhibe la formación de la placa bacteriana.

La incorporación de fluoruro en la superficie del esmalte determinará un predominio de cargas negativas en la superficie de la estructura adamantina, a su vez, éstas al unirse a la carga negativa de las bacterias, producirá una repulsión, y esto se traducirá en una disminución en la formación de placa bacteriana; para este propósito será necesaria una concentración promedio de 30ppm de fluoruro.

Normalmente existe una concentración elevada de hidrógeno en la saliva, que al entrar en contacto con el fluoruro forma ácido fluorhídrico y de esta forma es como hace su ingreso al interior de la bacteria ya en su interior se vuelven a separar y es la concentración de hidrogeniones que torna al medio interno en un medio ácido, provocando desorganización y muerte bacteriana, para esto se requiere una concentración de 4000 a 6000ppm de fluoruro.

Para resumir, podría decirse que el pH intracelular de las bacterias se considera mayor que la del ambiente extracelular. Si el pH de un medio que contiene F^- disminuye, algunos de los iones fluoruro son convertidos en la molécula no-ionizable ácido fluorhídrico (HF), los cuales difunden hacia la célula debido a que la membrana celular es permeable a este compuesto. Esta es una explicación de la gran sensibilidad de las bacterias a los fluoruros en pH bajos. Cuando el HF entra a la bacteria, ese espacio intracelular posee mayor pH que en el medio externo, por lo que el HF se ioniza y se forman nuevamente H^+ y F^- lo que acarrea tres consecuencias: a) baja la concentración de HF en la bacteria, manteniéndose un gradiente de concentración que impulsa la entrada de HF; b) aumenta la concentración intracelular del ion F^- el cual inhibe a la enzima enolasa; c) se incrementa la concentración de H^+ que disminuye el pH intracelular inhibiendo a muchas enzimas bacterianas. (Eisenberg AD, Marquis RE-1980).

El sitio de mayor inhibición del fluoruro en las bacterias es la enzima enolasa de la vía Embden-Myerhoff, enzima que convierte el fosfoglicerato (PG) a fosfoenolpiruvato (PEP). Cuando esta reacción es bloqueada se acumula el PG y no se forman los productos de la cadena, PEP y ácido láctico. Esto trae diferentes consecuencias a la bacteria: la disminución en la formación de ácidos por parte de la bacteria disminuye la habilidad de ésta para producir caries; en muchas bacterias la incorporación de glucosa requiere la presencia de fosfoenolpiruvato (*del sistema de las fosfotransferasas*), por lo que se reduce su entrada; y algunas bacterias incorporan glucosa a través del sistema ATPasas de membrana. (Hamilton IR 1990).

La incorporación de este último mecanismo depende de la habilidad de las bacterias de extruir protones lo cual es controlado por enzimas sensitivas al fluoruro, las *ATPasas translocadoras de protones* son inhibidas por concentraciones muy pequeñas de fluoruro presentes en el fluido de la placa. Por eso, los fluoruros al reducir la producción de PEP e inhibir la extrusión de protones interfieren con la incorporación de glucosa a la bacteria por mecanismos independientes, esto trae como consecuencia la disminución pronunciada de la actividad metabólica de la bacteria y su potencial muerte. (Psarros N et al 1990).

El fluoruro presenta un doble mecanismo de acción: a) transforma la hidroxiapatita del esmalte en fluorapatita o fluorhidroxiapatita que son más resistente a la descalcificación y b) impide las reacciones de la glucólisis microbiana del biofilm; y disminuye la formación de ácidos, fundamentalmente ácido láctico, meca-

nismo indispensable para la desmineralización subsuperficial y la descomposición de la hidroxiapatita en iones calcio, fosfato y agua que se eliminan por saliva.

Los micro y nanocristales de la estructura adamantina que se forman son más estables, alargados y resistentes a los ácidos bucales y bacterianos.

El fluoruro puede emplearse en forma sistémica y tópica. El fluoruro administrado por vía sistémica se incorpora al esmalte durante la etapa de maduración cristalina y favorece la formación de cristales de fluorapatita (FA) y fluorhidroxiapatita (FHA). Por su parte, el fluoruro tópico tiene su aplicación en el periodo posteruptivo, pues favorece la maduración posteruptiva del esmalte y transforma los cristales de hidroxiapatita en estructuras menos solubles, como son la FA y FHA que tienen mayor resistencia a la desmineralización. (Gómez de Ferraris M, Campos Muñoz A 2019).

La ciencia odontológica ha logrado que la industria presente el fluoruro en diferentes formas de aplicación: tópica, geles, pastas, barnices, enjuagues, etc. En los últimos años los barnices de fluoruro son utilizados en el tratamiento, manejo y control con el fin de interferir en el inicio de una lesión de caries, es un procedimiento de elección en la prevención de caries dental, esta forma de aplicación se desarrolló para prolongar el tiempo de contacto entre el fluoruro y la superficie del diente. (Vogel GL, 2011; Marinho V et al 2013).

La aplicación profesional de los barnices fluorados es recomendada por el Consejo de la Asociación Estadounidense de Asuntos Científicos en los pacientes de riesgo moderado y alto o vulnerables a la caries dental; por su facilidad de aplicación y eficacia es utilizado en todas las edades. (Maguire A, 2014).

Zuo H et al 2018, introdujeron el conocimiento sobre la toxicidad del fluoruro; la acumulación de fluoruro en el medio ambiente presenta graves riesgos para la salud de plantas, animales y seres humanos; respecto a la salud humana, afecta el crecimiento y desarrollo, y tiene un impacto negativo en la cadena alimenticia; en los últimos años, las publicaciones se han centralizado en el estudio de los mecanismos moleculares asociados con la toxicidad del fluoruro. Demostraron que el fluoruro puede inducir estrés oxidativo, limitar la homeostasis redox intracelular, provocar daño mitocondrial y del retículo endoplásmico, y alterar la expresión génica.

Grandjean P 2019, asegura que después del descubrimiento del fluoruro, como agente de prevención de caries a mediados del siglo XX, la fluoración del agua comunitaria se ha convertido en una aplicación generalizada, a veces aclamada como un pilar de la salud pública moderna; no obstante, esta práctica da

como resultado una ingesta elevada de fluoruro y se ha tornado controvertida por dos razones. En primer lugar, la aplicación tópica de fluoruro en la cavidad bucal parece ser un medio más directo y apropiado de prevenir la caries dental; y en segundo lugar, se sospecha que la absorción sistémica de fluoruro causa efectos adversos, en particular, neurotoxicidad durante el desarrollo temprano; esto último está respaldado por hallazgos experimentales de neurotoxicidad y evidencia toxicocinética del paso del fluoruro al cerebro. Al hacer una revisión de la literatura sobre la exposición al fluoruro y la discapacidad intelectual humana con un enfoque principal en los estudios sobre niños, publicados después de un metaanálisis en 2012, destacan: catorce estudios transversales recientes de áreas endémicas con concentraciones de fluoruro naturalmente altas en el agua subterránea que respaldaron los hallazgos anteriores de déficit cognitivo en niños con exposiciones elevadas al fluoruro; tres estudios recientes de México y Canadá sobre datos individuales que mostraron cómo las exposiciones tempranas al fluoruro se asociaron con un menor desempeño y capacidad de los niños en las pruebas cognitivas.

Así, la neurotoxicidad depende de la dosis tentativas y sugieren que es probable que las exposiciones estén por debajo de las concentraciones de fluoruro actualmente aceptadas o recomendadas en el agua potable; y concluyen diciendo que los resultados epidemiológicos recientes apoyan la noción de que una ingesta elevada de fluoruro durante el desarrollo temprano puede resultar en déficits considerables en el Cociente Intelectual; el reconocimiento de los riesgos neurotóxicos es necesario, para determinar la seguridad del agua potable con fluoruro y los usos del fluoruro en odontología preventiva.

Además de su citotoxicidad, el fluoruro también ha sido examinado por sus efectos beneficiosos como la prevención y el tratamiento de la caries dental, las infecciones microbianas, ciertas inflamaciones, cáncer, la aparición de cálculos renales, etc. (Egan S, Gardiner M 2016; Sharma D et al 2016; Twetman S 2018; Zuo H et al 2018; Dharmaratne RW 2019; Grandjean P, 2019; Strunecka A, Strunecky O 2019).

La fuente más común de *fluoruros* es el agua potable, las pastas dentales, los enjuagues bucales, los barnices y las pastas fluorados para topicaciones.

El fluoruro tópico aplicado como topicaciones en el consultorio odontológico, fortalece los elementos dentarios que están en la boca, porque a medida que el fluoruro se fusiona con la superficie del esmalte, se acumula en la superficie exterior de los dientes haciéndolos más resistentes y protegiéndolos de la caries.

Los beneficios del fluoruro se conocen desde hace más de 75 años; sin embargo, como con todas las sustancias que ingerimos hay niveles seguros, niveles que son los mejores para nuestra salud en general, y niveles que no son buenos.

Cuando ingerimos demasiado fluoruro se produce una afección llamada *fluorosis dental*, que puede hacer que los dientes de un niño o adulto se pigmenten de color amarillado o tengan puntos blancos.

La European Academy of Pediatric Dentistry declara que el efecto cariostático de los fluoruros se ejerce más por su acción tópica que por su acción sistémica, efecto que aumenta cuando se combina con una buena higiene bucal y cuando se realiza un cepillado completo de los elementos dentarios con un dentífrico fluorado.

Muchos países del mundo presentan zonas endémicas de fluorosis que pueden provocar dolor y daño en los huesos y las articulaciones. Los huesos pueden endurecerse y volverse menos elásticos, lo que aumenta el riesgo de sufrir fracturas. *El fluoruro por sí solo no puede prevenir la caries dental o disbiosis, sino que este elemento es sólo una parte de lo que es necesario, para tener una buena salud bucal:*

- lavarse los dientes dos veces al día con pasta dental fluorada;
- usar hilo de seda dental diariamente;
- ingerir una dieta equilibrada;
- limitar los momentos de azúcar, especialmente evitar comer dulces pegajosos y
- restringir el consumo de bebidas o refrescos con pH muy bajos, igual o menor a 2.

Fluoruro fosfato acidulado y fluoruro fosfato de sodio

Los agentes fluorados más comúnmente empleados son el *Fluorofosfato Acidulado o APF* y el *Fluoruro de Sodio o NaF*.

Se aplican a través de pinceles o cubetas ajustables, descartables y su frecuencia de empleo se modificará en función del riesgo de caries dental del paciente.

Este tipo de aplicaciones deben enfocarse principalmente en aquellos pacientes con alto o extremo riesgo de caries, poniendo especial atención en que el paciente no ingiera el fluoruro ya que podría originar problemas tóxicos-digestivos; por ello, que no se aconseja su uso en niños menores de 6 años de edad por el riesgo ingerir el gel.

FLUORURO FOSFATO ACIDULADO APF al 1,23 %: se compone de fluoruro de sodio, ácido fluorhídrico,

ácido fosfórico y contiene una concentración de fluoruro de 12.300ppm, siendo actualmente el más utilizado.

Se expende comercialmente en forma de solución tixotrópica. Los hallazgos realizados por Calvo AF et al 2012, sugieren que 1 minuto de aplicación de gel APF proporciona un efecto similar sobre la inhibición de la desmineralización, que 4 minutos tanto para el esmalte del diente permanente como para el diente primario.

FLUORURO FOSFATO DE SODIO: presenta una concentración de fluoruro de 9040ppm y apareció como alternativa al APF, ante la posibilidad de que este alterase las restauraciones de composite y las superficies de coronas o carillas de porcelana. *La frecuencia recomendada es de dos aplicaciones anuales.*

Técnica de aplicación de los fluoruros tópicos:

Las cubetas para su aplicación pueden ser prefabricadas o bien confeccionadas a partir de un molde individual de las arcadas dentales.

Las de uso más frecuente son las de polietileno desechables ya que son fáciles de usar, flexibles, blandas, retienen bien el gel y son bien aceptadas por el paciente.

En el mercado se pueden encontrar de varios tamaños, simples y moduladas.

Limpieza de los dientes previo a la aplicación: a) se deben eliminar depósitos de placa, tártaro o restos de alimentos que pueden impedir la captación del fluoruro; b) lavado de la boca con agua oxigenada al 3 % durante un lapso de 1 minuto; c) lavado con agua filtrada durante 1 minuto; secado de los dientes con aire a presión deshumidificado;

Llenado de la cubeta con gel de fluoruro: hasta los 2mm de espesor, para que no rebalse cuando es colocada en la cavidad bucal, evitando el exceso de gel de fluoruro y su deglución, porque su ingestión puede causar problemas digestivos, náuseas y vómitos;

Instalación de la cubeta en la boca: se ubica la cubeta con el gel asentándola sobre

los dientes con un leve movimiento de oscilación; se pone un eyector de saliva y se mantiene la cubeta en posición presionándola ligeramente, para aprovechar las propiedades tixotrópicas del gel, durante 1 a 4 minutos o bien el tiempo que estipule el comerciante, para que el gel penetre en los espacios interproximales. Actualmente existen en el mercado geles de fluoruro cuyo tiempo de permanencia en boca es de

solamente 1 minuto. Si el paciente tiene edad suficiente, es cooperador y controla bien el reflejo de deglución, se pueden tratar simultáneamente ambas arcadas colocando una cubeta para los dos maxilares o bien dos cubetas, pidiéndole al paciente que cierre la boca para ejercer una ligera presión.

Una vez retirada la cubeta, se aspira el exceso de gel y se pide al paciente que salive. Una vez hecho esto, el paciente puede escupir, pero no comer, ni enjuagarse o beber líquidos por media hora.

En niños menores de 6 años o mayores que no controlan el reflejo de la deglución está totalmente contraindicada la aplicación de gel de fluoruros. Se debe sustituir por otra metodología.

Sin embargo, el efecto del fluoruro no sería igual en la totalidad de las superficies dentarias; siendo el fluoruro muy eficiente en las superficies libres, proximales y cervicales; las superficies oclusales serían las menos beneficiadas por las características anatómo-estructurales, la profundidad y amplitud de las fosas, surcos, puntos y fisuras. *La ineficacia del fluoruro en las caras oclusales estaría conectada directamente con el tipo y profundidad de los defectos estructurales o falta de coalescencia de los lóbulos adamantinos de desarrollo que caracterizan a los mismos.*

Barnices fluorados

La detección temprana de caries y el uso de intervenciones no invasivas son enfoques importantes para controlar la progresión de la caries. (Stahl J, Zandona AF 2007).

Es sabido desde hace tiempo que no todas las lesiones de caries progresan a la cavitación. (Dirks OB 1966).

La dieta y el control de la biopelícula dental son suficientes para controlar las lesiones inactivas del esmalte. Los fluoruros tópicos, como los barnices, se han utilizado como adyuvantes para el tratamiento de las lesiones activas de las manchas blancas cariosas. (Kidd E 2011).

La evidencia sobre el efecto de los fluoruros tópicos en la prevención de la caries dental ha sido ampliamente reportada, presentando un claro beneficio de la aplicación de barniz de fluoruro al menos dos veces al año para la prevención de caries en niños y adultos. (Marinho VC et al 2013).

El uso de barnices de fluoruro es considerado apropiado para superficies dentales en individuos de moderado y alto riesgo a caries. (Petersson LG et al 1998).

La aplicación tópica profesional de fluoruro mejora la remineralización de las lesiones del esmalte activo porque las cantidades de calcio y fosfato perdidas por la estructura dental pueden ser reemplazadas por el esmalte en forma de fluorapatita. (Lambrou D et al 1981).

Fueron originalmente desarrollados para extender el tiempo de contacto entre el fluoruro y el esmalte dental, pues se adhieren a la superficie dental por períodos largos de 12 horas o más, en una capa delgada y previenen la pérdida inmediata, posterior a su aplicación, funcionando como reservorios de liberación lenta de fluoruro haciendo poco probable la toxicidad aguda. (Ogaard B et al 1994).

Debido al bajo riesgo de experimentar daño en niños menores de 6 años, dosis unitarias de 2,26 % de barniz de fluoruro es el único agente tópico de fluoruro recomendado para este grupo etario. (Weyant RJ 2013).

Una revisión de la ADA en el 2006 sobre el uso en oficina del fluoruro, concluyó que el barniz de Fluoruro al 5 % está reemplazando al gel y espuma APF 1,23 %, porque: a) provee una mayor concentración de fluoruro por más tiempo; b) es mejor tolerado por los niños y c) tiene menor ingestión. (American Dental Association Council on Scientific Affairs 2006).

En el 2016, se realizó una revisión sistemática para evaluar la efectividad de aplicaciones tópicas profesionales (geles y barnices) en detener la progresión de lesiones de caries en esmalte tanto para dientes primarios como permanentes y se concluyó que los barnices de fluoruro demostraron ser un tratamiento efectivo para revertir lesiones cariosas incipientes en dentición primaria y permanente. (Lenzi TL et al 2016).

De acuerdo con su composición los barnices pueden clasificarse en:

- 1) Barnices con fluoruro;
- 2) Barnices con fluoruro, calcio y fosfato;
- 3) Barnices de ionómero de vidrio con fluoruro, calcio y fosfato;

1) Barnices con fluoruro

En este grupo se incluyen: Duraphat - Colgate; Durasshield - Sultan; Ultrathin - Waterpick; FluoroDose - Centrix; Duraflor - Medicom; Flor-Opal - Ultradent; Enamelast - Ultradent; Fluor Protector S - Ivoclar/Vivadent; Bifluorid 12 - Voco; Profluorid L - Voco; White Fluoride - Butler; Flairesse - DMG; FluoriMax - Elevate Oral Care.

- 1a) **DURAPHAT®**: barniz de fluoruro de sodio al 5 % que contiene 22 600ppm de fluoruro en una base resinosa que se adhiere rápidamente en presencia de saliva. Contiene como ingredientes: 10 a

40 % de resina colofonia, 10 a 30 % de etanol, menos de 5 % de fluoruro de sodio, de 1 % de sacarina sódica y de 1 % de acetato de isoamilo. (Bayrak S et al 2017).

Se debe aplicar una capa fina de la suspensión en las superficies dentales que presenten elevada sensibilidad e indicar a los pacientes que no deben cepillarse los dientes durante las 40 horas siguientes al tratamiento. (Berkathullah M, 2018; Üstün N, Aktören O, 2019). *La aplicación de los barnices fluorados se debería realizar semestralmente.*

- 1b) **FLUOR PROTECTOR®**: laca protectora, sin color con fluoruro, que se aplica con facilidad y fluye rápidamente; se seca con rapidez y muestra una elevada unión al diente. Es idóneo para el tratamiento de niños, adolescentes y adultos, porque su concentración de fluoruro es del 0,1 %. La acción protectora influye en la inhibición de la desmineralización, la estimulación de la remineralización, la incorporación de fluoruro al esmalte y la remineralización de lesiones de caries iniciales y erosiones. (Cossellu G et al 2015; Byeon SM et al 2016).
- 1c) **BIFLUORID 12®**: laca con alto contenido de fluoruro, que contiene 6 % de fluoruro de sodio y 6 % de fluoruro de calcio de liberación lenta en solventes orgánicos, formando una laca orgánica con fuerte unión a la estructura del elemento dentario. Reduce la sensibilidad por fluorización profunda y forma una capa protectora contra el ciclaje térmico-mecánico y lesiones iniciales de caries por remineralización. (Punathil S et al 2018).
- 1d) **ENAMELAST®**: barniz de fluoruro de sodio al 5 % endulzado con xilitol en un vehículo de resina. En su fórmula presenta un agente promotor de adhesión patentado que logra una retención aumentada, al tiempo que proporciona liberación y absorción de fluoruro. Disponible en jeringas y aplicaciones de dosis unitarias en sabores walterberry, cream orange, cool mint, bubble gum y caramel. Sin sabor nuez y sin gluten por razones alérgicas. (Godoi FA et al 2019).

2) Barnices con fluoruro, calcio y fosfato

Clinpro Vanish (TCP) - 3M; Enamel Pro (ACP) - Premier; MI Varnish (CPP-ACP) - GC; Embrace (cXp) - Pulpdent.

- 2a) **CLINPRO® WHITE, barniz de contacto prolongado con TCP**: este barniz es un recubrimiento protector a base de ionómero de vidrio modifi-

cado con resina fotopolimerizable, para tratar superficies radiculares expuestas y sensibles. Con liberación de fluoruro y calcio, por un período de 6 meses. Brinda alivio inmediato de la hipersensibilidad dentinaria y con efecto remineralizante.

Contiene en su composición 1 a 5 % de fluoruro de sodio, 30 a 75 % de glicerol pentaeritrol, éster de resina colofonia, 10 a 15 % de n-hexane, 1 al 15 % de etil alcohol, 1 a 5 % de potenciador de sabor, 1 a 5 % de espesante, 1 a 5 % sabor de calidad alimentaria, menos de 5 % de TCP o fosfato tricálcico modificado; fórmula patentada que contiene fluoruro, calcio y componentes de fosfato de la saliva. El sistema de aplicación es clicker dispenser. (Bayrak S et al 2017).

Está indicado su uso como desensibilizante y remineralizante de lesiones de caries iniciales y en la prevención de caries en primeros molares inferiores recién erupcionados.

Es tolerante a la humedad, lo que lo hace adecuado para ser aplicado sobre superficies radiculares y de dentina expuesta. Protege a los dientes de la desmineralización en zonas de alto riesgo de caries por el uso de brackets y dientes en proceso de erupción (Terenzi M et al 2018; Kannan A, Padmanabhan S, 2019).

3) Barnices de ionomero de vidrio con fluoruro, calcio y fosfato

- 3a) **CLIMPRO XT** Glicerofosfato de Calcio, 3M-ESPE: barniz a base de ionómero de vidrio de fotocurado para aplicar en zonas definidas, con liberación sostenida de fluoruro y adhesión química a la estructura dental.

Proporciona una mejoría inmediata a la hipersensibilidad y como contiene glicerofosfato de calcio, dispensa calcio y fosfatos, por lo que actúa en la remineralización de áreas con fenómenos de desmineralización e hipoplasia.

- 3b) **MI Varnish CPP-ACP GC Corporation**: barniz fluorado que contiene Recaldent (CPP-ACP), o Fosfopéptido de Caseína y Fosfato de Calcio Amorfo, liberando Calcio, Fosfatos y Fluoruros biodisponibles; el compuesto CPP-ACP fue desarrollado en la School of Dental Science de la Universidad de Melbourne, Victoria, Australia. Su pH neutro de 6,6 aumenta la resistencia ácida del esmalte e inhibe la desmineralización, facilitando la remineralización. Recaldent™ (CPP-ACP) se obtiene de la caseína de la leche y no debe ser aplicado en pacientes alérgicos a la proteína de la leche o a los hidroxibenzoatos.

Pastas dentales con fluoruros en alta concentración

- a) **COLGATE ORTHOGARD®**: crema dental con 5000 ppm de fluoruro de sodio ideal para pacientes con tratamientos de ortodoncia y/o pacientes con alto riesgo de caries. Indicado en adultos y para niños a partir de los 6 años de edad. (Nordström A, Birkhed D 2010).
- b) **GC TOOTH MOUSSE PLUS®**: crema saborizada con base acuosa que contiene calcio y fosfatos biodisponibles con fluoruro incorporado o *CPP-ACPF fosfopéptido de caseína y fluoruro fosfato de calcio amorfo*. (Reynolds EC, Rio A 1984).

Se obtiene a partir de la caseína o proteína de la leche y desde hace varios años; se conoce que la leche y sus derivados tienen un efecto protector sobre los dientes.

Las investigaciones han demostrado que esta actividad se debe a que una parte de la caseína llamada *fosfopéptido de caseína o CPP* contiene iones de calcio y fosfato en forma de *fosfato de calcio amorfo o ACP*.

El compuesto CPP-ACP fue desarrollado en la School of Dental Science de la Universidad de Melbourne, Victoria, Australia; Recaldent® CPP-ACP, se obtiene de la caseína de la leche refinada y de la más alta calidad, proveniente de bovinos de Australia y Nueva Zelanda, de la fábrica diseñada especialmente en Melbourne. (Al-Batayneh OB et al 2020).

No se debe utilizar en pacientes sensibles o alérgicos a la proteína de la leche o a los conservantes de hidrogenoato o derivados de la soja. No es adecuado para niños menores de 6 años y esto se debe a que GC Tooth Mousse Plus® contiene un nivel de fluoruro de 0,2 % o 900ppm, que se aproxima al de las pastas dentales para adultos y que pueden generar fluorosis leve.

Está indicado si el paciente posee caries activas; presenta sensibilidad, erosiones o desgaste dental; sufre sensación de boca seca o xerostomía; presenta náuseas matutinas durante el embarazo; está efectuando un tratamiento de ortodoncia; presenta lesiones de caries iniciales o manchas blancas; si se está realizando procedimientos de blanqueamiento dental; tiene un mayor riesgo de caries como resultado de enfermedades como la diabetes o medicamentos recetados que disminuyen el flujo salival, como los tranquilizantes, hipnóticos o antihipertensivos.

Se debe evitar comer o beber durante 30 minutos después de la aplicación.

Una recomendación general es utilizarlo todas las noches después de cepillarse los dientes porque el

flujo de saliva es menor por la noche y este es el momento ideal para ofrecer mayor protección.

- c) **COLGATE® PREVIDENT 5000 PLUS**: pasta dental con fluoruro de prescripción con receta médica que puede suministrar 5000 ppm de fluoruro de sodio al 1,1 %. Combina el poder de limpieza de una pasta de dientes con fluoruro con la protección y remineralización de caries en etapa de mancha blanca y de caries radiculares. Es ideal para pacientes con alto y medio riesgo de caries. (Baysan A et al 2001; Ballard RW et al 2013).

Diamino fluoruro de plata, sdf

Agente anticaries que se une al tejido dental; la literatura indica que el *SDF* es un tratamiento preventivo para la caries dental en entornos comunitarios; en concentraciones del 30 % y 38 %, *SDF* muestra potencial como tratamiento alternativo para la detención de caries en la dentición temporal y primeros molares permanentes. Fancher M et al 2019; investigaron el efecto del fluoruro de diamino de plata (*SDF*) y el barniz de fluoruro (*FV*) sobre los fibroblastos gingivales humanos (*HGF*) y las bacterias; se evaluó la viabilidad de las células *HGF* después de la exposición a varias diluciones de *SDF* o *FV*; las derivaciones fueron que al 0,01 % el *SDF* fue 100 % citotóxico para los fibroblastos gingivales humanos; los discos tratados con *SDF* eran tóxicos para los *HGF* y las bacterias después de 9 semanas de aplicado; *como importancia clínica se desprende que SDF y FV pueden inducir muerte celular; el FV perdió su citotoxicidad en 3 semanas, mientras que el SDF permaneció citotóxico incluso después de 9 semanas de aplicación*; esta investigación confirma que el *SDF* tiene efectos antimicrobianos duraderos en concentraciones muy bajas, aunque genera preocupación respecto a su citotoxicidad. También genera preocupación la pigmentación permanente que este producto causa sobre el elemento dentario, cuando existen cantidad de otros productos, que no colorean, ni pigmentan y que generan los mismos beneficios sin afectar la estética.

Infiltración polimérica de caries por microabrasión

El tratamiento de caries iniciales está siendo reemplazado en los últimos años, por un enfoque preventivo o con mínima intervención, para ello se debe conocer el riesgo de caries y detectar las lesiones tempranamente para evitar el tratamiento invasivo. Se están utilizando

varios tratamientos no invasivos de las lesiones de caries iniciales sin cavitación: a) remineralización de las lesiones con fluoruros; b) CPP-ACP o fosfato de calcio amorfo y fosfopéptido de caseína con y sin la incorporación de fluoruros; c) selladores terapéuticos para lesiones oclusales; d) infiltración de caries con resinas sin carga inorgánica tratamiento creado y desarrollado por Robinson C et al 1976. (Griffin SO 2008 ; Frencken JE et al 2012 ; Doméjean S et al 2015).

Paris S et al 2007 modificaron la creación de Robinson C et al 1976, por la infiltración polimérica de caries iniciales no cavitadas, con una resina de baja densidad sin carga inorgánica que obturaría los nano y microporos subsuperficiales de la mancha blanca en el cuerpo de la lesión. (Senestraro SV et al 2013 ; Paris S et al 2013; Tirtel G et al 2013; Wu L 2019).

El Sistema Icon® se describe como una tecnología microinvasiva que rellena, refuerza y estabiliza el esmalte desmineralizado sin alterar la estructura dental sana; el principio de la infiltración resinosa es introducir en el esmalte poroso una resina por acción capilar, deteniendo así, la progresión de la lesión, al ocluir las microporosidades que proporcionan vías de difusión para los ácidos bacterianos. El sistema está diseñado para el tratamiento de caries iniciales en etapa de mancha blanca o limitadas a esmalte; en lesiones de las caras mesial, distal, bucal, lingual y en lesiones por brackets ortodóncicos; no se debe usar en lesiones cavitadas o en las superficies oclusales y estaría contraindicado también en dientes con fluorosis, hipoplasias y erosiones.

Como la capa adamantina superficial remineralizada presenta una proporción de poros mucho menor que el cuerpo de la lesión subsuperficial, puede constituir un obstáculo, que podría entorpecer la infiltración de la resina en el cuerpo de la lesión; se requiere primero de una limpieza superficial que puede lograrse puliendo con arenado la zona blanca opaca, esto prepara la superficie del esmalte para el grabado con ácido clorhídrico al 15 % o 1,5M, aplicado con un microbrush durante un lapso de 2 minutos. El ácido clorhídrico al 15 % o 1,5M, elimina la capa de remineralización superficial, posibilitando la penetración de la resina sin carga inorgánica, en la parte más profunda de la lesión.

Esta técnica de adhesión utiliza etanol, para secar la superficie por evaporación del agua, aplicando alcohol etílico al 96 % durante un lapso de 30 segundos, seguido de secado con aire. Tendencia, basada en la penetración de los monómeros hidrófugos en la estructura adamantina, infiltrándose en el esmalte desmineralizado y mejorando la eficacia del infiltrador TEGDMA o Dimetacrilato de Tetraetilenglicol, para obtener una capa infiltrada de resina específica. La

resina Icon® se aplica sobre la superficie de la lesión con un microbrush y se deja penetrar durante 3 minutos; se elimina el exceso y se fotopolimeriza con lámpara LED; se efectúa una segunda aplicación durante un lapso de 1 minuto y la resina es nuevamente fotopolimerizada. (Gelani R, et al 2014 ; Liang Y et al 2018 ; Yuee L et al 2018; Manoharan V et al 2019).

Estudiamos la acción sobre la estructura adamantina de la microabrasión y grabado con ácido clorhídrico al 15 % o 1,5M y la infiltración de caries iniciales con una resina monomérica hidrófuga sin carga inorgánica, mediante una técnica microscópica no destructiva o Confocal Laser Scanning Microscope por Reflexión; se utilizaron 21 terceros molares superiores con caries iniciales en estadio de mancha blanca en su cara bucal, extraídos por razones ortodóncicas con edad ± 18.5 años. Los dientes fueron randomizados en 3 grupos:

- cinco molares fueron conservados en saliva artificial y no recibieron tratamiento alguno (grupo control)
- ocho molares recibieron tratamiento con Icon Etch para el grabado con ácido clorhídrico al 15 % aplicado con un microbrush durante un lapso de 2 minutos; lavado con agua presurizada por 15 segundos y secado con aire frío deshumidificado por el mismo lapso; después la superficie fue deshidratada por aplicación de etanol al 96 %, durante 30 segundos
- ocho molares fueron grabados con la misma metodología que el grupo anterior y recibieron la aplicación de la resina monomérica de infiltración sin carga inorgánica Icon® Infiltrant, de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes.

Los dientes fueron cortados en sentido buco-lingual en láminas de 450 μ m con un micrótopo para tejidos duros Isomet 1000 Buehler Co. USA, y luego fueron pulidos sobre platos rotatorios con carburo de silicio de granulometría decreciente y subsecuentemente, se efectuó un pulido ultrafino con paños rotatorios con pasta diamantada con partículas de diamante de 0.5 μ m, en una pulidora metalográfica y con profusa refrigeración acuosa. El análisis estructural se realizó utilizando CLSM OLS4000 LEXT 3D Olympus, Japan; se pudo evidenciar que:

1. la acción sobre esmalte del ácido clorhídrico al 15 % eliminó la capa superficial de remineralización adamantina y parte o la totalidad del cuerpo de la lesión de la caries inicial; el espesor de la penetración en esmalte fue de $\pm 88.9\mu$ m;
2. la capa de resina monomérica microinfiltrada sin carga inorgánica presentó un espesor de $\pm 210\mu$ m; la fotopolimerización transforma la resina monomérica sin carga inorgánica en un polímero,

con elevada contracción de curado; esta contracción desprende el esmalte desde el cuerpo de la lesión, generando una separación por desprendimiento de la estructura adamantina, este fenómeno fue observado en el $\pm 27\%$ de las muestras investigadas. (Figura 2.2).

Y se pudo establecer que:

- La acción sobre el esmalte del ácido clorhídrico al 15 % eliminó la capa superficial de remineralización adamantina, llegando al cuerpo de la lesión; 2) Se hallaron desprendimientos de la estructura adamantina, generadas por la elevada contracción de polimerización de la resina monomérica, sin carga inorgánica; *La técnica de infiltración de resina, necesitaría más evidencia clínica y científica para obtener resultados concluyentes.*
- Borges AB et al 2017, realizan una revisión sistemática, evaluando ensayos clínicos aleatorios y no aleatorios; los estudios sobre invasión mínima son empleados para reducir, las pigmentaciones blanquecinas del esmalte, por la técnica de infiltración de resina; concluyendo que, la evidencia para la recomendación clínica de esta técnica no es estable y no existe certeza de ser respaldada con estudios clínicos actuales.

Manoharan V et al 2019, comentan que el tratamiento de las lesiones blancas debe tener como objeti-

vo detener la progresión de las lesiones de caries y mejorar la estética al disminuir la opacidad; el objetivo de esta revisión fue presentar con base científica, los principios de la infiltración de resina y discutir sus aplicaciones clínicas inherentes. Las lesiones de caries adamantinas se caracterizan por la pérdida de minerales en el cuerpo de la lesión, esto resulta en una mayor opacidad visual del esmalte debido a la alteración del índice de refracción de la zona afectada. El tratamiento no invasivo de las lesiones cariosas del esmalte, incluye la remineralización de la lesión con fluoruros y caseína fosfopéptido de calcio amorfo o el uso de selladores terapéuticos para lesiones oclusales; un enfoque alternativo para el sellado de estas lesiones podría basarse en experimentos realizados por Robinson C et al 1976, para detener las lesiones de caries mediante la infiltración con resorcinol y resinas de formaldehído.

Este concepto fue modificado y desarrollado comercialmente en Alemania para el tratamiento de las lesiones de caries de superficie libres y proximales no cavitadas en las que las porosidades de la lesión de esmalte son infiltradas con una resina de baja viscosidad, técnica conocida como *infiltración de resina* que crea una barrera de difusión; por esto la infiltración de resina puede retrasar el tiempo de colocación de una restauración. Como conclusión, la técnica de infiltración de resina, aunque prometedora, necesita más evidencia clínica para obtener resultados indiscutibles. (Figura 2.1).

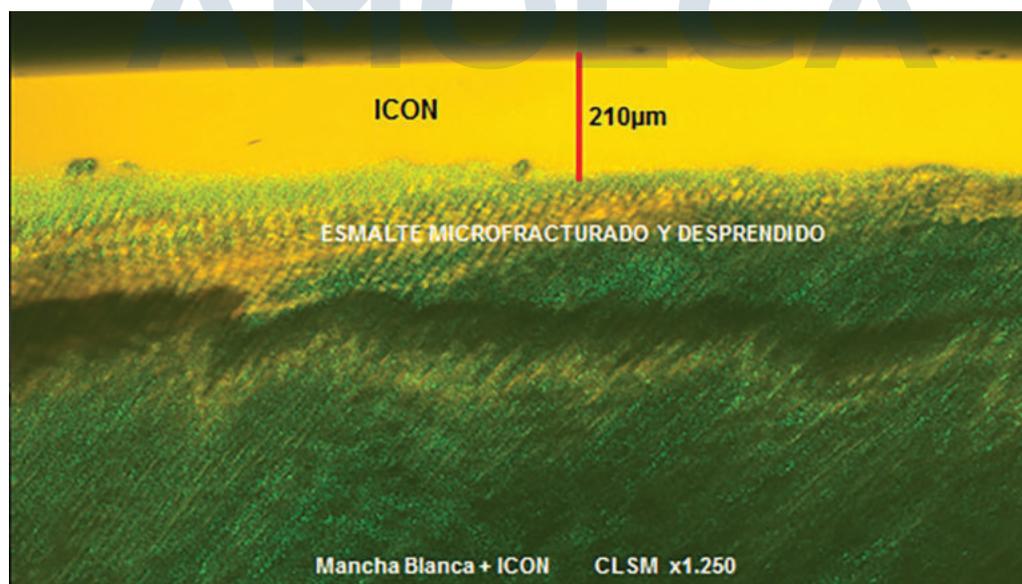


Figura 2.1. Mancha blanca desmineralizada por la aplicación de Icon Etch por un lapso de 2 minutos. Nótese que cuando la resina monomérica, Icon Infiltrant, sin carga inorgánica aplicada en dos capas, con un espesor de $\pm 210\mu\text{m}$, se fotopolimeriza, transformándose en polímero, su elevada contracción de curado desprende esmalte, creando microfracturas o grietas en su estructura. CLSM OLS4000 LEXT, Olympus Japan. $\times 1.250$.

Nuevos agentes remineralizantes, que ofrece el futuro:

- Modificadores de la Biopelícula o Biofilm;**
- Sistemas Bioactivos y Biomiméticos;**
- Sistemas de Calcio y Fosfato que aumentan la función del Fluoruro (Fluoride Boosters).**

A) Modificadores de la biopelícula o biofilm

La biopelícula puede jugar un rol útil en promover remineralización, al servir como reservorio para una entrega dirigida de agentes activos hacia la lesión de caries. (García-Godoy F, Hicks MJ 2008).

Eliminar bacterias allanaría el camino para la colonización de microorganismos exógenos y a menudo patógenos, que lleva al desarrollo y progresión de enfermedades bucales. Por esto los tratamientos deben dirigirse a controlar el comportamiento de la bacterias en la biopelícula en lugar de exterminarlas. (Marsh PD 2004).

a1) Fluoruro y arginina al 1,5 %

Produce amonio por desaminación de aminoácidos vía ADS (Arginine Deaminase System).



El sistema arginina deaminasa (ADS) es de significación crítica en la homeostasis del pH de la biopelícula bucal y en la ecología microbiana. La arginina es altamente alcalina y regula la elevación del pH en el ambiente bucal. Las pastas dentales comerciales que contienen arginina como un mecanismo anticaries pueden suplementar los efectos conocidos del fluoruro.

La mejor evidencia actual sugiere que las pastas dentales que contienen 1,5 % de arginina combinada con fluoruro presentan una eficacia superior como anticaries que las pastas dentales que sólo contienen fluoruro. Así pues, el uso de pastas dentales con componentes específicos puede reducir el tamaño de la lesión de caries. Por ejemplo, después de 6 meses éstas pastas redujeron la lesión en diferentes porcentajes:

- 1,5 % arginina + fluoruro: reducción de 51 %
- Fluoruro solo: reducción de 32 %

- Carbonato de calcio solo: reducción de 11 % (Wolff MS, Schenkel AB 2018).

Actualmente las pastas dentales que contienen arginina – aminoácido de carga positiva que cuando se combina con los fluoruros, el bicarbonato de sodio y el carbonato de calcio – podrían sellar los túbulos dentinarios expuestos en las lesiones cervicales, por un proceso similar al de obturación por las glicoproteínas salivales. Por ello se evidencia la eficacia anticaries, y se emplea en el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria. (Márquez M et al 2011; Ástvaldsdóttir Á et al 2016).

Wolff MS, Schenkel AB 2018 afirman que la caries o disbiosis dental sigue siendo una enfermedad mundial a pesar de la distribución universal de los fluoruros; y es evidente que la introducción de niveles significativos de azúcares o carbohidratos fermentables en la dieta ha provocado un cambio en el biofilm, y esto no sólo fomenta la formación de ácidos, también aumenta la formación de una microbiota que produce ácidos; éstos viven en un ambiente ácido denominado microorganismos acidógenos y acidúricos. El manejo de la actividad de caries en estas condiciones se ha centrado en el cepillado para eliminar el biofilm con tratamientos de fluoruros.

Por su parte, Kleinberg I 1970 a y b identificó un compuesto que contiene arginina en la saliva, y que varias especies bacterianas de biopelículas bucales metabolizan; también pudo demostrar que la arginina al 1,5 % combinada con pasta de dientes con fluoruros, tiene una eficacia anticaries superior a la pasta de dientes que contienen fluoruro únicamente, como ya mencionamos. (Kleinberg I 1970; Huang Y et al 2013; Wolff MS, Schenkel AB, 2018).

B) Sistemas bioactivos y biomiméticos

Un agente bioactivo o biomimético es aquel biomaterial que puede estimular activamente o dirigir respuestas específicas celulares, tisulares o ambas, o puede controlar interacciones con especies microbiológicas.

Por qué utilizar un agente bioactivo o biomimético: aunque se encuentra supersaturada con iones de Ca^{2+} y PO_4^{3-} en forma biodisponible, el proceso de remineralización con saliva es lento e insuficiente. (Cochrane NJ et al 2010).

El fluoruro puede revertir lesiones iniciales y su efectividad aumenta con la dosis o concentración (dosis-dependiente), pero hay límites en los que se puede aumentar la dosis para evitar fluorosis y toxicidad en niños en todas las edades. (Sharma D et al 2017).

La remineralización con fluoruro es más efectiva en la superficie de la lesión. (Biesbrock AR et al 1998).

Una concentración alta de fluoruro induce a laminación en la superficie de la lesión, haciendo que la remineralización completa sea difícil de obtener. (ten Cate JM, Arends J 1980). Existe la necesidad de agentes con la habilidad de promover completa remineralización de las lesiones, con la posibilidad de aumentar la dosis para mayor eficiencia sin riesgo alguno.

b1) Péptidos de autoensamblado

El autoensamblaje molecular es un campo de investigación interdisciplinario, con aplicaciones biológicas; una de las principales fuerzas impulsoras del autoensamblaje es la *anfifilicidad molecular o anfipáticas*, que son moléculas que poseen un extremo hidrófilo o soluble en agua y otro que es hidrófugo que rechaza el agua; esta propiedad puede impulsar a la formación de nanoestructuras complejas y estables, debido a su biocompatibilidad, biodegradabilidad y biofuncionalidad. (Edwards-Gayle CJ, Hamley IW 2017).

La *anfifilicidad o partículas de Janus* —así llamadas en honor al dios romano del principio y el final de la mitología romana, quien por su carácter dual, era representado con dos caras mirando hacia lados opuestos— es una nanoestructura que consta de dos caras o partes fabricadas con biomateriales distintos; éstos le otorgan una multifuncionalidad que puede adoptar numerosas formas, y posibilita todo tipo de aplicaciones. (Elkassas D, Arafa A 2014; Savas S et al 2016; Üstün N, Aktören O 2019; Lombardo D et al 2020).

Los monómeros difunden dentro de la lesión subsuperficial de una caries inicial y se ensamblan bajo una elevada fuerza iónica en una matriz 3D, que atrae fosfato de calcio de la saliva y forma una plantilla de cristales de nova hidroxiapatita alrededor de la matriz.

Este proceso de mineralización biomimética permite la remineralización de esmalte y dentina.

Curodont™ Repair Fluoride Plus o Peptido P 11-4 (Credentis AG): péptido de autoensamblaje para el tratamiento temprano de caries y otras lesiones dentales antes de su cavitación; el tratamiento se basa en una nueva tecnología llamada Curolox™, que es utilizado como procedimiento anticaries por el profesional y para el tratamiento no invasivo de caries iniciales por remineralización. El péptido de autoensamblante P11-4 es el primer enfoque para el tratamiento de caries que tiene como objetivo recuperar el esmalte deteriorado; P11-4 inicia la formación de hidroxiapatita en la profundidad de las lesiones de caries tempranas, lo que agrega una nueva opción de terapia avanzada para la odontología preventiva. (Bröseler F et al 2020).

Brunton PA et al 2013, aplican péptidos derivados de aminoácidos naturales contenidos en Curodont™ Repair sobre lesiones activas microporosas; Dentro de la lesión, las moléculas forman una matriz 3D que permite la remineralización; los resultados de este estudio indicaron que el uso clínico de P11-4 es seguro y las lesiones Clase 5 tratadas con una sola aplicación mostraron mejoría a los 30 días, que se mantuvo después de los 180 días; el trabajo fue basado en estudios morfométricos; los autores se encuentran actualmente diseñando la nueva generación de péptidos para acelerar el proceso de remineralización.

Antes de la aplicación de Curodont™ Repair, se debe realizar:

- a) pulido con pasta profiláctica
- b) limpieza con hipoclorito de sodio al 2,5 % aplicado por 20 segundos, lavado con agua a presión por 5 segundos y secado con aire deshumidificado por 5 segundos
- c) c) grabado con ácido fosfórico al 37 % aplicado por 10 segundos, lavado y secado por 5 segundos.

Curodont™ Repair se aplica generalmente una vez, pero se puede emplear nuevamente después de un par de meses, si es necesario, para un mejor resultado biomimético.

Curodont™ Protect es un producto adicional y complementario que se incorpora al mismo; la Tecnología Curolox™, junto con el fluoruro y el fosfato de calcio forman un gel o una película sobre el diente, para protegerlo contra la erosión ácida y la hipersensibilidad dentinaria.

Kind L et al 2017 aseguran que se ha demostrado previamente que la aplicación de la solución monomérica P11-4 en las lesiones de caries iniciales puede aumentar la ganancia del balance mineral al formar cristales de hidroxiapatita; la hipótesis sobre su modo de acción fue que el péptido monomérico de autoensamblaje P11-4 se difunde en el cuerpo de la lesión subsuperficial y se ensambla allí en filamentos, y facilita la mineralización del volumen subsuperficial al imitar la biomineralización natural del esmalte y permanece dentro del cuerpo de la lesión como un andamio incorporado a la hidroxiapatita recién formada; el objetivo del presente estudio fue investigar el mecanismo de acción del péptido de autoensamblaje P11-4, que apoya la remineralización del esmalte cariado. Mediante varios métodos analíticos, se pudo demostrar que el péptido de autoensamblaje P11-4 se difunde en la lesión subsuperficial, se ensambla en agregados fibrilares formados en todo el volumen de la lesión y favore-

ce la nucleación de nanocristales de hidroxiapatita y en consecuencia, da como resultado un aumento de la densidad mineral dentro de la lesión de caries subsuperficial; los resultados mostraron que la aplicación del péptido de autoensamblaje P11-4 puede facilitar la remineralización subsuperficial de la lesión de esmalte y apoyar la mineralización en un modo de acción similar al demostrado para la formación natural del esmalte dental.

Alkilzy M et al 2018 estudian que los enfoques basados en la medicina regenerativa para el tratamiento de la caries dental están fundados en la remineralización biomimética de las lesiones cariosas iniciales como una terapia de invasión mínima; *in vitro*, el péptido P11-4 de autoensamblaje mejora la remineralización de las lesiones de caries tempranas; la remineralización biomimética facilitada por P11-4 en combinación con la aplicación de fluoruro es un tratamiento no invasivo simple, seguro y eficaz para las lesiones de caries iniciales, que es superior al *estándar de oro* utilizado actualmente.

Los enfoques modernos en el tratamiento de la caries implican el manejo de lesiones sin extirpación de estructuras y tejidos; así, la medicina regenerativa se enfoca en reemplazar la estructura y tejidos dañados con tejidos biológicamente similares. Por ello, la remineralización biomimética promovida por el péptido de autoensamblaje P11-4 se ha probado *in vitro* como una terapia eficaz para la caries inicial. Por su parte, P11-4 fue diseñado para promover la formación de hidroxiapatita y para penetrar más allá de las lesiones del cuerpo de la lesión y ensamblarse en una biomatriz interna constituida por fibras de autoensamble dentro de las lesiones de caries, al promover la remineralización de las mismas. En ese sentido, *la remineralización biomimética facilitada por P11-4 en combinación con fluoruro representa un tratamiento no invasivo simple, seguro y efectivo para las lesiones de caries iniciales*.

b2) Hidroxiapatita

La hidroxiapatita puede penetrar y directamente completar los microporos en las superficies dentales desmineralizadas con lesiones de caries iniciales.

Dentro del tejido dental, la HAP actúa como un núcleo de cristal o modelo, y promueve la deposición de cristales y el crecimiento, al atraer de manera continua grandes cantidades de iones de calcio y fosfato de la solución remineralizante que lo rodea.

La hidroxiapatita tiene el potencial de remineralizar lesiones de caries iniciales; la suspensión al 10 %

parece ser la mejor concentración de uso regular. (Huang SB et al 2009).

Productos de cuidado bucal como las pastas dentales elevan la concentración de calcio y fosfato en saliva y en la placa bacteriana,

La HAP actúa como un reservorio de iones de calcio y fosfato, ayudando a mantener un estado tóxico de supersaturación de estos iones con respecto a los minerales dentales. (Shafer F et al 2009).

La adquisición de bacterias por los cristales de HAP en saliva y en la biopelícula inducen a la coagregación de la bacterias, conduciendo posteriormente a su eliminación. (Fujimaru T et al 2007).

HAP es un ingrediente bioactivo aplicado en microcluster o en forma nanocristalina en productos de salud bucal; tiene afinidad con el tejido dental, y se incorpora fuertemente a los cristales de la superficie de esmalte y dentina. (Meyer F et al 2018). HAP es un agente multifuncional que induce a la remineralización; inhibe la desmineralización y previene lesiones de caries; alivia la hipersensibilidad; controla la biopelícula para reducir la gingivitis; es biocompatible y no tiene límite de dosis. (Meyer F, Enax J 2019).

El componente inorgánico básico de la estructura dental es la hidroxiapatita, la *nanohidroxiapatita* o *nHAp*, es una versión alterada y minúscula de la misma, que se adhiere de forma natural a la hidroxiapatita presente en los elementos dentarios, remineralizando defectos en la estructura del esmalte, sellando los túbulos dentarios y disminuyendo la sensibilidad (DeSensiDent Kit, Prevdent, France; Karex, Germany); estas propiedades son muy importantes cuando en la actualidad existe preocupación de los profesionales sobre la toxicidad y efectos citotóxicos del fluoruro.

Huang SB et al 2009, realizaron una investigación cuyo propósito fue determinar el efecto de las concentraciones de nanohidroxiapatita en lesiones iniciales de esmalte en ciclos de pH dinámicos; las lesiones iniciales del esmalte se prepararon en esmalte bovino con un tampón ácido; se seleccionaron fluoruros de sodio (NaF) como control positivo, agua desionizada o control negativo y cuatro concentraciones diferentes de nano hidroxiapatita al 1 %, 5 %, 10 % y 15 % en peso, como agentes de tratamiento; se realizaron mediciones de microdureza superficial y las muestras fueron examinadas con microscopía electrónica de barrido; se concluyó que la nanohidroxiapatita tenía el potencial de remineralizar las lesiones iniciales de esmalte; una concentración del 10 % de nanohidroxiapatita podría ser óptima para la

remineralización, de caries iniciales de esmalte. (Amaechi BT et al 2019).

Meyer F, Enax J 2019 realizan una revisión sobre la hidroxiapatita nanoparticulada, $(Ca_5(PO_4)_3(OH))$, que muestra una buena biocompatibilidad y se utiliza como ingrediente biomimético en formulaciones para el cuidado dental debido a su similitud con el esmalte humano; numerosos estudios demuestran su eficacia en la reducción de la hipersensibilidad y en la remineralización de esmalte y dentina. Y a diferencia de los agentes antibacterianos de uso frecuente para el control de biopelículas, como la clorhexidina, las sales estannosas y las sales de amonio cuaternario, las partículas de hidroxiapatita en los productos para el cuidado bucal conducen a una reducción de la adherencia microbiana a las superficies del esmalte sin tener efectos antibacterianos pronunciados ni mostrar efectos secundarios no deseados, como la pigmentación de los dientes. Además, la aplicación de agentes antimicrobianos pueden provocar *disbiosis en la ecología bucal; las nanopartículas de hidroxiapatita son una alternativa prometedora para el manejo del biofilm bucal.*

b3) Giómeros

La preparación conservadora, los resultados estéticos, las buenas cualidades mecánicas y las propiedades en el terminado de las superficies de las resinas compuestas combinadas con las propiedades del fluoruro de los cementos de ionómero de vidrio, llevó a la concreción de una nueva generación de materiales dentales: *los giómeros*. (Rusnac ME et al 2019).

La combinación de fluoruro y estroncio aumenta la eficacia del fluoruro para promover la remineralización comparada con el uso de fluoruro solo. (Yassen GH et al 2012).

La pasta experimental con relleno S-PRG aumenta la remineralización de superficie grabada al liberar distintos iones y fue superior a la de la pasta con NaF. (Iijima M et al 2014). Al liberar 6 iones: sodio, estroncio, boro, alúmina, silicato y fluoruro, esta pasta presenta propiedades como: remineralizante, reduce la acción ácida, efecto antiplaca, capa ácido resistente y efecto antibacteriano. (Amaechi BT et al 2018).

b4) Remineralización de caries acelerada y aumentada eléctricamente (EAER)

El traspaso de iones fluoruros, calcio y fosfato es un desafío que ha manifestado un creciente interés en Odontología el transportar minerales a profundidad

dentro del cuerpo de la lesión, en la subsuperficie de la lesión de caries.

Recientemente se publicó un proceso en dos pasos que implica preparar la superficie dental y propulsar minerales dentro del diente utilizando pequeñas corrientes eléctricas indoloras; a través de la *iontoforesis* que busca la completa remineralización, de la lesión introduciendo nanominerales profundamente dentro de la lesión subsuperficial.

Pitts NB, Wright JP 2018 encuentran que Reminova constituye una metodología clínica innovadora en la remineralización, de caries, mejorada y acelerada eléctricamente o *EAER*. Esta metodología impulsa la entrega de Calcio y Fosfato en la superficie y subsuperficie del esmalte con caries iniciales o moderadas. Este método fue desarrollado para abordar el manejo de caries y mantener el esmalte intacto mediante la remineralización; la alta prevalencia de caries en etapa inicial en las poblaciones brinda una oportunidad significativa para prevenir las restauraciones y reducir su repetición; y la *Iontoforesis Médica* se ha usado extensamente en dermatología para difundir la penetración de sustancias terapéuticas.

Entonces *Reminova* proporciona un método para subsanar lesiones sin obturaciones; en esta investigación preliminar *in vitro*, el tratamiento con *EAER*, logra remineralizar las caries clínicamente en toda la profundidad de la lesión, al ser evaluada por microdureza Knoop y corroborada por microscopía electrónica de barrido SEM. Así, los resultados presentados muestran que el esmalte tratado con *EAER* es más duro que el esmalte sano. *El dilatado potencial clínico de esta nueva metodología de tratamiento es muy alentador a partir de estos resultados.*

b5) Nanopartículas de biopolímero dirigidas

Utiliza nanopartículas catiónicas de biopolímeros (almidón) y fluorescentes (fluoresceína) para simultáneamente detectar y remineralizar lesiones cariosas activas en esmalte.

Las nanopartículas fluorescentes cuando son iluminadas por la lámpara de fotopolimerización se degradan en la cavidad bucal en compuestos no tóxicos (amilasas), después de detectar lesiones de caries activas.

Cuando son expuestas a dientes humanos extraídos selectivamente iluminan caries activa, pero no las superficies dentales sanas.

Los cristales de fluorhidroxiapatita son saturados e impregnadas cuando se incorporan dentro de un enjuague bucal o en un adhesivo auto condicionante

para producir un biomaterial que colorea al esmalte y se adhiera a este conjuntamente con la dentina produciendo laminados flexibles.

Los cristales de FA son bioactivos, liberadores de iones de fluoruro a bajo pH previniendo caries y reduciendo la formación de biopelícula en esmalte y dentina. (Jones NA et al 2016).

C) Sistemas de calcio y fosfato que aumentan la función del FLUORURO (Fluoride Booster).

Sistemas de calcio y fosfato estabilizado y no estabilizado

Éstos son necesarios para aumentar la eficiencia del fluoruro porque se necesitan refuerzos del mismo. Y aunque las intervenciones con fluoruro brinden un beneficio más consistente para prevenir caries y remineralizar lesiones cariosas iniciales, la caries aún puede desarrollarse en individuos de alto riesgo. Por ello, su consideración resulta lógico para aumentar la eficacia del producto, y al mismo tiempo limita la dosis de fluoruro y en consecuencia el potencial riesgo a fluorosis y toxicidad.

c1) Fosfato de calcio estabilizado (CPP-ACP)

Fosfopéptidos de caseína multifosforilados (CPP) que tienen la capacidad de estabilizar el fosfato de calcio en solución a través de la unión del fosfato de calcio amorfo *clusters* (ACP), con sus múltiples residuos de fosfoserina. Quizás el agente no-fluoruro más estudiado, pero con considerable variabilidad en los resultados reportados. Las razones para estos resultados variables pueden deberse parcialmente al pobre entendimiento de la tecnología CPP-ACP.

Los patrones de remineralización producidos por CPP-ACP y fluoruro son diferentes. CPP-ACP aumentó la remineralización de las lesiones de esmalte en la subsuperficie comparada con la predominantemente sólo superficial remineralización producida por los productos de fluoruro solo. (Shen P et al 2011).

CPP es biomimético de la saliva, pero con mayor capacidad estabilizadora de calcio que las proteínas salivales debido a sus residuos fosforilados.

Nanocomplejos de ACP son solubles en saliva y en bajas condiciones de pH, y facilitan la liberación de iones de Ca^{2+} y PO_4^{3-} , inhibiendo la desmineralización y favoreciendo la remineralización de lesiones incipientes por la precipitación de los iones liberados. (Reynolds EC 2009).

c2) Fosfato de calcio cristalino o fosfato tricálcico (TCP)

Material híbrido bioactivo-fusión de beta fosfato tricálcico (b-TCP) y lauril sulfato de sodio o ácido fumárico. Esta fusión resulta en un calcio *funcional* y un fosfato *libre*, diseñado para aumentar la eficacia de la remineralización producida por el fluoruro.

El propósito de b-TCP es el de crear barreras que prevengan interacciones prematuras entre fluoruro-calcio, y permitir que actúe como sistema de dosis de baja entrega enfocada en aplicaciones en el diente vía pastas dentales o enjuagues. Diseñado principalmente para aumentar la actividad del ion F^- en la superficie dental, con la remineralización llevada a cabo principalmente por los iones de Ca^{2+} y PO_4^{3-} de la saliva. (Karlinsky RI, Pfarrer AM 2012).

c3) Fosfosilicato de calcio y sodio (CSP)

Material de vidrio bioactivo, originalmente desarrollado como un agente biocompatible para regeneración ósea. Cuando se introduce al ambiente bucal húmedo, libera iones de Na^+ , Ca^{2+} , y PO_4^{3-} , que interactúan con la saliva y depositan una capa de apatita cristalina hidroxycarbonatada, similar química y estructuralmente al mineral dental. (Burwell AK, Litkowski IJ, Greenspan DC 2009). El CSP fue inicialmente incorporado en una pasta dental para tratar hipersensibilidad, pero se ha sugerido su utilidad para la remineralización del esmalte. (Wefel JS 2009).

c4) Fosfato de calcio no estabilizado (ACP)

Sistema de fosfato de calcio no estabilizado que se incorpora en una pasta dental de doble cámara para llevar separados los iones de Ca^{2+} y PO_4^{3-} hacia la cavidad bucal. (Tung MS, Eichmiller FC 2004).

Durante el cepillado, el mezclado intrabucal de los iones de Ca^{2+} y PO_4^{3-} resulta en la precipitación inmediata de ACP y fluoruro que son inestables y rápidamente se transforman en una forma estable de hidroxiapatita y fluorhidroxiapatita.

Antes de su transformación de fase, los iones de Ca^{2+} y PO_4^{3-} deben ser temporalmente biodisponibles para la remineralización subsuperficial de las lesiones. (Cochrane NJ et al (2010).

c5) Sistemas de polifosfatos

Una forma de reducir el potencial riesgo de fluorosis manteniendo la eficacia anticaries de las pastas denta-

les convencionales, sería reemplazar parcialmente el fluoruro con las sales de polifosfatos.

La adición de los polifosfatos en las pastas dentales de 1100 ppm de fluoruro aumentan la remineralización y el suplemento polifosfatos con 500 ppm de fluoruros en los dentífricos se puede considerar como una alternativa segura a las pastas de mayor concentración en niños menores de 6 años de edad, fundamentado en la evaluación riesgo-beneficio. (Takeshita EM et al 2016).

c6) Trimetafosfato de sodio (STMP)

Fosfato inorgánico condensado que ha demostrado aumentar el efecto de las pastas dentales con baja concentración de fluoruro contra la desmineralización del esmalte. Se une con firmeza a las áreas con fosfato que están en la superficie del esmalte, y forma una película protectora que limita la difusión de iones durante el desafío cariogénico. En apariencia, esta capa no afecta la difusión de iones de Ca^{2+} y F^- hacia el esmalte. (McGaughey CH, Stowell EC 1977). Y cuando se libera de una pasta dental, elevan la concentración de calcio en el biofilm. (Lynch RJ et al 2006).

c7) Glicerofosfato de calcio (CAGP)

Pasta dental de 500 ppm de fluoruro con el agregado de glicerofosfato de calcio; esto es equivalente a una pasta dental de 1100 ppm de fluoruro, para una remineralización efectiva. (Soares AC et al 2014).

c8) Hexametafosfato (hmp)

Pasta dental con 1100 ppm de Fluoruro + Nanohexametafosfato de Sodio que revela

una mayor remineralización, de la estructura adamantina. (Daenlon M et al 2018).

La era de la Odontología de invasión mínima y preventiva dicta la necesidad de desarrollar nuevos enfoques para remineralizar lesiones de caries de esmalte.

La reparación natural mediada por el fluoruro de lesiones tempranas puede acontecer, al ser influenciada por la higiene bucal y la dieta, pero es dependiente de variables como la calidad de la saliva y la cooperación por parte del paciente.

Los sistemas de remineralización sin fluoruro no dependen tanto de estas variables y pueden mejorar significativamente la estructura, la estética y la resistencia a los ácidos de la lesión remineralizada.

Estrategias de remineralización efectivas, sin fluoruros pueden prevenir que lesiones no cavitadas

estén sometidas al “espiral de la muerte de las restauraciones” por filtración-percolación marginal y caries secundarias en la interfaz.

En la actualidad, la mayoría de los sistemas de remineralización están dirigidos a aumentar la eficiencia del fluoruro y a minimizar el riesgo potencial asociado al fluoruro.

Una estrategia biomimética para remineralizar esmalte puede ser en el futuro, que cristales organizados de hidroxiapatita mediante una unión vigorosa a la superficie de esmalte prosperen y progresen para reemplazar a la estructura desmineralizada.

La *regeneración guiada del esmalte* es el sueño de los enfoques terapéuticos remineralizantes y de algunas de las tecnologías biomiméticas discutidas. Todo ello nos acerca a esta realidad del crecimiento guiado o artificial del esmalte.

Aunque muy prometedora, la evidencia clínica actual disponible de los sistemas remineralizantes de esmalte sin fluoruro, es escasa, engañosa o está limitada a escasos estudios.

Remineralización de caries iniciales con CPP-ACP, nanocomplejo de fosfopéptidos de caseína y fosfato de calcio amorfo

La desmineralización subsuperficial del esmalte, que ocurre en el interior de una capa de remineralización superficial intacta, *caries inicial o lesión de mancha blanca*, puede y debe tratarse con procedimientos no invasivos para impedir el desarrollo de una lesión de caries cavitada. Los microporos generados dentro del cuerpo de la lesión de caries en la estructura adamantina facilitan las vías de propagación para los ácidos. (Doméjean S et al 2015).

El sistema de fosfato de calcio amorfo (ACP), fue estudiado por primera vez por Posner SA et al 1963, en el Department of Biochemistry, Hospital Speed Surgery, Cornell University Medical College, New York, en estos trabajos publicados mostraron que el ACP es la fase sólida inicial que precipita de una solución de fosfato cálcico altamente sobresaturada, y que puede convertirse fácilmente en fases cristalinas estables, como ortofosfato cálcico o productos apatíticos, que a su vez son biocompatibles y bioactivos. (Eanes ED et al 1965; Termine JD 1966; Terminer JD, Posner AS 1966; Terminer JD, Posner AS 1970). Se ha demostrado que ACP tiene mejor osteoconductividad *in vivo* que la hidroxiapatita, mejor biodegradabili-

dad que el fosfato tricálcico, buena bioactividad y carece de citotoxicidad. En el siglo pasado fue posible comprender la naturaleza microscópica de los materiales amorfos, sin embargo, todavía hay mucho debate sobre la naturaleza exacta de estos biomateriales. (Posner AS et al 1963 ; Eanes ED et al 1965 ; Dorozhkin SV 2010; Dorozhkin SV 2011).

En los últimos años ha habido un cambio eficaz en el tratamiento de la caries dental, desde la perspectiva de un tratamiento restaurador tradicional a un enfoque más preventivo, como la no invasión o la intervención mínima, que incluyen la remineralización de las lesiones con caseína fosfopéptido y calcio fosfato amorfo *CPP ACP* y *fluoruros*.

Las lesiones de caries iniciales de esmalte se caracterizan por la pérdida de minerales en el cuerpo de la lesión, resultando en una mayor opacidad visual del esmalte, debido a la alteración del índice de refracción de la zona afectada.

En la actualidad, de acuerdo con el Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR, la lesión de caries inicial es un término de uso frecuente para la lesión de caries no cavitada. Aunque el término implica una lesión en etapa temprana, la lesión podría haber estado presente en la boca durante toda la vida. El término se refiere a la etapa de compromiso y no informa sobre la actividad de la lesión. (Machiulskiene V et al 2020). Respecto de la expresión *mancha blanca*, que es una expresión costumbrista muy usada para las lesiones no cavitadas, el término se refiere únicamente al color de la lesión y no tiene relación con la actividad en el daño de la estructura adamantina; y puede confundirse con otras patologías como la fluorosis dental o el síndrome de hipomineralización incisivo-molar MHI.

Desde hace varias décadas, la leche y los productos lácteos como el queso son considerados protectores de caries dental, y esto se atribuye a las fosfoproteínas de caseína y los componentes de calcio y fosfato presentes en ellas. Los fosfopéptidos de caseína multi-fosforilados (CPP) provienen de la digestión trípica del caseinato de la leche, que tienen la capacidad de estabilizar el fosfato de calcio en solución, a través de la unión del fosfato de calcio amorfo *clusters* (ACP), con sus múltiples residuos de fosfoserina. (Ekstrand J et al 1984; Reynolds EC 1987).

También se sabe que CPP actúa como un biomimético proteico salival, pero con una mayor capacidad estabilizadora de calcio, debido al mayor contenido de sus residuos de fosfoserilo. (Cochrane NJ, Reynolds EC 2012).

Esta propiedad natural de estabilización, transporte y entrega de calcio se utilizó para desarrollar la tecnología de remineralización basada en CPP-ACP.

Tanto el CPP-ACP como la versión con flúor incorporado (CPP-ACPF) se utilizan como productos preventivos para la caries dental, como chicles, cremas tópicas y pastas dentales.

Heshmat H et al 2014, en un estudio *in vivo*, concluyen que la aplicación previa de CPP-ACPF conservó el pH de la placa alto hasta las 96 horas, después de una prueba de consumo de carbohidratos como la sacarosa al 10 % en solución, en comparación con las 48 horas para CPP-ACP.

El fosfopéptido de caseína fosfato de calcio amorfo y el fluoruro desempeñan un papel clave en la remineralización de las lesiones subsuperficiales iniciales como la mancha blanca. Pero este criterio no siempre tiene éxito clínico, ya que obliga una buena aptitud por parte del paciente, como un cambio en las costumbres perjudiciales (consumo de azúcar, bebidas y refrescos de elevada acidez).

Las manchas blancas opacas en el sector anterior y medio de la cavidad bucal son antiestéticas y los pacientes a menudo buscan tratamiento para erradicar estos contrastes desagradables.

La mancha blanca asociada con la microporosidad del esmalte puede presentarse clínicamente como manchas blancas nebulosas, líneas blancas apagadas, rayas blancas turbias, rayas blancas tenues y estrías moteadas blancas.

Las manchas blancas adamantinas se originan por: a) caries iniciales con lesiones blancas opacas lechosas, por desmineralización adamantina originada por ácidos orgánicos bacterianos, como el láctico y también acético o fórmico; b) lesiones por desmineralización adamantina, luego de retirar los brackets de ortodoncia; c) injurias blancas por traumatismos en la dentición primaria; d) lesiones múltiples de color blanco y amarronado por fluorosis; e) lesiones blancas moteadas generadas por fiebre elevada durante la etapa del desarrollo adamantino; f) defectos de esmalte y lesiones blancas en incisivos y molares, enfermedad de Ceoliac o hipomineralización incisivo-molar, MIH; g) mancha blanca o hipoplasia de esmalte por parto prematuro y detención del crecimiento adamantino. (Manoharan V et al 2019).

Las investigaciones de Reynolds EC, Rio A 1984, en la Universidad de Melbourne, Australia comprobaron que la leche y los quesos presentaban actividad anticariogénica en ratas, por la acción de la caseína que remineraliza las lesiones cariosas de esmalte, manteniendo la hipersaturación de la hidroxiapatita.

Publicaciones actuales concuerdan que el *Nanocomplejo de Fosfopéptidos de Caseína y Fosfato de Calcio Amorfo CPP-ACP* tiene acción preventiva en la desmineralización de esmalte y en la promoción de la nanoremineralización de lesiones cariosas en la superficie del esmalte. (Reynolds EC 1995; Reynolds EC 2008).

Huq NL et al 2016, demuestran que los dos péptidos predominantes del CPP tienen la capacidad de interactuar con proteínas y péptidos salivales seleccionados que se encuentran como componentes de la película del esmalte; esto le permite unirse a una variedad de proteínas a través de interacciones hidrófugas o electrostáticas. Sin embargo, es evidente que los CPP no son aglutinantes heterogéneos de proteínas salivales, sino que muestran selectividad; la importancia de esta afinidad por proteínas específicas de la película salival radica en que el proceso de remineralización, de las lesiones iniciales del esmalte por CPP-ACP incluye interacciones proteína-proteína. Entonces, estas interacciones con proteínas-péptidos pueden facilitar la liberación de la carga de iones de calcio y fosfato transportados por el CPP, y facilitar así la remineralización del esmalte dental subyacente. También determinan que estas interacciones moleculares incluyen la unión del CPP a las proteínas salivales específicas y a los péptidos de la película salival del esmalte, por liberación de iones de calcio y fosfato de los nanocomplejos en las lesiones de esmalte. Estas asociaciones no covalentes, entre los péptidos de caseína con las proteínas de la película salival no habían sido reconocidas previamente y constituyen un proceso esencial durante el desarrollo de la remineralización. (Cochrane NJ et al 2010).

El CPP-ACP libera iones calcio y fósforo por un mecanismo que depende del pH ácido del medio, así a menor pH, mayor liberación.

La caseína actúa como vehículo al adherirse a las estructuras del diente por diferencia de carga y a un pH menor a 6,5 la proteína se degrada posibilitando la liberación de calcio y fósforo, que ingresan al esmalte por diferencias de gradientes de concentración.

Se retarda así, la maduración del biofilm y aumenta la concentración de calcio por encima del punto crítico.

La leche bovina es la fuente de estos remineralizantes que contienen 18 % de ion calcio y 30 % de ion fosfato en peso.

Wu L et al 2019, en un estudio de metaanálisis, evalúan la evidencia actual respecto de los efectos preventivos en caries iniciales de CPP-ACP en comparación con los fluoruros; un total de 395 partici-

pantes en 10 estudios de los 600 seleccionados, y que fueron cuidadosamente revisados y escogidos para su inclusión en este metaanálisis. En ellos concluyeron que CPP-ACP puede ofrecer una alternativa positiva y eficiente a los fluoruros con menos pérdida de contenido mineral por valores de fluorescencia laser y aumento de la remineralización en las lesiones de caries iniciales en comparación con el fluoruro.

Los nanocomplejos de fosfato de calcio amorfo y fosfopéptido de caseína son fácilmente solubles en la saliva creando un gradiente de difusión que les permite localizarse en la placa dental. CPP-ACP puede actuar como vehículo biológico de suministro de fosfato de calcio que aumenta significativamente los niveles de iones de calcio y fosfato biodisponibles en la saliva y el biofilm sin provocar precipitación indiscriminada de las sales de calcio.

Los efectos amortiguadores de CPP-ACP pueden alcalinizar la biopelícula de la placa y posiblemente evitar que se produzca un cambio ecológico microbiano perjudicial. Los mecanismos por los que están mediadas las influencias amortiguadoras de CPP-ACP pueden variar; CPP-ACP no impide la producción de ácido bacteriano *por sí mismo*, sino que actúa como un depósito de péptidos, iones de calcio y fosfato que compensan cualquier caída de pH.

Se ha demostrado que los residuos de glutaminilo y asparaginilo de los CPP son fuentes de nitrógeno distintas de la arginina, para que las bacterias comensales bucales los catabolizan y provoquen un aumento del pH a través de la producción de amoníaco; los CPP y sus productos de degradación pueden tener un impacto positivo en la homeostasis de la biopelícula y proporcionar una ventaja ecológica selectiva a los microorganismos no acidúricos; esto podría con el tiempo aumentar la proporción de aminoácidos que utilizan bacterias comensales en la placa dental, y al mismo tiempo reducir el número de bacterias cariogénicas. (Philip N, Walsh L 2019).

Estudiamos la composición química, el accionar sobre el esmalte y la nanoremineralización de caries incipientes adamantinas de tres productos de GC Corporation, Japan: *MI PASTE*®; *GC MI PASTE PLUS*® y *GC MI VARNICH*®.

Remineralización de caries iniciales con Mi Paste

La remineralización se puede definir como el proceso por el cual se suministran iones de calcio y fosfato

desde una fuente externa al diente, para reponer esas iones en los socavados dejados por los cristales de esmalte desmineralizados.

MI PASTE® CPP-ACP es una pasta tópica con calcio y fosfato biodisponibles. En su composición intervienen la caseína-fosfato de calcio, fosfopéptido amorfo, glicerol, propanol, dióxido de silicio, dióxido de titanio, óxido de zinc, óxido de magnesio, sorbitol, xilitol, glicerol, ácido fosfórico, sacarina sódica, etilbenzoato, butilbenzoato, propilbenzoato, agua c. s. p. 35ml; con pH de 7,8.

MI Paste® proviene de la caseína de la leche bovina y no contiene lactosa.

Cuando se aplica CPP-ACP en el entorno bucal, éste se adhiere al biofilm, a las bacterias a la hidroxiapatita y a los tejidos dentales normales y patológicos, y disminuye la sensibilidad, nanoremineralizando e interactuando y uniéndose al calcio y al fósforo biodisponibles. (Reynolds EC, del Rio A 1984; Reynolds EC et al 1995; Guggenheim B et al 1999; Reynolds EC 2008; Llena C et al 2015).

Los estudios para la estabilización de los iones calcio, fosfato, fluoruro y la reposición de estos iones en las lesiones de caries no cavitadas para una remineralización controlada son promisorios. (Cochrane NJ et al 2010). (Figuras 2.2-2.8).



Figura 2.2. Kit de MI Paste®, de GC Corporation Japan.

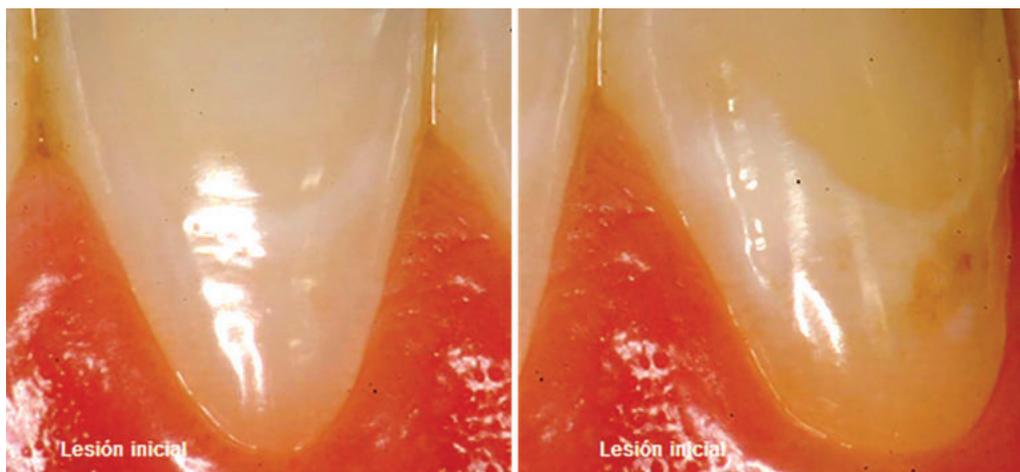


Figura 2.3. Elementos dentarios 32 y 33 afectados por caries iniciales en estadio de mancha blanca y mancha parda respectivamente, en un paciente femenino de 16 años con deficiente higiene bucal, elevado consumo de momentos de azúcar y de bebidas ácidas, disminución del flujo salival, recuento de bacterias cariogénicas superior a 500 000 CFU/ml y una dieta inadecuada.

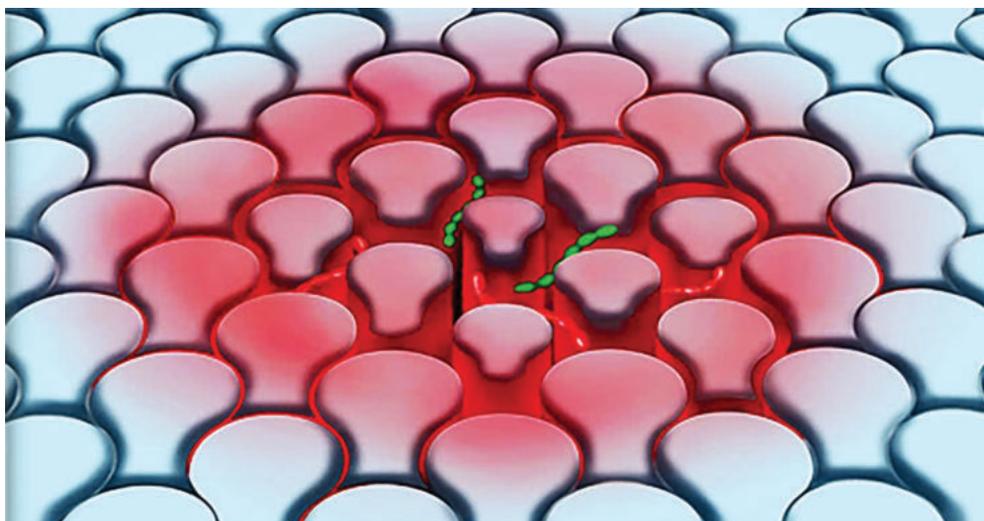


Figura 2.4. Dibujo esquemático de la desmineralización de esmalte por una caries inicial en estadio de mancha blanca por el ácido láctico producto final del metabolismo microbiano. Obsérvese que puede o no existir invasión bacteriana dentro de los microporos adamantinos.



Figura 2.5. Aplicación de MI Paste® en los elementos dentarios 32 y 33 afectados por caries iniciales en estadio de mancha blanca y mancha parda.

Antes de aplicar MI Paste®, se debe efectuar profilaxis para la eliminación de la placa bacteriana, restos de alimentos, manchas y tártaro salival.

Se aplica con una taza o cepillo para profilaxis, un microbrush, un dedo enguantado o un cepillo dental interproximal durante 1 minuto y solicitar al paciente que mantenga la pasta en boca durante 2 minutos, sumando un total de 3 minutos al desplazar la pasta con la lengua por toda cavidad bucal; se aconseja no comer y beber productos lácteos por un lapso de 30 minutos.

Clínicamente se pudo efectivizar la recuperación de la mancha blanca en los elementos dentarios 32 y 33 por nanoremineralización con CPP-ACP, MI Paste.

Uribe Echevarría AG et al 2015 evaluaron la acción de CPP-ACP sin fluoruros y con fluoruros CPP-ACPF, sobre la estructura del esmalte afectado por caries iniciales mediante la utilización de Confocal Laser Scanning Microscope por Reflexión. Se utilizaron 20 terceros molares humanos a extraer por razones ortodóncicas de pacientes de ± 18.5 años con diagnóstico clínico de caries inicial en estadio de mancha blanca en su cara bucal.

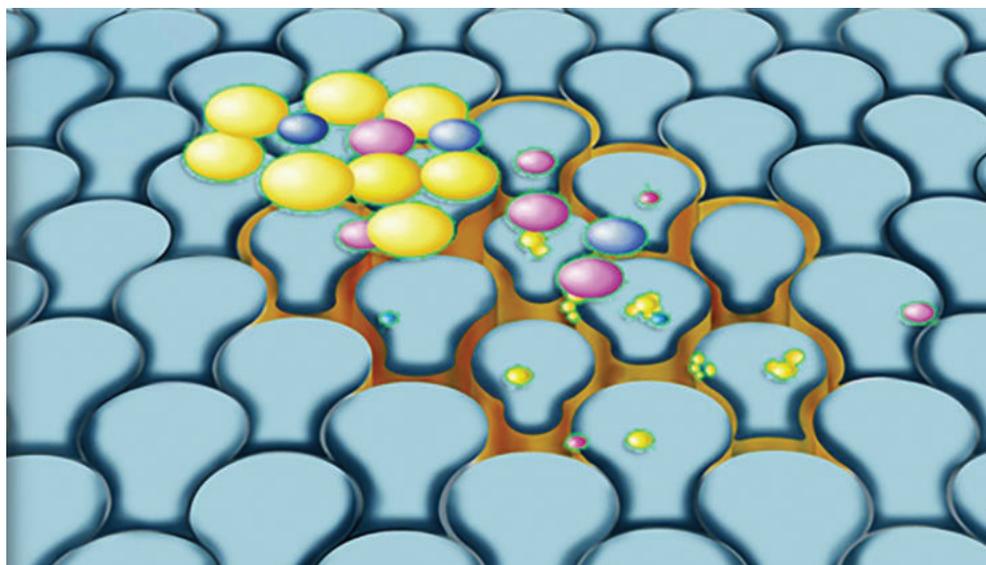


Figura 2.6. Dibujo esquemático del comienzo del sellado por nanoremineralización de una mancha blanca por el CPP-ACP.

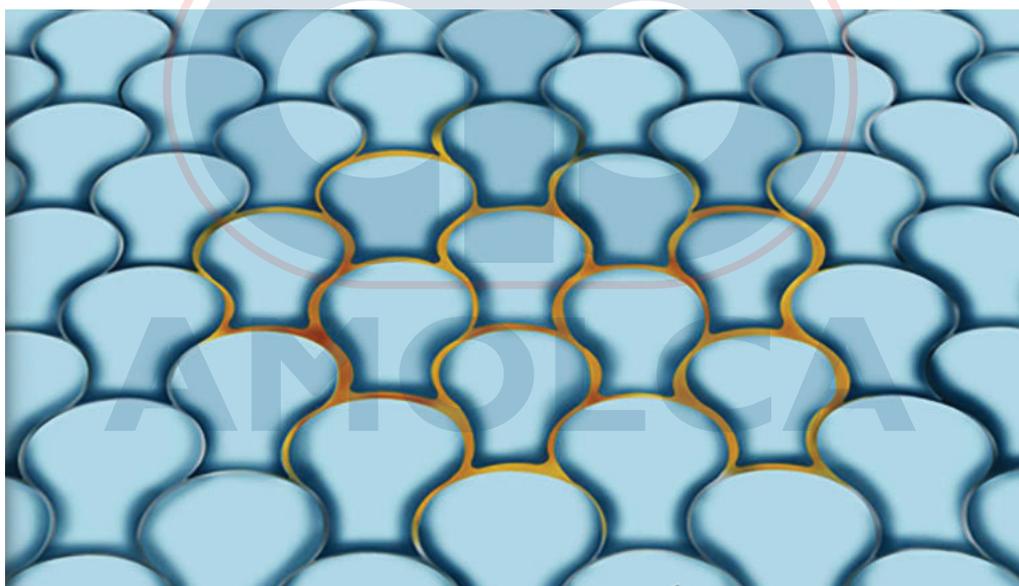


Figura 2.7. Dibujo esquemático del sellado total de la capa de remineralización superficial en la estructura adamantina por nanoremineralización de una mancha blanca por CPP-ACP.

Y se formaron 3 grupos:

- cuatro molares fueron conservados en saliva artificial y no recibieron tratamiento alguno (grupo control)
- ocho molares de pacientes con bajo riesgo de caries recibieron tratamiento con MI Paste®.
- ocho molares de pacientes con alto riesgo de caries recibieron tratamiento con GC MI Paste Plus®, durante 55 días.

Los dientes fueron cortados en sentido buco-lingual en láminas de 450µm con un micrótopo para tejidos duros Isomet 1000, Buehler Co. EUA; después, fueron pulidos sobre platos rotatorios con carburo de silicio de granulometría decreciente y subsecuentemente, fueron pulidos ultrafinamente en paños rotatorios con pasta diamantada con partículas de diamante de 0.5µm, en una pulidora metalográfica, con refrigeración acuosa.

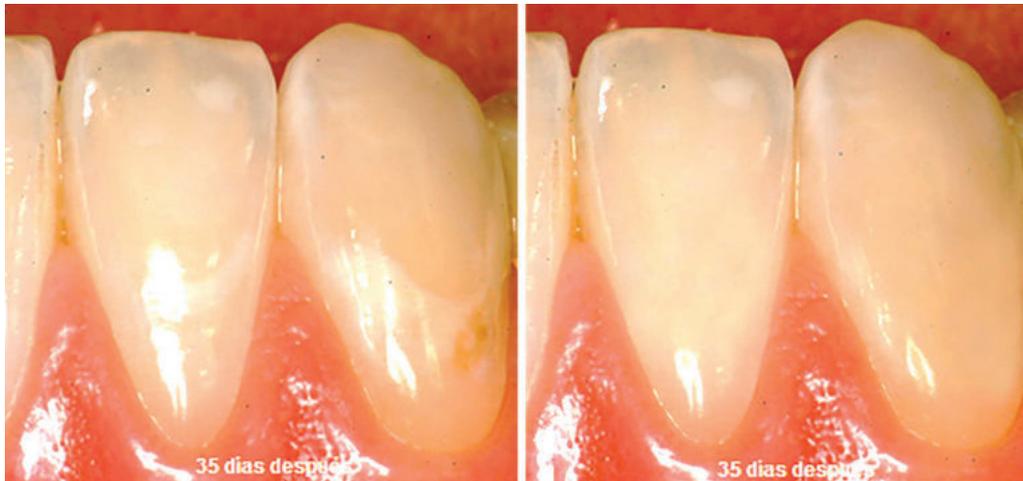


Figura 2.8. Los elementos dentarios 32 y 33 antes y después de 35 días de tratamiento con CPP-ACP, MI Paste® de la mancha blanca y mancha parda con recuperación del brillo y la translucidez del esmalte por nanoremineralización.

El análisis estructural se realizó utilizando CLSM OLS4000 LEXT 2D y 3D Olympus, Japan;

Se pudo cuantificar el espesor de la capa superficial adherida de los distintos productos; se midió la penetración en la estructura del esmalte de la nanoremineralización y el sellado superficial de los nanoporos y microporos.

Se pudo establecer que:

- El espesor de capa de CPP-ACP fue de $\pm 216,2\mu\text{m}$ y de $\pm 236,7\mu\text{m}$ el de CPP-ACPF en la superficie del esmalte; (Figuras 2.9, 2.10).
- La penetración subsuperficial de CPP-ACP fue de $\pm 103,5\mu\text{m}$ y el de CPP-ACPF de $\pm 125,2\mu\text{m}$;
- Se logró el sellado superficial de los nano y microporos producido por la desmineralización y una capa continua de nanoremineralización

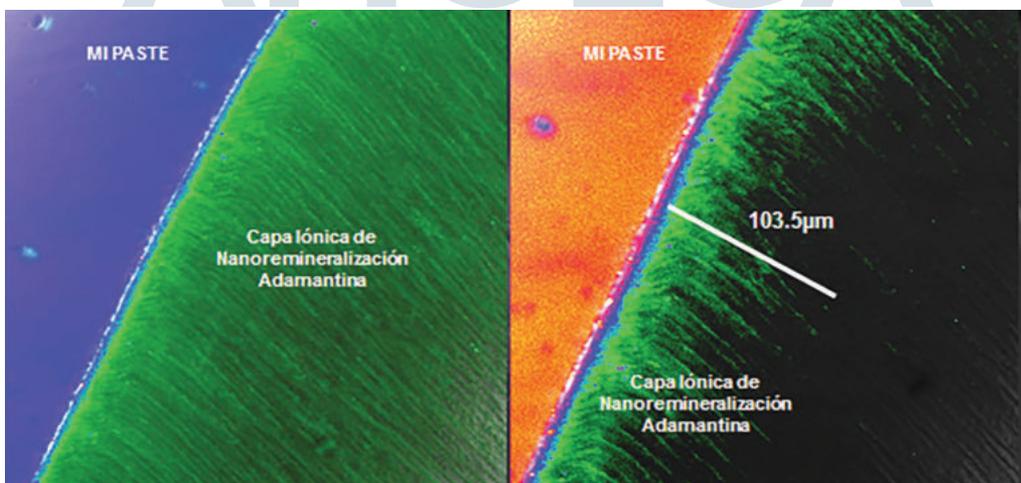


Figura 2.9. Micrografía con Confocal Laser Scanning Microscope por Reflexión del sellado de la capa de remineralización superficial en la estructura adamantina, por nanoremineralización, de una mancha blanca por el CPP-ACP, MI Paste®. Nótese la formación de una capa iónica de nanoremineralización adamantina que se adhiere y sella los nano y microporos de la mancha blanca. Llama la atención que esta capa permaneció adherida al esmalte, a pesar de los cortes con el micrótopo para tejidos duros, el pulido con discos de carburo de silicio y el pulido fino con partículas de diamante de $0,5\mu\text{m}$. CLSM OLS4000 LEXT 3D, Olympus, Japan. $\times 850$ y $\times 1000$.

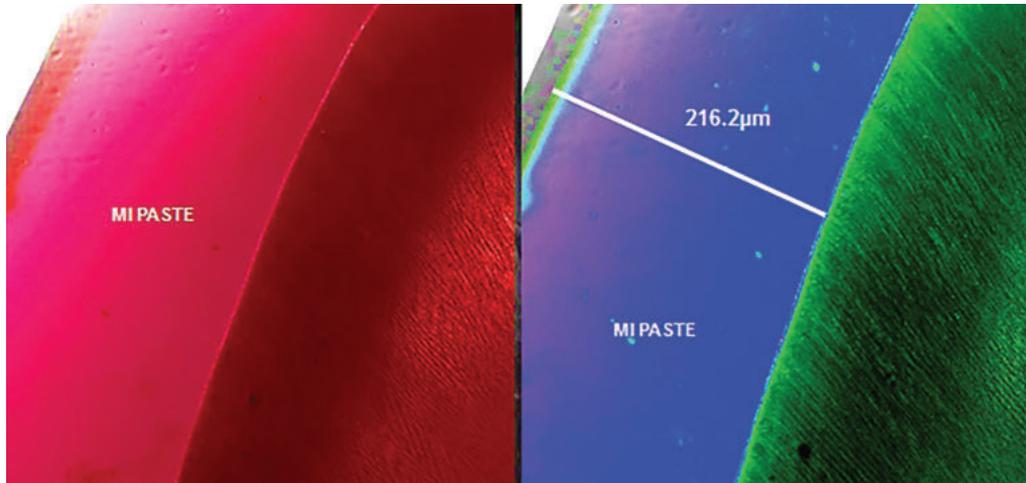


Figura 2.10. Micrografía que muestra la nanoremineralización de la caries inicial con MI Paste®. La penetración en esmalte de la capa iónica de nanoremineralización adamantina es de 103,5µm. Nótese en superficie la formación de una capa iónica de nanoremineralización adamantina que se adhiere y sella los nano y microporos de la capa remineralizada. CLSM OLS4000 LEXT 3D, Olympus, Japan. x2.250 y 2.800.

adamantina que fue similar en ambos productos al compararlos con el grupo control. (Figuras 2.11, 2.12).

Se pudo establecer que:

Los productos CPP-ACP y CPP-ACPF generan fenómenos de nanoremineralización superficial y subsuper-

ficial en la estructura adamantina con caries iniciales en estadio de mancha blanca. Por ello coincidimos con otros autores en que el CPP-ACP y CPP-ACPF son de gran importancia y muy promisorios para la nanoremineralización de caries iniciales en estadio de mancha blanca.

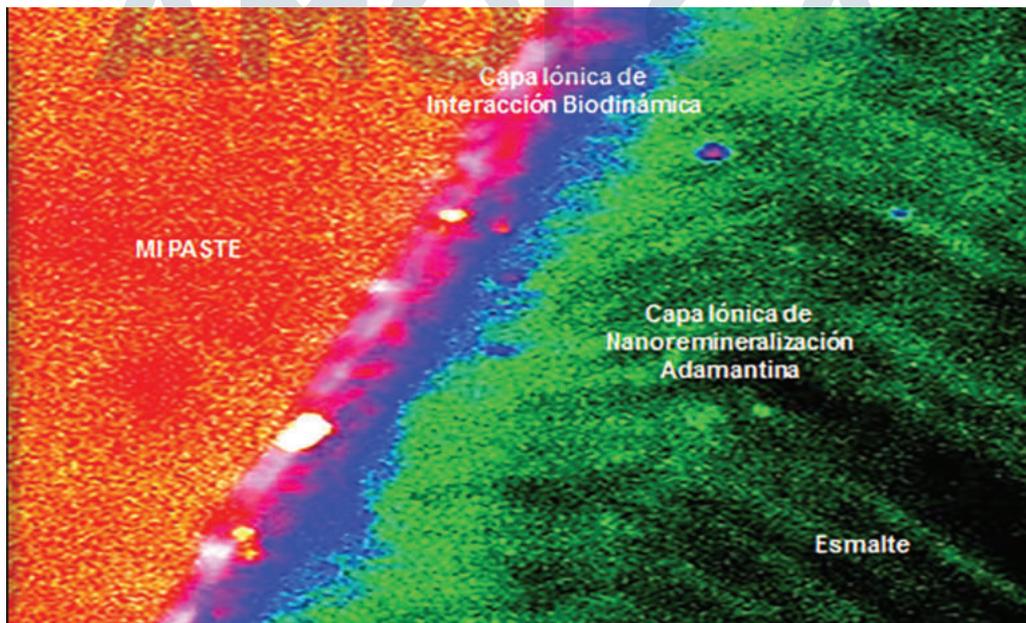


Figura 2.11. Micrografía con CLSM de la adhesión y sellado de los nano y microporos de una caries incipiente de la estructura adamantina por nanoremineralización de una mancha blanca por CPP-ACP, MI Paste® a través de una capa iónica de adhesión por interacción biodinámica. CLSM OLS4000 LEXT 3D, Olympus, Japan. x8000

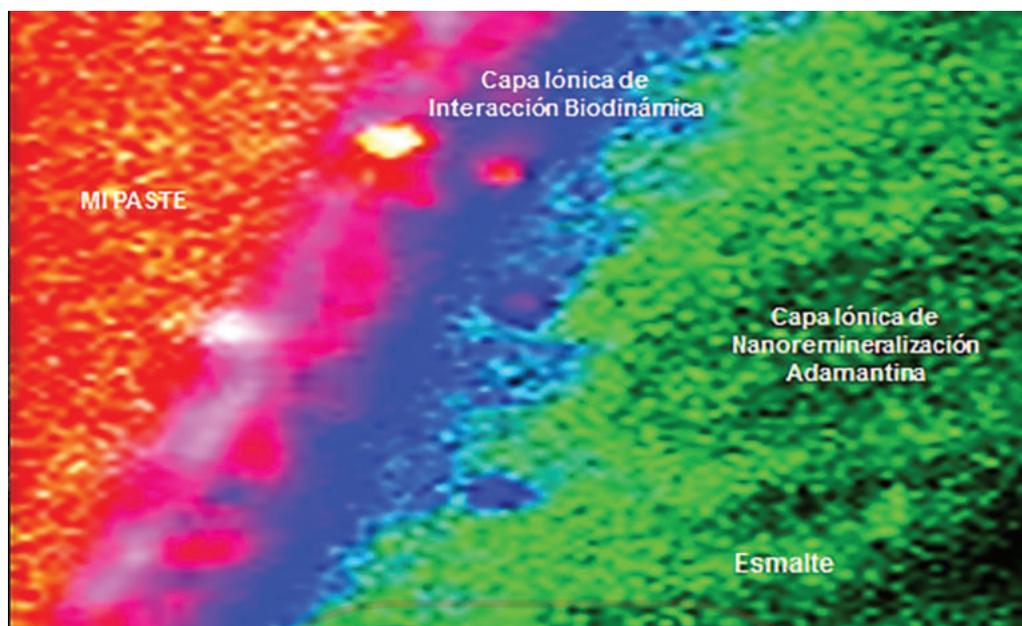


Figura 2.12. Micrografía a mayor magnificación de la imagen anterior, donde se puede observar la adhesión química entre MI Paste® y esmalte a través de la capa iónica adhesiva de interacción biodinámica. CLSM OLS4000 LEXT 3D, Olympus, Japan. x12 000.

Remineralización postratamientos de ortodoncia con Mi Paste Plus

La desmineralización del esmalte es uno de los efectos secundarios más indeseables en los tratamientos por ortodoncia fija.

Los brackets y los biomateriales de adhesión de éstos aumentan la retención del biofilm y favorecen la formación de caries iniciales. Se trata de zonas de desmineralización subsuperficial locales del esmalte sin formación de cavidades.

La superficie del esmalte adyacente a los aparatos de ortodoncia fija, debido a una higiene incorrecta, puede generar manchas blancas u opacidad lechosa en el esmalte. (Julien KC et al 2013; Sundararaj D et al 2015).

La aparatología ortodóncica fija retiene biofilm porque las bacterias cariogénicas prefieren crecer en superficies protegidas y retentivas, y si a esto se le suma un cepillado inadecuado, se producirá un incremento de las bacterias cariogénicas que se adhieren con fuerza a las superficies retentivas como brackets, alásticos, ligaduras y zonas de no limpieza, entre el margen cervical de los brackets y la encía, ya que el cepillo dental limita el mecanismo de limpieza en las áreas protegidas; y con el incremento de microorganismos cariogénicos en la boca, el ries-

go de caries aumenta durante el tratamiento ortodóncico. (Beerens MW et al 2010 ; Morrier JJ 2014 ; Yap J et al 2014).

Ciertos grupos bacterianos, como los *Streptococcus sanguinis*, *S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. salivarium* y los *Lactobacilos*, presentes en el biofilm, fermentan los azúcares para crear un ambiente ácido que con el tiempo conduce al desarrollo de caries iniciales.

Sundararaj D et al 2015 en un estudio por metaanálisis demostraron que la aparición de manchas blancas es común durante el tratamiento de ortodoncia fija con una incidencia y una tasa de prevalencia de 45,8 % y 68,4 %, respectivamente, lo que indica la necesidad de tomar medidas preventivas especiales para evitar el desarrollo de caries iniciales. (Lopatiene K et al 2016).

GC MI Paste Plus® o GC MI Varnish® CPP-ACPF pueden prevenir la acumulación de placa bacteriana alrededor de los brackets, arcos, resortes y otras aparatologías, ayudando a la saliva en su acción buffer sobre los ácidos producidos por el biofilm; y el uso regular de GC MI Paste Plus® durante el tratamiento ortodóncico puede prevenir el desarrollo de áreas de descalcificación. (Reynolds EC 2008; Thierens LA et al 2019).

Las lesiones de manchas blancas pueden ser detenidas y revertidas, pero es importante utilizar CPP-

ACPF rutinariamente durante el transcurso completo del tratamiento ortodóncico.

CPP-ACP y CPP-ACPF son agentes bioactivos derivados de los productos lácteos bovinos, que pueden estabilizar el ion calcio sobresaturado y el ion fósforo en el ambiente bucal. Cuando el pH disminuye, se liberan iones equilibrados; el ion fósforo amortigua la condición del pH, mientras que el ion calcio promueve la remineralización.

Esta capacidad remineralizante se ha demostrado mediante estudios *in vitro* e *in vivo*. Además de la capacidad remineralizante en sí, el estudio mostró que, a pesar de estabilizar y transformar el ion calcio y fosfato, el CPPF es también un buen portador y transportador del ion fluoruro, que podría trasladar al ion fluoruro al área de lesión más profunda, mejorando su permeabilidad. Como resultado, la creciente concentración de iones fluoruro genera más fluorapatita e fluorhidroxiapatita, promoviendo más efectos remineralizantes.

Se ha demostrado que el fluoruro combinado con CPP-ACP se incorpora al cuerpo de la lesión de la mancha blanca y no se focaliza en la capa superficial más externa del esmalte. La difusión profunda de iones de fluoruro junto a los de calcio y fosfato al interior de la zona afectada, permite un crecimiento sustancial de nanocristales de remineralización en todo el cuerpo de la lesión (Reynolds EC et al 2008; Cochrane NJ, Reynolds EC 2012).

Cuando se retiran los brackets ortodóncicos se puede observar zonas de manchas blancas de descalcificación, pero es necesario saber que estas lesiones

sólo serán revertidas con el uso de sustancias nanoremineralizantes una vez que sean eliminados los tags de resina compuesta de 25 a 30µm de profundidad, y que se encuentran en el esmalte superficial. Estos tags de resina producen una disminución de la transferencia lumínica en la superficie del diente e impiden la remineralización y la penetración de nanoremineralizantes como el CPP-ACPF.

No obstante, esta eliminación no es fácil porque los residuos de resina no son perceptibles al el ojo humano.

Nunca se debe aplicar ácido fosfórico en alta concentración para eliminar los tags o espículas del medio cementante del interior del esmalte, porque el ácido elimina solamente la estructura adamantina por desmineralización, pero no las espículas de resina compuesta que son ácido-resistentes.

Se debería reemplazar la aplicación de ácido fosfórico al 37 %, muy recomendado por diferentes autores, por un decorticado con discos de pulir ultrafinos como los Super Snap Shofu o con puntas Jazz® Supreme de 20 blades, con la finalidad de eliminar los tags del cementado de los brackets del esmalte y posteriormente aplicar GC MI Paste Plus® solo o combinado con GC MI Varnish®.

El uso regular de MI Paste Plus® durante el tratamiento ortodóncico puede prevenir el desarrollo de áreas de descalcificación y estimular la remineralización durante y posterior al retiro de la aparatología fija. (Reynolds EC, del Rio A 1984 ; Reynolds EC et al 1995 ; Reynolds EC 2008; Lapenaite E et al 2016). (Figuras 2.13-2.26).

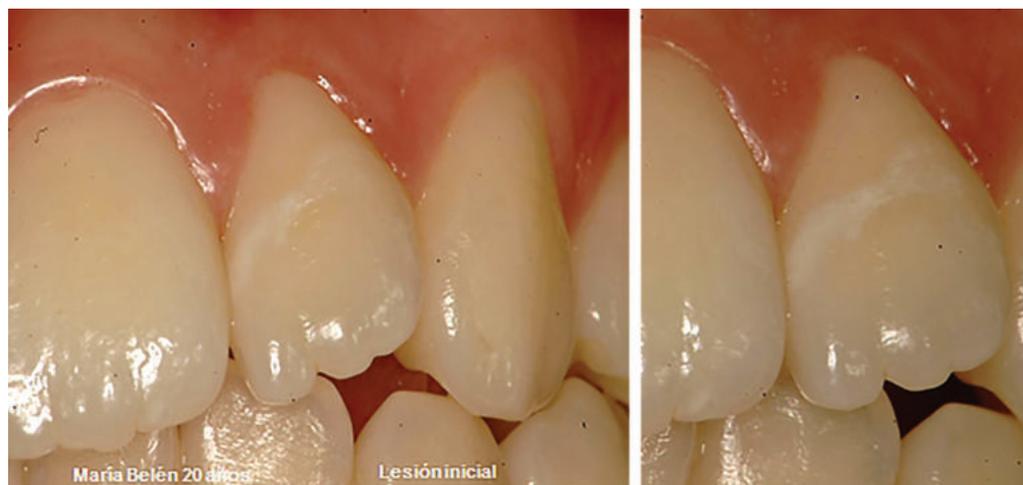


Figura 2.13. Paciente femenino de 20 años de edad portadora de ortodondia con aparatología fija, con riesgo de caries medio. Se observa en el elemento dentario 22 una lesión de caries inicial o mancha blanca por la desmineralización provocada por la acumulación de biofilm en el margen cervical de los brackets. Nótese que en el elemento 22 no se pudo realizar giroversión por fuerzas ortodóncicas, al presentar una importante dilaceración radicular.



Figura 2.14. GC MI Paste Plus®, GC Corporación Japan, pasta tópica con Fosfato de Calcio Bioactivo CPP-ACPF y 900ppm de Fluoruro de Sodio.



Figura 2.15. GC MI Paste Plus® es aplicado por frotado suave con un microbrush o por pulido suave con Safe End Finishing & Polishing.



Figura 2.16. El elemento 22 con la mancha blanca incipiente del diente 22 con la reversión del proceso de desmineralización por la aplicación de GC MI Paste Plus®.



Figura 2.17. Recidiva a los 60 días de comenzado el tratamiento de la mancha blanca y remitido la desmineralización por la aplicación de GC MI Paste Plus®, la recidiva llegó como viene la noche, porque no fueron eliminados los resin tags del medio cementante de los brackets.



Figura 2.18. Bracket cementado al esmalte con un cemento de resina. Se observan las esferas del bracket y la adhesión del medio cementante a la estructura adamantina. CLSM OLS4000 LEXT, Olympus, Japan. x120.

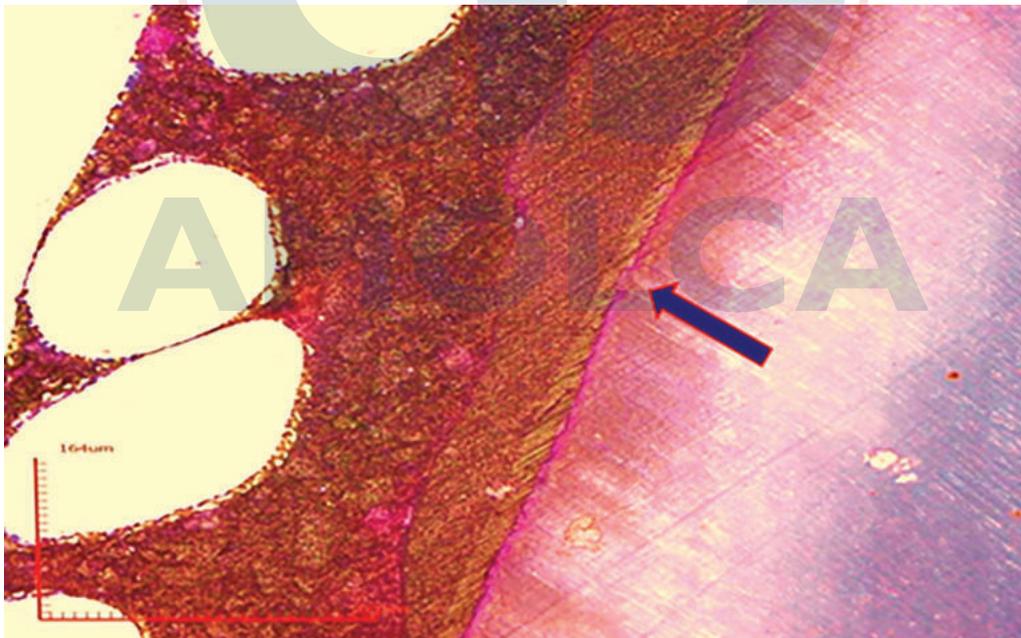


Figura 2.19. Brackets con el medio cementante resinoso adherido al esmalte. Se ven los tags de resina introducidos dentro de la estructura adamantina, señalados con una flecha. CLSM OLS4000 LEXT 3D Olympus, Japan. x960.

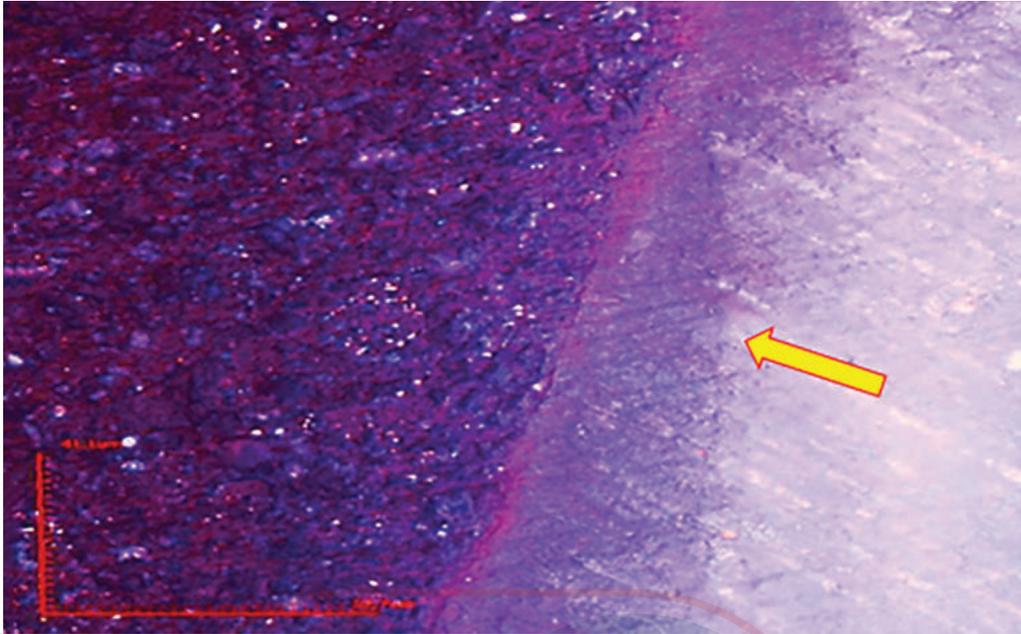


Figura 2.20. Micrografía a mayor magnificación donde se observan los resin tags o espículas del medio cementante de resina penetrando 25 μ m dentro del esmalte, marcados con una flecha. CLSM OLS4000 LEXT, Olympus, Japan. x1.500.



Figura 2.21. Safe End, Finishing Bur, 20 blade, usada para eliminar los resin tags o espículas del medio cementante de los brackets de la estructura adamantina.



Figura 2.22. Micrografía con Confocal Laser Scanning Microscope del sellado de la capa de remineralización superficial de la estructura adamantina por la nanoremineralización de una mancha blanca por el CPP-ACPF, GC MI Paste Plus®. El espesor de capa de CPP-ACPF es de $\pm 236.7\mu\text{m}$ en la superficie del esmalte.

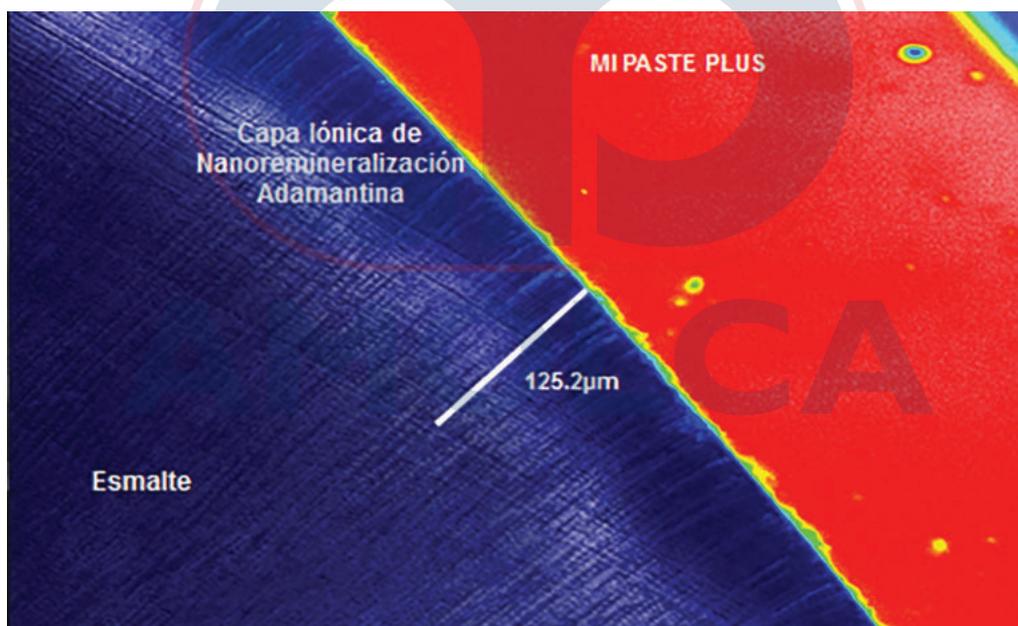


Figura 2.23. Micrografía con CLSM de La obliteración de la capa de remineralización superficial en esmalte por nanoremineralización, de una lesión incipiente por el CPP-ACPF, GC MI Paste Plus®. Nótese la formación de una capa iónica de nanoremineralización adamantina que se adhiere y sella los nano y microporos de la mancha blanca con una penetración de $125.2\mu\text{m}$. CLSM OLS4000 LEXT 3D. x2.250.

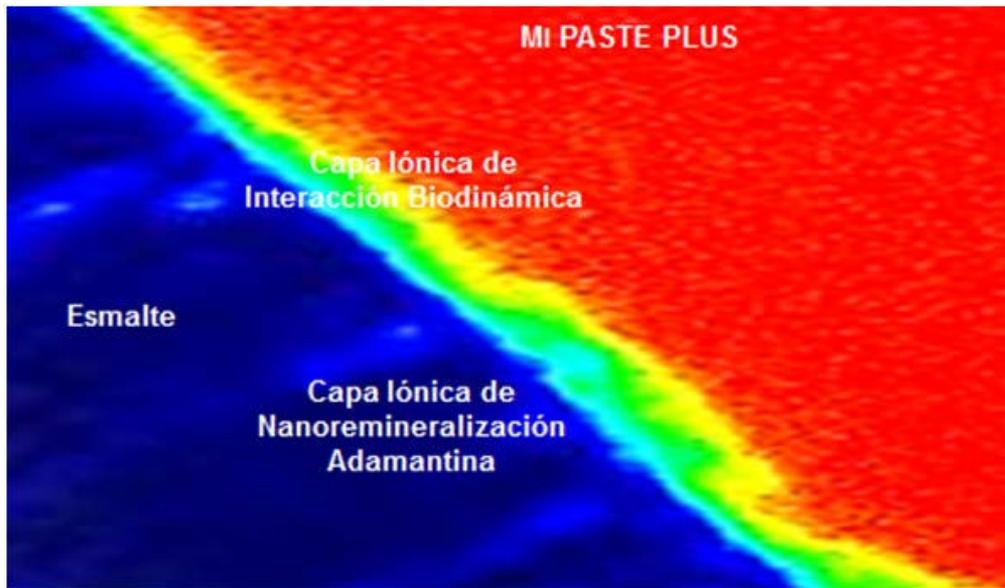


Figura 2.24. Micrografía a mayor magnificación de la figura anterior donde se muestra la capa iónica de nanoremineralización adamantina sellando la zona de remineralización superficial y la capa iónica de interacción biodinámica con CLSM en un lesión incipiente por CPP-ACPF. CLSM OLS4000 LEXT. x10 500.



Figura 2.25. El elemento dentario 22, portador de una mancha blanca con la reversión del proceso de desmineralización por la aplicación de GCMi Paste Plus® a los 180 días, por nanoremineralización. Se visualiza la transferencia lumínica y el brillo normal del esmalte.

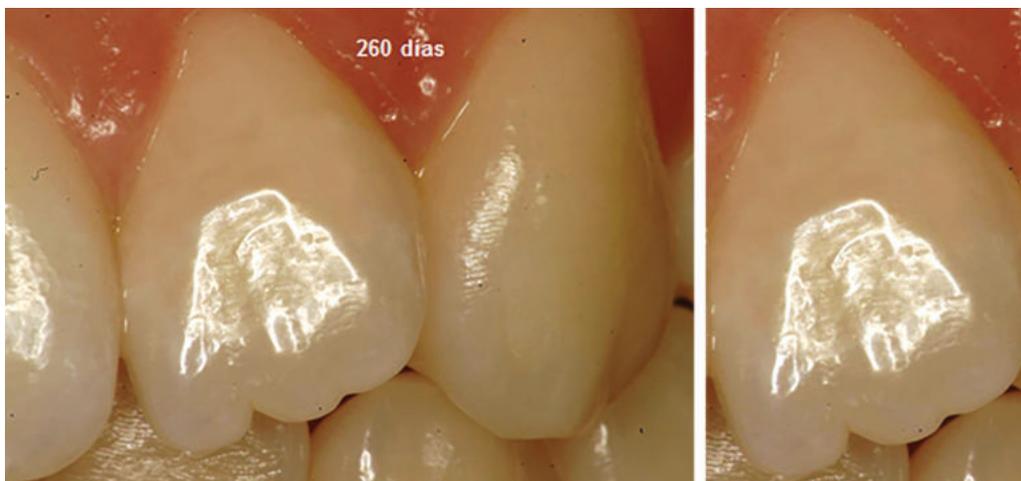


Figura 2.26. No obstante, recién consideramos que el brillo y la translucidez del esmalte fue correcta después de 260 días de accionar de GC MI Paste Plus®. Las lesiones incipientes de caries o de mancha blanca generadas por el apósito bacteriano resguardado por los brackets de ortodoncia son las más difíciles de nanoremineralizar.

Nanoremineralización de caries iniciales postratamiento de ortodoncia con CPP-ACPF, Mi Paste Plus

La aparatología ortodóncica retiene biofilm y si el paciente no posee suficiente protección contra la disbiosis por su deficiente higiene bucal, flujo salival disminuido, recuento de bacterias cariogénicas superior a 500 000CFU/ml y una dieta inadecuada con exceso de hidratos de carbono y bebidas ácidas, se originará un incremento de las bacterias cariogénicas que se adhieren fuertemente a las superficies retentivas como brackets, alistic, ligaduras y elementos dentarios provocando un notable aumento del riesgo de caries durante el tratamiento ortodóncico. (Figuras 2.27-2.33).

La caries es una enfermedad o disbiosis del microbioma bucal que involucra a múltiples especies cariogénicas, como los *Streptococcus sanguinis*, *S. mutants*, *S. sobrinus*, *S. salivarius*, *S. israelis*, *Scardovia wiggisiae*, *Lactobacilos* y *Actinomyces*, que producen y toleran ácidos. (Zhan L 2018; Tanner AC et al 2018; Zaura E, Twetman S 2019).

Sería ideal realizar al paciente la anamnesis, examen clínico y las pruebas: a) *GC Tri Plaque ID Gel*; b) *Saliva-Check Buffer* y *Saliva-Check Mutans*, para determinar el índice de riesgo y la incidencia de la disbiosis, patológicamente reversible.

El consumo de azúcar y de bebidas ácidas, juega un papel importante al interactuar en el desarrollo de la caries dental, por eso su diagnóstico se debe realizar en

la etapa inicial o de mancha blanca, donde se pueden aplicar procedimientos de remineralización sin necesidad de elaborar preparaciones cavitarias convencionales, que llevan a la destrucción del elemento dentario.

Luego, debería efectuarse la detección de las caries iniciales por Fluorescencia Laser QLF con Vista-Proof® Plug & Go.

La desmineralización y remineralización continuas y equilibradas son procesos dinámicos naturales en el esmalte; si el equilibrio se interrumpe y domina el proceso de desmineralización, que eventualmente puede conducir al desarrollo de lesiones de caries en esmalte y dentina; el CPP-ACPF ayuda a controlar la disbiosis al mejorar la nanoremineralización, haciendo que la superficie sea menos soluble.

La remineralización, natural por sí sola no es suficiente.

El potencial de remineralización, de la saliva es bueno y está documentado. La saliva entrega iones Ca^{2+} y PO_4 en forma biodisponible para el mantenimiento de los tejidos duros durante toda la vida. (Stookey GK 2008; Cochrane NJ et al 2012).

Sin embargo, la remineralización, salival se ve restringida, ya que actúa en los 30µm externos del esmalte; esta remineralización superficial no mejora ni la estética ni las propiedades estructurales de la lesión de caries subsuperficial.

CPP-ACPF como GC MI PASTE Plus® solo o combinado con GC MI Varnish®, constituyen óptimos vehículos de administración biodisponibles de fluoruro,



Figura 2.27. Paciente femenino de 23 años de edad con alto riesgo de caries. Se observa en los elementos dentarios 34 y 35 lesiones de caries iniciales en estadio de mancha blanca con la desmineralización provocada por la acumulación de biofilm en el margen cervical de los brackets y el borde libre de la encía.

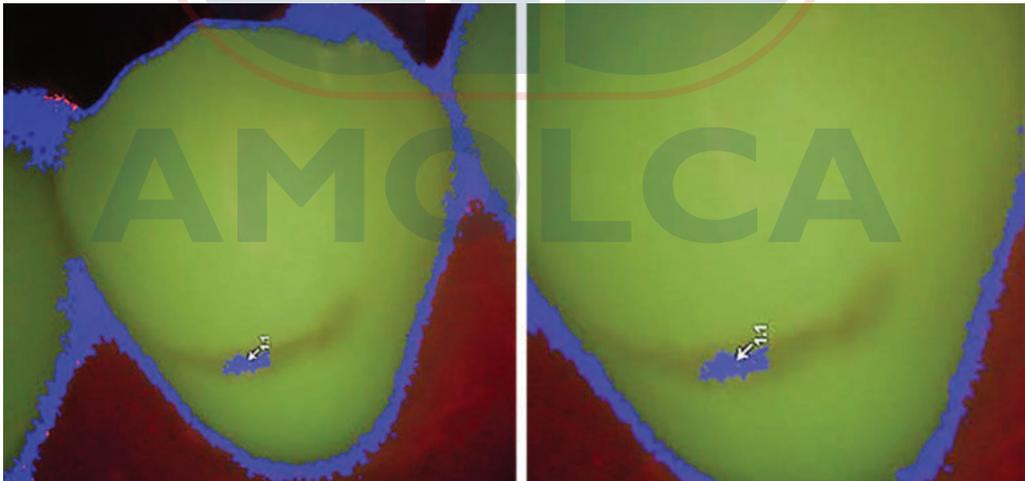


Figura 2.28. Mancha blanca por desmineralización detectada en color azul con Vista Proof Plug® & Go originada por los ácidos bacterianos del microbioma bucal.



Figura 2.29. GC MI Paste Plus®, pasta tópica con Fosfato de Calcio Bioactivo y 900ppm de Fluoruro de Sodio es aplicado por frotado suave con un microbrush.



Figura 2.30. Persistencia de la mancha blanca, 35 días después.



Figura 2.31. Eliminación de los tags del medio cementante con discos Shofu Super Snapp y pulido superficial fino con Jazz Supreme trabajando a baja velocidad y alta refrigeración acuosa.

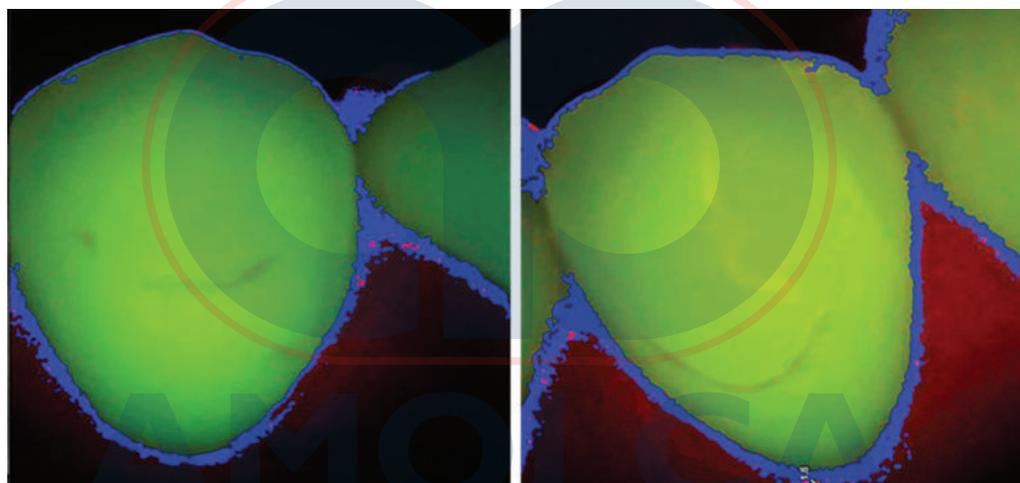


Figura 2.32. Nanoremineralización de mancha blanca detectada con VistaProof Plug & Go QLF.

de liberación lenta, para localizarlos en la superficie del diente. (Philip N 2019).

Juárez-López ML et al 2014, aseguran que la aplicación quincenal durante seis meses de CPP-ACPF demostró un efecto protector y remineralizante sobre las lesiones de caries incipientes. Su acción fue superior a la aplicación de NaF; sin embargo, para reducir el impacto de la caries dental en los escolares es importante contar con un enfoque preventivo integral que incluya promover el autocuidado, así como la aplicación de selladores de puntos y fisuras.

Pithon MM et al 2015, evaluaron la eficacia in vitro de la aplicación de un barniz, que contiene fosfopéptido de caseína y fosfato cálcico amorfo CPP-

ACP en la prevención de lesiones de caries alrededor de los brackets de ortodoncia; utilizaron incisivos bovinos donde se pegaron brackets en la superficie bucal, formando ocho grupos (n: 15), según la selección de sustancias de higiene bucal y barniz de esmalte: 1) grupo control, solo cepillado; 2) cepillado y enjuague bucal con fluoruro; 3) aplicación de barniz Duraphat; 4) Duraphat y cepillado; 5) Duraphat, cepillado y enjuague bucal; 6) MI Varnish; 7) MI Varnish y cepillado; 8) MI Varnish y enjuague bucal. Tanto el cepillado como la inmersión en soluciones se realizaron en un intervalo de tiempo de 1 minuto, seguido de un lavado en agua desionizada tres veces al día durante los 28 días de experimentación; la evaluación se realizó



Figura 2.33. Las manchas blancas del caso clínico a los 120 días después, donde se observa la nanoremineralización del esmalte, la recuperación de su translucidez, la estética y biomimética resultante.

mediante tomografía de coherencia óptica OCT Thorlabs, Newton, USA; se pudo demostrar que los grupos 1 y 3 difieren estadísticamente de los grupos 5, 6, 7 y 8; se demostró que MI Varnish es más eficaz para disminuir la profundidad de las lesiones de caries, en comparación con Duraphat, independientemente de que esté asociado con el cepillado y el enjuague bucal o no; *La aplicación de MI Varnish que contiene CPP-ACPF, reduce la profundidad de las lesiones de caries alrededor de los brackets de ortodoncia.*

Fernando JR et al 2020 comentan que la proteína acumulada dentro de las lesiones iniciales, como la albúmina sérica, impide la remineralización de las lesiones de caries del esmalte. El objetivo del estudio fue evaluar si la albúmina de suero bovino (BSA), intralesiones de caries iniciales afectaba la remineralización posterior de las lesiones subsuperficiales de esmalte; utilizaron microscopía confocal laser de barrido para confirmar la localización de BSA en las lesiones subsuperficiales del esmalte y su posterior tratamiento por remoción con hipoclorito de sodio de pH elevado. Y para la remineralización de las lesiones subsuperficiales se usó CPP-ACP, fosfopéptido de caseína fosfato cálcico amorfo estabilizado. Este estudio pudo establecer que el pretratamiento de las lesiones iniciales que contienen albúmina sérica con hipoclorito de sodio, aumentó significativamente la remineralización.

Remineralización de caries iniciales en esmalte con mi varnish

GC MI Varnish® Es un barniz flow fluorado, que contiene 5 % Fluoruro de Sodio o 22 600ppm y 2 % de Recaldent® o CPP-ACPF, acetato de polivinilo 35 %, resina colofonia hidrogenada 25 %; etanol 3 %, fluoruro de sodio 1,19 %, fósforo 14,2 %; calcio

34,96 %; zirconio 13,4 % y dióxido de silicio. (Bayrak S et al 2017). (Figuras 2.34-2.44). (Tablas 2.1-2.3).

Presenta alta concentración y liberación de fluoruros; nanoremineraliza esmalte y dentina por el aporte de calcio, fosfato y fluoruros biodisponibles; protege la estructura adamantina y aumenta su resistencia a los ácidos bucales; y reduce la sensibilidad por obliteración y sellado de los túbulos dentinarios.

Los barnices se adhieren a la superficie del diente durante un tiempo prolongado, y evitan su eliminación inmediata al actuar como reservorios de liberación lenta de fluoruros, fosfatos y calcio.

GC MI Varnish® se puede combinar en algunos casos clínicos con MI Paste® y GC MI Paste Plus® u otros agentes cariostáticos. (Savas S et al 2016 ; Patel PM et al 2017 ; Attiguppe P et al 2019).

A medida que aumenta la edad del individuo, aumenta la ganancia de hidroxiapatita por el proceso de

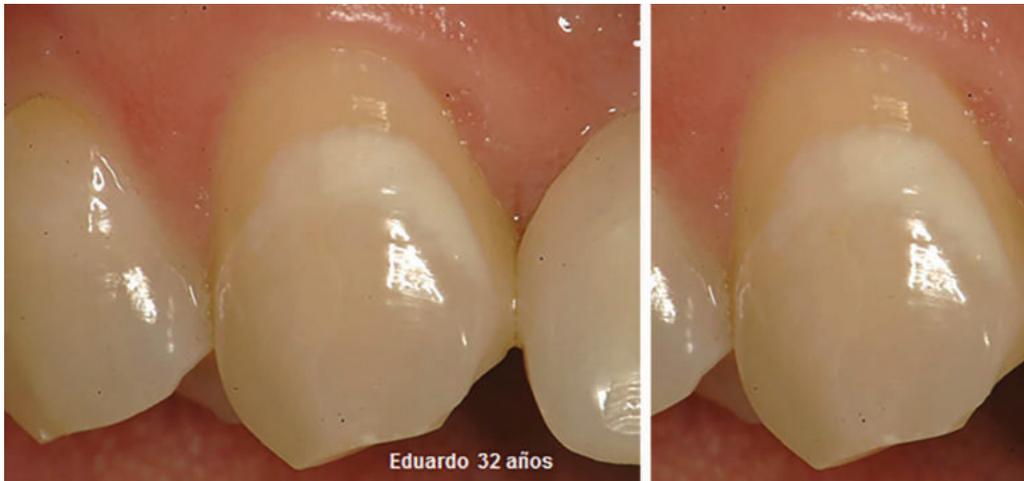


Figura 2.34. Caries inicial en estadio de mancha blanca en el esmalte del tercio cervical del elemento dentario 13, en un paciente masculino de 32 años.



Figura 2.35. Combinación de MI Paste® o GC MI Paste Plus® con GC MI Varnish® para casos clínicos de riesgo medio, alto o extremo.

maduración del esmalte, haciendo que la nanoremineralización se genere más lentamente. No obstante, GC MI Varnish facilita la nanoremineralización de lesiones de caries incipientes después de una sola aplicación, y es satisfactorio en su uso clínico. (Savas S et al 2016).

Evaluamos la composición química de GC MI Varnish®, por medio de Microanálisis por Dispersión de Energía de rayos X. Se empleó a ese efecto la Microsonda Electrónica Atómica EPMA, JXA 8230, Superprobe Jeol, Japan.

El análisis con microsonda electrónica EPMA consiste en una técnica no destructiva que posibilita el análisis químico cualitativo y/o cuantitativo de sustancias sólidas a escala nanométrica, usado para determinar la composición química de pequeñas

cantidades de materiales sólidos de hasta $3\mu\text{m}$; EPMA utiliza un haz de electrones de alta energía 1000 veces mayor que un microscopio electrónico de barrido y cuando es enfocado sobre una muestra, genera rayos X, los que son difractados y localizados por los



Figura 2.36. Recipiente de GC MI Varnish®, barniz flow fluorado de elevada resistencia y adhesión, que nanoremineraliza el esmalte afectado por patologías desmineralizantes.



Figura 2.37. El opérculo de GC MI Varnish® debe ser parcialmente abierto e inmediatamente con el pincel que provee el kit se debe realizar la mezcla de los componentes del barniz flow para su aplicación.



Figura 2.38. MI Varnish no requiere de profilaxis previa. Aplicar GC MI Varnish® en una sola capa fina, uniforme y continua, deslizando suavemente el pincel desde cervical a incisal. Se debe Instruir al paciente, sobre no ingerir alimentos calientes, duros, sólidos, leche, alcohol, y lavarse los dientes por tres horas después de la aplicación. Cuando se aplica GC MI Varnish®, los pacientes no deben usar otros tratamientos que contengan fluoruros.



Figura 2.39. El caso clínico a los 15 días del tratamiento con GC MI Varnish®.

cristales del analizador por flujo de gas y por detectores proporcionales. Las condiciones de operación habitual para el haz de electrones es un Voltaje de 15kV y de 20nA, con un diámetro del haz de 5 a 10 micrómetros. La microsonda EPMA puede analizar cuantitativamente desde Be ($Z = 4$) a U ($Z = 92$) en niveles tan bajos como 100ppm.

Su composición química fue determinada por Uribe Echevarría J et al 2015, quienes determinaron en

el análisis sus componentes. Éstos son: carbono, procedente del solvente que contiene GC MI Varnish®; zirconio, para otorgarle resistencia físico-mecánica; fluoruro, que actúa como remineralizante superficial; calcio y fósforo que operan como elementos nanoremineralizantes.

La desmineralización de la estructura adamantina por lesiones de mancha blanca en las superficies del esmalte es el efecto deletéreo más visible en muchos



Figura 2.40. A los 60 días se puede visualizar la nanoremineralización del esmalte que ha recuperado su brillo, biomimética y transferencia lumínica luego del tratamiento con GC MI Varnish®.



Figura 2.41. Microsonda EPMA para Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X, con el que se realizó el análisis químico de GC MI Varnish®.

individuos. Las manchas blancas son la consecuencia de la acción de ácidos orgánicos débiles como el ácido láctico producidos por bacterias cariogénicas.

El fosfato de calcio amorfo y el fosfopéptido de caseína CPP-ACP son capaces de anular la desmineralización y generar nanoremineralización *in vitro* e *in vivo* de las lesiones de caries incipientes. (Reynolds EC et al 2008; Cochrane NJ, Reynolds EC 2012).

Se ha probado la efectividad de CPP-ACP asociado al fluoruro.

El fluoruro es la piedra angular del tratamiento no invasivo de las lesiones de caries no cavitadas en superficies proximales y libres, pues es solidario con la remineralización, ya que promueve la formación de fluorhidroxiapatita en presencia de iones de calcio y fosfato biodisponibles. Ahí, los iones de fluoruro continúan siendo utilizables junto con los iones de calcio y fosfato, que son incorporados a la red nanocristalina del esmalte.

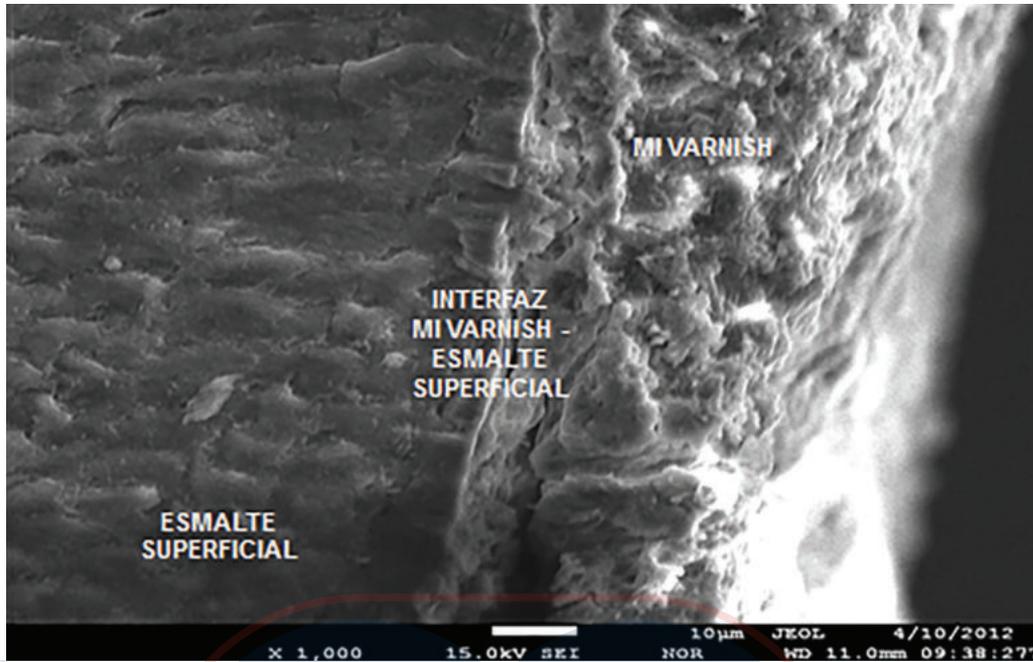


Figura 2.42. Micrografía con Microsonda EPMA para el Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X de la capa de GC MI Varnish®, adherida fuertemente al esmalte superficial nanoremineralizado. EPMA Jeol, Japan. x1000

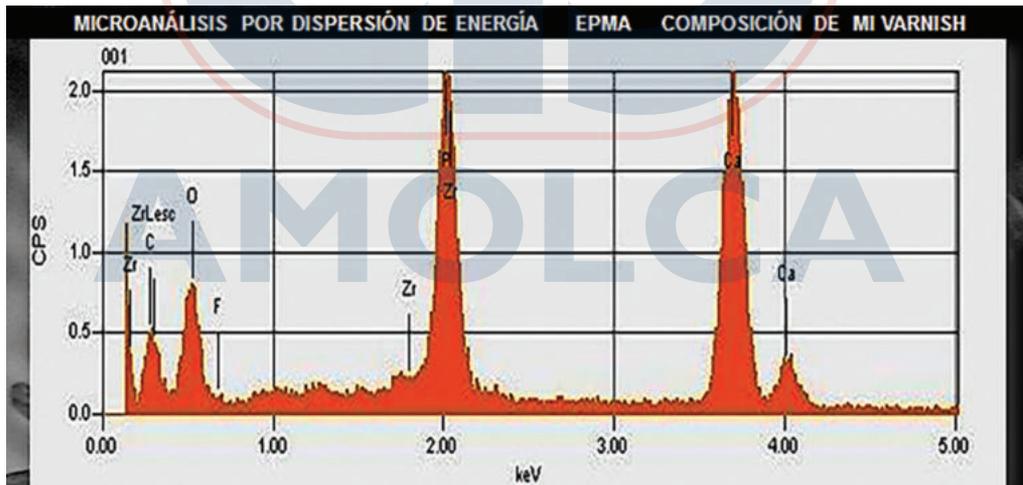


Figura 2.43. Diagrama de Equilibrio del Análisis químico de la composición de GC MI Varnish®, efectuado con Microsonda EPMA para Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X.

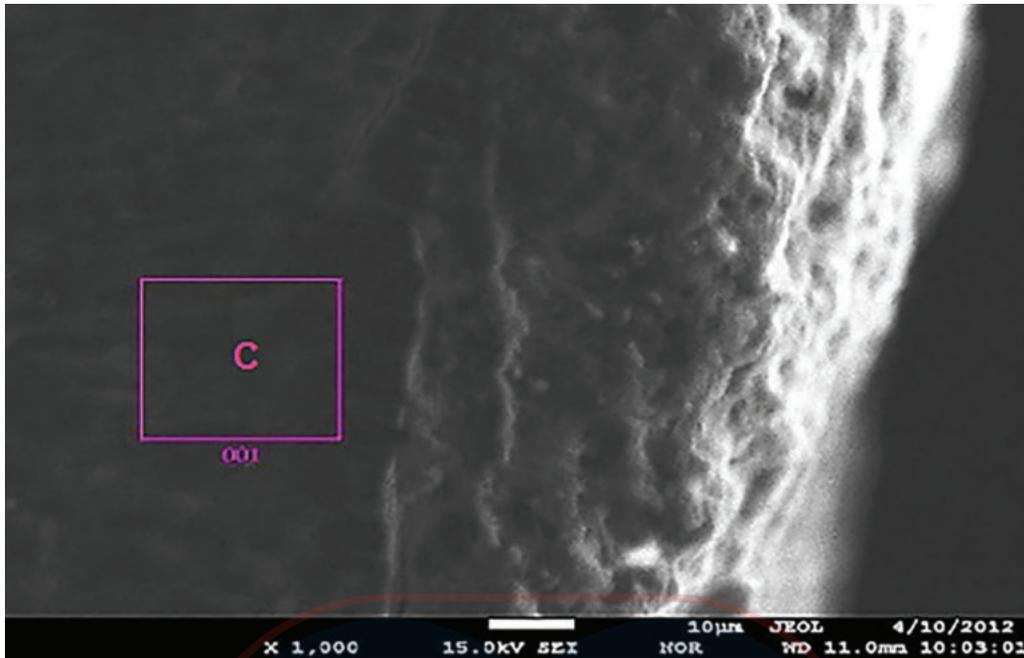


Figura 2.44. Micrografía con Microsonda EPMA para Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X de la zona C que corresponde al esmalte subsuperficial. EPMA Jeol, Japan. x1000.

EPMA MICROANÁLISIS POR DISPERSIÓN DE ENERGÍA
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MI VARNISH

• Chemical formula	ms%	mol%	Sigma	Net	Line
• C	14.79	29.91	0.00	25514	K
• O	21.73	33.00	0.01	41175	K
• F*	0.93	1.19	0.05	488	K
• P	14.20	11.14	0.00	158138	K
• Ca	34.96	21.20	0.01	238881	K
• Zr	13.40	3.57	0.01	94400	L
• Total	100.00	100.00			

ms% es porcentaje de masa; mol% es porcentaje atómico; Sigma el error; Net son las cuentas medidas; Line la línea de emisión

Tabla 2.1. Composición química de GC MI Varnish®, efectuada con Microsonda EPMA por Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X, en la que pueden visualizarse los elementos carbono, oxígeno, fluoruro, Fósforo, calcio y zirconio, con su porcentaje de masa, porcentaje atómico, error estándar, cuentas por minuto de medición y línea de medición. Recordamos aquí, que en estos casos el oxígeno se encuentra unido químicamente a los elementos presentes por eso aparece a pesar del alto vacío; esto significa que los elementos atómicos nunca son puros, sino que están siempre combinados con el oxígeno.

EPMA MICROANÁLISIS POR DISPERSIÓN DE ENERGÍA COMPOSICIÓN INTERFAZ MI VARNISH - ESMALTE SUBSUPERFICIAL ZONA C					
• Chemical formula	ms%	mol%	Sigma	Net	Line
• O	37.18	57.32	0.02	323362	K
• Mg	0.93	0.94	0.01	384580	K
• P	20.16	16.05	0.01	881057	K
• Ca	41.74	25.69	0.02	1157945	K
• Total	100.00	100.00			

ms% es porcentaje de masa; mol% es porcentaje atómico; Sigma el error; Net son las cuentas medidas; Line la línea de emisión

Tabla 2.2. Composición química del esmalte subsuperficial con GC MI Varnish®, realizado con Microsonda EPMA para Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X, en la que se observan los elementos oxígeno, sodio, fósforo y calcio, con su porcentaje de masa, porcentaje atómico, error estándar, cuentas por minuto de medición y línea de medición. Carbono, fluoruro y zirconio ya no se encuentran presentes en esta zona.

EPMA MICROANÁLISIS POR DISPERSIÓN DE ENERGÍA MI VARNISH - MANCHA BLANCA			
ELEMENTO ATÓMICO	MI VARNISH	MI VARNISH ESMALTE SUPERFICIAL	CUERPO DE LA LESIÓN
CALCIO	34.96	42.22	45.26
FÓSFORO	14.20	14.36	18.76
CARBONO	14.79
OXÍGENO	21.73	28.04	35.98
FLUORURO	0.93	0.25
ZIRCONIO	14.69	13.40

Tabla 2.3. Composición química confeccionada con Microsonda EPMA por Microanálisis por Dispersión de energía de rayos X de GC MI Varnish®, el esmalte superficial y el cuerpo de la lesión por la aplicación de GC MI Varnish®, en la que se observa cómo cambian los elementos atómicos y su porcentaje de acuerdo con las zonas que se considere.

Protocolos de aplicación clínica de mi paste, gc mi paste plus, gc mi varnish

- PACIENTES CON BAJO RIESGO DE CARIES:** aplicar MI Paste una vez cada quince días en el gabinete dental, y dos veces por semana por la noche después de cepillarse los dientes.
- PACIENTES CON RIESGO DE CARIES MEDIO:** utilizar MI Paste una vez por semana en el gabinete dental y todas las noches después de cepillarse los dientes.
- PACIENTES CON ALTO RIESGO DE CARIES:** emplear GC MI Paste Plus, una vez por semana en el gabinete dental y por la mañana y la noche después de cepillarse los dientes. En casos severos aplicar GC MI Paste Plus + GC MI Varnish, una vez por semana en el gabinete dental y GC MI Paste Plus por la mañana y noche después de cepillarse los dientes.

d) MANCHA BLANCA POR ORTODONCIA: la aparatología ortodóncica fija retiene biofilm, y si a esto se le suma un cepillado inadecuado se producirá un incremento de las bacterias cariogénicas que se adhieren fuertemente a las superficies retentivas como brackets, alastic, ligaduras y a la estructura adamantina del elemento dentario provocando un notable aumento del riesgo de caries. MI Paste[®], GC MI Paste Plus[®] ayudan a prevenir la acumulación de placa bacteriana alrededor de la aparatología fija, y auxilian a la saliva en su acción buffer, pues actúan sobre los ácidos producidos por el biofilm.

Las lesiones pueden ser detenidas y revertidas, pero es importante utilizar CPP-ACP rutinariamente durante el transcurso completo del tratamiento ortodóncico.

e) EROSIONES: aplicar MI Paste[®] o GC MI Paste Plus[®] o la combinación MI Paste + GC MI Varnish[®], o GC MI Paste Plus + GC MI Varnish[®], una vez por semana en el gabinete dental. Usar MI Paste[®] o GC MI Paste Plus[®] por la noche después de cepillarse los dientes.

f) ABRASIONES: usar MI Paste[®] o GC MI Paste Plus[®] o la combinación MI Paste + GC MI Varnish[®] o GC MI Paste Plus + GC MI Varnish[®], una vez por semana en el gabinete dental. Aplicar MI Paste[®] o GC MI Paste Plus[®] por la noche después de cepillarse los dientes. Cambiar la técnica de cepillado horizontal y los momentos de consumo de azúcares fermentables y de bebidas ácidas.

g) ABFRACCIONES: estas microfracturas de esmalte y dentina por stress oclusal se caracterizan por su hipersensibilidad; por consiguiente, antes de realizar una restauración es conveniente y muy importante sellar y nanoremineralizar los túbulos detenarios para evitar a posteriori la sensibilidad postoperatoria. Utilizar MI Paste[®] o GC MI Paste Plus[®] o la combinación MI Paste + GC MI Varnish[®], o GC MI Paste Plus + GC MI Varnish[®], una vez por semana en el gabinete dental.

Usar MI Paste[®] o GC MI Paste Plus[®] por la noche después de cepillarse los dientes.

h) HIPOMINERALIZACIÓN INCISIVO-MOLAR: es un defecto del desarrollo del esmalte dental, que contiene una alteración genética en genes expresados durante la formación de la estructura adamantina, asociado con una rápida progresión de caries, que depende de la gravedad de las lesiones y genera una estética deficiente. Estos cambios comprometen a todo el esmalte, afectando la translucidez y el proceso de calcificación,

con opacidades de color blanco tiza al amarillo-amarronado debido a la alteración de la matriz adamantina. Las zonas afectadas frecuentemente son las cúspides de los molares y los bordes incisales de los incisivos. Por su parte, la hipomineralización que afecta a incisivos y molares son lesiones que se distinguen por su hipersensibilidad; y en consecuencia, antes de realizar una restauración, es importante nanoremineralizar esmalte y dentina para evitar posteriores sensibilidades postoperatorias.

GC MI Varnish[®] y GC MI Paste Plus[®] se emplean previamente al tratamiento estético-biomimético, para nanoremineralizar y disminuir la hipersensibilidad. GC MI Varnish[®] es aplicado una vez por semana en el gabinete dental, y GC MI Paste Plus[®] se indicó al paciente que realizara una aplicación diaria, por la noche después de cepillarse los dientes, hasta que cesaran los síntomas de hipersensibilidad.

Con el empleo de estos agentes nanoremineralizantes que contienen fosfopéptido de caseína y fosfato de calcio amorfo CPP-ACP y CPP-ACPF, se obtuvo como resultado, una significativa mejora en la sensibilidad y en la biomimética posterior alcanzada.

Estos procedimientos se deberían efectuar hasta la remisión completa de las lesiones o de la hipersensibilidad.

En pacientes con alto riesgo de caries, es conveniente controlar los momentos de azúcar, la ingesta de bebidas ácidas, y sería conveniente la aplicación semi-permanente de CPP-ACP durante un año.

Referencias

- Abogazalah N, Eckert GJ, Ando M (2019). In vitro visual and visible light transillumination methods for detection of natural non-cavitated approximal caries; *Clin Oral Investig* 23(3):1287-1294.
- Achilleos EE, Rahiotis C, Kakaboura A, Vougiouklakis G (2013). Evaluation of a new fluorescence-based device in the detection of incipient occlusal caries lesions; *Lasers Med Sci* 28(1):193-201.
- Al-Batayneh OB, Al-Rai SA, Khader YS (2020). Effect of CPP-ACP on Streptococcus mutans in saliva of high caries-risk preschool children: a randomized clinical trial; *Eur Arch Paediatr Dent* 21(3):339-346.
- Amaechi BT, van Loveren C (2013). Fluorides and non-fluoride remineralization systems; *Monogr Oral Sci* 23:15-26.
- Angle EH (1899). *Classification of Malocclusion*; The Dental Cosmos 41: 248-264. Black GV (1908). *Operative Dentistry*. 1 Edition. Medico-Dental. Chicago. Illinois. USA.

- Blak GV, Black AD (1924). A work of Operative Dentistry. *The Pathology of the Hard Tissues of the Teeth*. Sixth Edition. Medico-Dental Publishing Company. Chicago. Illinois. USA.
- Bussaneli DG, Restrepo M, Boldieri T, Albertoni TH, Santos-Pinto L, Cordeiro RC (2015). Proximal caries lesion detection in primary teeth: does this justify the association of diagnostic methods?; *Lasers Med Sci* 30(9):2239-2244.
- Cagetti MG, Bontà G, Cocco F, Lingstrom P, Strohmenger L, Campus G (2018). Are standardized caries risk assessment models effective in assessing actual caries status and future caries increment? A systematic review; *BMC Oral Health* 16; 18(1):123. *Caries Res* 36(1):3-9.
- Chaffee BW, Featherstone JD, Gansky SA, Cheng J, Zhan L (2016). Caries risk assessment item importance: Risk designation and caries status in children under age 6; *JDR Clin Trans Res* 1(2):131-142.
- Conrads G, About I (2018). Pathophysiology of Dental Caries; *Monogr Oral Sci* 27:1- 10.
- De Benedetto MS, Morais CC, Novaes TF, de Almeida Rodrigues J, Braga MM, Mendes FM (2011). Comparing the reliability of a new fluorescence camera with conventional laser fluorescence devices in detecting caries lesions in occlusal and smooth surfaces of primary teeth; *Lasers Med Sci* 26(2):157-162.
- de Cock P, Makinen K, Honkala E, Saag M, Kennepohl E, Eapen A (2016). Erythritol is more effective than xylitol and sorbitol in managing oral health endpoints; *Int J Dent* 2016:9868421
- De Paula AB, Campos JA, Diniz MB, Hebling J, Rodrigues JA (2011). In situ and in vitro comparison of laser fluorescence with visual inspection in detecting occlusal caries lesions; *Lasers Med Sci* 26(1):1-5.
- Dikmen B (2015). Icdas II criteria (international caries detection and assessment system); *J Istanbul Univ Fac Dent* 21;49(3):63-72
- Doméjean S, Zhan L, DenBesten PK, Stamper J, Boyce WT, Featherstone JD (2010). Horizontal transmission of mutans streptococci in children; *J Dent* 89(1):51-55.
- Edgar WM, Higham SM, Manning RH (1994). Saliva stimulation and caries prevention; *Adv Dent Res* 8(2):239-245.
- Egan S, Gardiner M (2016). Microbial Dysbiosis: Rethinking Disease in Marine Ecosystems. *Front Microbiol* 21;7:991.
- Ekstrand KR, Gimenez T, Ferreira FR, Mendes FM, Braga MM (2018). The International Caries Detection and Assessment System - ICDAS: A Systematic Review; *Caries Res* 52(5):406-419.
- Ellingsen MA, Hollender LG, Harrington GW (1995). Radiovisography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. II. In vivo evaluation; *J Endod* 21(10):516-520.
- Eriksson L, Lif Holgerson P, Esberg A, Johansson I (2018). Microbial complexes and caries in 17-year-olds with and without *Streptococcus mutans*; *J Dent Res*. 97 275– 282.
- Featherstone JD (2008). Dental caries: A dynamic disease process; *Aust Dent J* 53:286-291.
- Fejerskov O (1997). Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease; *Community Dent Oral Epidemiol* 25(1):5-12.
- Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E (2003). *Dental Caries. The disease and Its Clinical Management*. First published. Wiley Blackwell. Oxford UK.
- Ferreira Zandona AG (2019). Surgical Management of Caries Lesions: Selective Removal of Carious Tissues; *Dent Clin North Am* 63(4):705-713.
- Fitzgerald RJ, Keyes PH (1960). Demonstration of the etiological role of streptococci in experimental caries in the hamster; *J Am Dent Assoc* 61:9-33.
- Fredricks DN, Relman DA (1996). Sequence-based identification of microbial pathogens: a reconsideration of Koch's postulates; *Clin Microbiol Rev* 9(1):18-33.
- Giaccaman RA (2018) Sugars and beyond. The role of sugars and the other nutrients and their potential impact on caries. *Oral Dis* 24(7):1185-1197.
- Gomez J (2015). Detection and diagnosis of the early caries lesion; *BMC Oral Health Suppl* 1(Suppl 1):S3.
- Grigalauskiene R, Slabšinskiene E, Vasiliauskiene I (2015). Biological approach of dental caries management; *Stomatologija* 17(4):107-112.
- Imfeld T, Barbakow F, Curilović Z (1990). Probing and caries diagnosis. Is the explorer for caries diagnosis still useful?; *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100(7):872-876.
- Ingram GS, Silverstone LM (1981). A chemical and histological study of artificial caries in human dental enamel in vitro; *Caries Res* 1;15(5):393-398.
- Innes N, Schwendicke F, Frencken J (2018). An Agreed Terminology for Carious Tissue Removal; *Monogr Oral Sci* 27:155-161.
- Holt RD, Azevedo MR (1989). Fibre optic transillumination and radiographs in diagnosis of approximal caries in primary teeth; *Community Dent Health* 6(3):239-247.
- Kameda M, Abiko Y, Washio J, Tanner AC, Kressirer CA, Mizoguchi I, Takahashi N (2020). Sugar Metabolism of *Scardovia wiggisiae*, a Novel Caries-Associated Bacterium; *Front Microbiol* 25;11:479.
- Kazor CE, Mitchel PM, Lee AM, Stokes LN, Loesche WJ, Dewhirst FE, Paster BJ (2003). Diversity of bacterial populations on the tongue dorsa patients with halitosis and heal thy patients. *J Clin Microbiol* 41(2),558-563.
- Kidd EA, Fejerskov O (2004). What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms; *J Dent Res* 83 Spec No C:C35-8.
- Köhler B, Bratthall D, Krasse B (1983). Preventive measures in mothers influence the establishment of the bacterium *Streptococcus mutans* in their infants; *Arch Oral Biol* 28(3):225-31.
- Kressirer CA, Smith DJ, King WF, Dobeck JM, Starr JK, Tanner AC (2017). *Scardovia wiggisiae* and its potential role as a caries pathogen; *J Oral Bios* 59(3):135-141.

- Lasfargues JJ, Kaleka R, Louis JJ (2001). A new therapeutic classification of cavities; *Quintessence Int* 32(2):97.
- Lederer A, Kunzelmann KH, Heck K, Hickel R, Litzemberger F (2019) In-vitro validation of near-infrared reflection for proximal caries detection; *Eur J Oral Sci* 127(6):515-522.
- Lenzi TL, Piovesan C, MF, BM, Raggio DP (2016). In vitro performance of QLF system and conventional methods for detection of occlusal caries around tooth-colored restorations in primary molars; *Int J Paediatr Dent* 26(1):26-34.
- Luczaj-Cepowicz E, Marczuk-Kolada G, Obidzinska M, Sidun J (2019). Diagnostic validity of the use of ICDAS II and DIAGNodent pen verified by micro-computed tomography for the detection of occlusal caries lesions-an in vitro evaluation; *Lasers Med Sci* 34(8):1655-1663.
- Lussi A, Firestone A, Schoenberg V, Hotz P, Stich H (1995). In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance monitor; *Caries Res* 29(2):81-87.
- Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon S, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth CH, Tenuta LMA, Ferreira Zandona A, Nyvad B, (2020). Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR; *Caries Res* 54(1):7-14.
- Magid KS (1996). Caries diagnosis: the necessity for a new standard of care; *Alpha Omega* 89(3):6-10.
- Maldupa I, Brinkman A, Mihailova A (2011). Comparative analysis of CRT Buffer, GC saliva check buffer tests and laboratory titration to evaluate saliva buffering capacity; *Stomatologija*. 13(2):55-61.
- Marczuk-Kolada G, Luczaj-Cepowicz E, Obidzinska M, Rozycki J (2020). Performance of ICDAS II and fluorescence methods on detection of occlusal caries-An ex vivo study; *Photodiagnosis Photodyn Ther* 29:101609.
- Mejäre I, Axelsson S, Dahlén G, Espelid I, Norlund A, Tranæus S, Twetman S (2014). Caries risk assessment. A systematic review; *Acta Odontol Scand* 72(2):81-91.
- Mitchell JK, Brackett MG, Haywood VB (2018). Strategies to Avoid Underdiagnosing Pit-and-Fissure Caries; *Compend Contin Educ Dent* 39(2):79-83.
- Mjör IA (2005). Clinical diagnosis of recurrent caries *J Am Dent Assoc* 136(10):1426- 33.
- Mount GJ, Hume WR (1998). A new cavity classification; *Aust Dent J* 43(3):153-159.
- Nakata K, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J (2009). Relationship between fluorescence loss of QLF and depth of demineralization in an enamel erosion model; *Dent Mater J* 28(5):523-529.
- Nikiforuk G (1985). *Understanding dental caries*; Basel; New York: S. Karger 1985.
- Ntovas P, Loubrinis N, Maniatakos P, Rahiotis C (2018). Evaluation of dental explorer and visual inspection for the detection of residual caries among Greek dentists; *J Conserv Dent* 21(3):311-318.
- Park SW, Kim SK, Lee HS, Lee ES, Jong EJ, Kim B (2019). Comparison of fluorescence parameters between three generations of QLF devices for detecting enamel caries in vitro and on smooth surfaces; *Photodiagnosis Photodyn Ther* 25:142-147.
- Petersen PE (2003). The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century-the approach of the WHO Global Oral Health Programme; *Community Dent Oral Epidemiol* 31 Suppl1:3-23.
- Petersen PE (2007). World Health Organization global policy for improvement of oral health-World Health Assembly 2007; *Int Dent J* 58(3):115-121.
- Philip N, Suneja B, Walsh LJ (2018). Ecological Approaches to Dental Caries Prevention: Paradigm Shift or Shibboleth? *Caries Res* 52(1-2):153-165.
- Pitts NB (2004). Modern concepts of caries measurement; *J Dent Res* 83 Spec No:C43-C47.
- Pitts NB (2004). Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res* 38: 294-304
- Pitts NB, Stamm JW (2004) International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT) Final consensus statements: Agreeing where the evidence leads; *J Dent Res* 83(Spec Iss C), C125-8.
- Pitts N (2021). The pieces of the caries puzzle align; *Br Dent J* 230(8):493.
- Pitts NB, Mayne C (2021). Making Cavities History: A Global Policy Consensus for Achieving a Dental Cavity-Free Future; *JDR Clin Trans Res* 6(3):264-267.
- Qudeimat MA, Altarakemah Y, Alomari Q, Alshawaf N, Honkala Eino (2019). The impact of ICDAS on occlusal caries treatment recommendations for high caries risk patients: an in vitro study; *BMC Oral Health* 7;19(1):41.
- Ricketts DN, Kidd EA, Wilson RF (1995). A re-evaluation of electrical resistance measurements for the diagnosis of occlusal caries; *Br Dent J* 77;178(1):11-17.
- Ricucci D, Loghin S, Niu LN, Tay FR (2018). Changes in the radicular pulp-dentine complex in healthy intact teeth and in response to deep caries or restorations: A histological and histobacteriological study; *J Dent* 73:76-90.
- Rosier BT, Marsh PD, Mira A (2018). Resilience of the Oral Microbiota in Health: Mechanisms That Prevent Dysbiosis; *J Dent Res* 97(4):371-380.
- Saravia ME, Nelson-Filho P, Ito IY, da Silva LA, da Silva RA, Emilson CG (2013). Recovery of mutans streptococci on MSB, SB-20 and SB-20M agar media; *Arch Oral Biol* 58(3):311-6.
- Saravia ME, Assed BS L, Assed Bezerra Silva R, Lucisano M, Uribe Echevarría A, Uribe Echevarría J, Nelson-Filho P (2015). Evaluation of Chair-Side Assays in High Microbiological Caries-Risk Subjects; *Braz Dent J* 26(6):592-5.
- Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J (1997). Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study; *Caries Res* 31(2):103-10.

- Schwendicke F, Tzschoppe M, Paris S (2015). Radiographic caries detection: A systematic review and meta-analysis; *J Dent* 43(8):924-933.
- Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona AF, Innes NP (2016). Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal; *Adv Dent Res* 6;28(2):58-67.
- Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB (2007). Dental caries. *Lancet* 6;369(9555):51-59.
- Senneby A, Mejäre I, Sahlin NE, Svensäter G, Rohlin M (2015). Diagnostic accuracy of different caries risk assessment methods. A systematic review. *J Dent* 43(12):1385-93.
- Seremidi K, Lagouvardos P, Kavvadia K (2012). Comparative in vitro validation of VistaProof and DIAGNOdent pen for occlusal caries detection in permanent teeth; *Oper Dent* 37(3):234-245.
- Shimada Y, Yoshiyama M, Tagami J, Sumi Y (2020). Evaluation of dental caries, tooth crack, and age-related changes in tooth structure using optical coherence tomography; *Jpn Dent Sci Rev* 56(1):109-118.
- Shivakumar K, Prasad S, Chandu G (2009). International Caries Detection and Assessment System: A new paradigm in detection of dental caries; *J Conserv Dent* 12(1):10-6.
- Shokri A, Kasraei S, Shokri E, Farhadian M, Hekmat B (2018). In vitro effect of changing the horizontal angulation of X-ray beam on the detection of proximal enamel; *Dent Med Probl* 55(1):29-34.
- Silverston L (1981) *Dental Caries, Etiology, Pathology and Prevention*; The Macmillan Press Ltda. London.
- Simón-Soro A, Mira A, (2015). Solving the etiology of dental caries. *Trends Microbiol* 23(2):76-82.
- Slimani A, Tardivo D, Panayotov IV, Levallois B, Gergely C, Cuisinier F, Tassery H, Cloitre T, Terrer E (2018). Multiphoton Microscopy for Caries Detection with ICDAS Classification; *Caries Res* 52(5):359-366.
- Stodt T, Attin T (2004). Bitewing examinations as a part of preventive dentistry-a review; *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 114(9):882-889.
- Sun HB, Zhang W, Zhou XB (2017). Risk Factors associated with Early Childhood Caries; *Chin J Dent Res* 20(2):97-104.
- Takahashi N, Nyvad B (2016). Ecological Hypothesis of Dentin and Root Caries; *Caries Res* 50:422-431.
- Tanner AC, C A Kressler CA, S Rothmiller S, Johansson I, Chalmers NI (2018). The Caries Microbiome: Implications for Reversing Dysbiosis. *Adv Dent Res* 29(1):78-85.
- Terrer E, Panayotov IV, Slimani A, Tardivo D, Gillet D, Levallois B, Fejerskov O, Gergely C, Cuisinier FJ, Tassery H, Cloitre T (2016). Laboratory Studies of Nonlinear Optical Signals for Caries Detection. *J Dent Res* 95(5):574-579.
- Tiffany CR, Bäumlér AJ. (2019). Dysbiosis: From Fiction to Function; *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 1;317(5):G602-G608.
- Tranaeus S, Shi XQ, Lindgren LE, Trollsås K, Angmar-Månsson B (2002). In vivo repeatability and reproducibility of the quantitative light-induced fluorescence method; Twetman S (2018). Prevention of dental caries as a non-communicable disease; *Eur J Oral Sci* 126 Suppl 1:19-25.
- Ünal M, Koçkanat A, Güler S, Gültürk E (2019). Diagnostic Performance of Different Methods in Detecting Incipient Non-Cavitated Occlusal Caries Lesions in Permanent Teeth; *J Clin Pediatr Dent* 43(3):173-179.
- Uribe Echevarría AG, Uribe Echevarría LJ, Saravia ME, Vilchez J, Rodríguez IÁ, Rozas CA, Uribe Echevarría J (2015). Protocolo Clínico de Aplicación del Nanocomplejo CPP-ACP según el Riesgo de Caries; *Dental Tribune Hispanic & Latin America*; 11: 18-23.
- Uribe Echevarría J et al (1990). *Operatoria Dental, Ciencia y Práctica*. Ediciones Avances Medico-Dentales S.L. Madrid. España.
- Varenne B, Fox CH (2021). The Role of Research in the WHO Oral Health Resolution; *JDR Clin Trans Res* 6(2):112-114.
- Vonaesch P, Anderson M, Sansonetti PJ (2018). Pathogens, microbiome and the host: emergence of the ecological Koch's postulates; *FEMS Microbiol Rev* 1;42(3):273-292.
- Wade WG (2013). Detection and culture of novel oral Bacteria. In: Jakubovics NS, Palmer RJ. Oral microbial ecology and Microbioma y disbiosis. Un nuevo horizonte.
- López-Malla MJ, Delgado Gregory J. Ed. Laser.
- Wennerholm K, Emilson CG (2013). Comparison of Saliva-Check Mutans and Saliva-Check IgA Mutans with the Cariogram for caries risk assessment; *Eur J Oral Sci* 121(5):389-393.
- Widhianingsih D, Koontongkaew S (2020). Online ahead of print. Enhancement of cariogenic virulence properties of dental plaque in asthmatics *J Asthma*; 23;1-7.
- Zero DT (2009) Recalcitrant-evidence for clinical activity; *Adv Dent Res* 21(1):30-34.
- Zhan L, (2018). Rebalancing the Caries Microbiome Dysbiosis: Targeted Treatment and Sugar Alcohols. *Adv Dent Res* 29(1):110-116.

ADHESIÓN, REMINERALIZACIÓN, ESTÉTICA Y BIOMIMÉTICA

EVIDENCIA Y PRÁCTICA CLÍNICA

JORGE URIBE ECHEVARRÍA

El desarrollo acelerado e innovador que han sufrido en los últimos años la operatoria dental y los biomateriales dentales ha llevado a tener que cambiar y reestructurar aplicaciones prácticas que se consideraban inmutables.

La aparición en el mercado mundial de nuevos biomateriales, nanoremineralizantes, bioactivos y biocompatibles, conjuntamente con la aplicación de conocimientos más avanzados sobre las estructuras y tejidos del diente, y sobre la instalación y progresión de las enfermedades que los afectan, con modernos procedimientos de detección, eliminación y reconstrucción, ha obligado a cambiar los conceptos y las técnicas empleadas para la restauración del elemento dentario, aplicadas con estética, biomimética y simplificación de técnicas.

Los criterios, las aplicaciones clínicas de los biomateriales, técnicas y aparatología recomendadas en este texto constituyen el producto de investigaciones propias, de tesis, hipótesis y teorías desarrolladas por nuestro grupo de investigación y otros autores para la solución de casos clínicos, con finalidad preventiva y restaurativa.

Este libro está dedicado a los estudiantes, graduados y docentes en odontología que desean conocer el estado actual de la especialidad con evidencia y clínica aplicada, y para aquellos profesionales clínicos que desean resolver, de forma práctica y simple, los problemas del ejercicio diario de la operatoria dental.

El futuro inmediato y mediano para estos modernos conceptos de aplicación clínica recién comienza.



Biblioteca digital

Con la compra de este libro, usted tendrá acceso a contenidos complementarios en línea (e-Book) y podrá disponer de su propia biblioteca digital, usando el código de acceso que está en el interior.

WWW.AMOLCA.COM

ISBN: 978-628-7528-65-9



9 786287 528659