



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS AVANZADOS EN
ODONTOLOGÍA

“Dr. KEISABURO MIYATA”

PROYECTO TERMINAL

RELACION CALCIO-FOSFORO EN ESMALTE DE DIENTES TEMPORALES

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ODONTOPEDIATRIA

PRESENTA:

C.D LILIANA CARBAJAL PALACIOS

DIRECTOR:

DRA. EN O. ROSALÍA CONTRERAS BULNES

ASESOR:

DRA. EN C.S. LAURA EMMA RODRÍGUEZ VILCHIS



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, MARZO 2019

ÍNDICE

Contenido	No. Página
1. Antecedentes	1
2. Planteamiento del Problema	15
3. Hipótesis	16
4. Objetivos	17
5. Justificación	18
6. Material y Métodos	19
7. Resultados	23
8. Discusión	24
9. Conclusiones	28
10. Resumen	29
11. Referencias Bibliográficas	31
12. Anexos	34

Antecedentes

El esmalte es la capa que cubre la corona del diente y es peculiar porque es el único tejido calcificado derivado epitelial en vertebrados. Además es la sustancia más dura en el cuerpo. Su dureza está entre la del hierro, el acero y al carbono, pero tiene una mayor elasticidad.¹

Es bien conocido por los odontólogos que el esmalte dental humano (EDH) es translúcido, su color varía entre blanco-amarillento y un blanco-grisáceo, sin embargo este color no es propio ya que depende de la dentina. Su transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad: a mayor mineralización, mayor translucidez.

El EDH se compone de 96% de material inorgánico y 4 % de material orgánico y 1% de agua. La parte inorgánica de un diente humano se conforma principalmente de un fosfato cálcico llamado hidroxiapatita, sin embargo esta hidroxiapatita no es pura (como se encuentra en algunos minerales en su estado natural) sino que se presenta impurezas de sodio, magnesio y cloro principalmente.²

Esta combinación de proteínas, agua y una fase mineral altamente anisotrópica, nanoestructurada, conduce a una combinación única de resistencia y tenacidad, lo que le da propiedades viscoelásticas, desgaste y erosión. Estas características permiten que el esmalte dental dure una vida en el ambiente duro y variable de la cavidad oral.³

Formación del Esmalte

La formación del esmalte (amelogénesis) implica una serie de actividades celulares altamente reguladas y procesos de mineralización controlados por proteínas. Las etapas generalmente reconocidas del desarrollo del esmalte son las etapas presecretoria, secretoría, transición y maduración que, se definen por la morfología y función de los ameloblastos.

Durante la etapa de presecreción, los ameloblastos penetran a través de la unión cemento esmalte (DEJ, por sus siglas en inglés), retiran la lámina basal y comienzan a secretar proteínas de matriz de esmalte en la DEJ formadora. Poco después, a medida que los ameloblastos entran en la etapa secretora, se alargan, desarrollan los procesos de Tom y segregan grandes cantidades de proteínas en la matriz del esmalte, que son necesarias para que las cintas de cristalito del esmalte se formen y se alarguen. Una vez que el esmalte alcanza el espesor total, la transición de los ameloblastos a células de reabsorción de proteínas más cortas definen la etapa de maduración del desarrollo, en esta etapa el esmalte alcanzará su forma endurecida final. Estas características generales de la amelogénesis son notablemente constantes en diferentes especies.

Se han identificado péptidos naturales de las proteínas específicas del esmalte humano maduro, es decir, amelogenina, ameloblastina y esmalina. Estas proteínas juegan un papel esencial en la amelogénesis, las células de ameloblastos secretan una matriz orgánica que contiene proteínas específicas del esmalte, la cual es seguida inmediatamente por mineralización. A medida que avanza la cristalización de hidroxiapatita (HAP), las enzimas específicas degradan y eliminan la mayor parte de la matriz orgánica restante.

Las proteínas de la matriz del esmalte juegan un papel vital en la regulación de la mineralización y la organización del cristal durante el desarrollo del esmalte. La amelogenina es la proteína más abundante en el esmalte formador, constituyendo más del 90% de la matriz orgánica extracelular. Esta proteína es necesaria para el desarrollo correcto del esmalte, esta es esencial para la organización del patrón prismático, el control del tamaño del cristal y la regulación del crecimiento de los cristales alargados y el espesor del esmalte.⁴

La ameloblastina es la segunda proteína de matriz de esmalte más abundante. Los experimentos inmunohistoquímicos mostraron que esta proteína se localiza entre las varillas de esmalte en un área denominada el espacio de la envoltura para el cual las proteínas fueron por lo tanto denominadas proteínas de vaina. Las proteínas que se localizan en el espacio de la envoltura son productos de escisión de ameloblastina. Por el contrario, la ameloblastina intacta, en el esmalte recién

formado más externo, se acumula en las varillas de esmalte y no en el espacio de la envoltura como lo hacen los productos de escisión. Este fue el primer dato que sugiere que la ameloblastina de longitud completa realiza una función en el frente de mineralización y que desempeña una función diferente una vez que se extiende y se acumula en el espacio de la envoltura.⁵

El bloque básico del esmalte es la varilla del esmalte, que consiste en los cristales alargados, arreglados en paralelo con sus ejes c cristalográficos. Las varillas de esmalte tienen aproximadamente 2-3 μm de diámetro y están envueltas en una fina capa de matriz orgánica llamada vainas de varilla de esmalte. Aunque la matriz orgánica está presente a lo largo del espesor del esmalte, su concentración es mayor en la capa interna del esmalte, donde, además de las vainas del vástago, están presentes estructuras orgánicas mayores denominadas mechones de esmalte en la interfase con la dentina.⁶

Contenido Mineral en el Esmalte Dental de Dientes Temporales

Los minerales son elementos inorgánicos que siempre mantienen su estructura química. Su biodisponibilidad es variable y va a depender de numerosos factores. Los minerales no están encargados de suministrar energía al organismo, sino que tienen funciones reguladoras además de estructurales.

El contenido mineral del tejido óseo y dentario son principalmente calcio, fósforo y magnesio, controlan la composición de los líquidos extracelulares (sodio, cloro), intracelulares (potasio, magnesio y fósforo) y forman parte de enzimas y otras proteínas que intervienen en el metabolismo.

Estos constituyen un 95 - 96% de la estructura dental, su contenido básicamente es un fosfato cálcico cristalino (hidroxiapatita). Esta composición permite realizar múltiples sustituciones en las que encontramos: El calcio por magnesio, sodio, potasio y fosfatos.

Estas sustituciones modifican la red cristalina del apatito, altera el tamaño cristalino, afecta la dureza y disolución y otras propiedades. Los microanálisis por exploración electrónica del esmalte muestran que la concentración de calcio y fosfato aumenta ligeramente desde la unión dentina-esmalte hacia la superficie del esmalte. Por lo general el calcio se encuentra en un porcentaje más alto en la zona superficial, lo que genera un porcentaje de calcio y fosfato mayor en el esmalte dental. En los cristales de hidroxiapatita del esmalte los iones de calcio (Ca^{2+}), fosfato (PO_4^{3-}) e hidroxilo (OH^-) permanecen unidos por enlaces iónicos, debido a sus fuertes cargas eléctricas opuestas, estos iones pueden interactuar con las moléculas de agua, que también tienen carga eléctrica. Estudios bioquímicos indican que las diferencias en el contenido de calcio y fósforo entre el esmalte de dientes primarios y permanentes, expresados en g/100 de tejido seco, son: 35.0 para el calcio y 18.5 para el fósforo en los primarios y 36.4 para el calcio y 17.4 para el fósforo en los permanentes.

Dentro de los principales minerales del esmalte dental tenemos:

Magnesio

El magnesio (Mg) es el cuarto mineral más abundante en el cuerpo humano, por detrás del calcio (Ca), potasio (K), y sodio (Na). Aproximadamente el 40% del Mg presente en el organismo es extracelular, encontrándose casi el 60% restante en huesos y dientes y menos de 1% en la circulación.

En lo que al tejido óseo y dentario se refiere, la mayor cantidad de Mg se encuentra combinado con el Ca y fósforo (P) en los cristales de apatita. Alfrey y col., demostraron que el porcentaje de Mg óseo de la superficie es rápidamente utilizado para reemplazar otros déficits del tejido durante su deficiencia.

Calcio

El calcio, es el mineral más abundante en el organismo, la mayor parte de este mineral, la vamos a encontrar como componente clave en el hueso y dientes (99%), mientras que el resto forma parte del líquido extracelular, intracelular y como constituyente de diversos tejidos.

El Ca óseo lo vamos a encontrar de dos formas:

- Ca intercambiable: constituye cristales amorfos de fosfato monocálcico poco fijado al hueso y muy pequeño, fácilmente intercambiable. Ante una subida en los niveles de Ca se producirá una deposición fácil y lo contrario ante un déficit transitorio, movilizándose desde el hueso a la sangre. Representa un 1% aproximadamente del calcio óseo total.

- Ca en depósito: menos intercambiable. Se encuentra en forma de hidroxiapatita combinado con sodio, magnesio, carbonatos y citratos.

Durante el primer trimestre de gestación el depósito de Ca es escaso, aumentando a partir de este momento de forma gradual hasta los 20-30 gr que encontramos al final de la gestación.

La mineralización del diente se produce antes de la erupción dentaria, en el interior de los huesos maxilares. Durante este proceso, el Ca pasa de la circulación sistémica a través de los ameloblastos para después depositarse en la matriz de esmalte, dónde será incorporado en forma de cristal.

Fósforo

Es el segundo elemento más abundante del cuerpo humano. Representa el 1% (500-700 g) del peso corporal. El P, junto con el Ca, forma los cristales de hidroxiapatita constituyendo de este modo, la fracción mineral de los dientes, siendo este el que va a funcionar como reservorio del organismo.

La concentración plasmática de P, es más elevada en la infancia, disminuye posteriormente con el crecimiento, para después estabilizarse en edad adulta a partir de los 25 años.⁷

Proceso de Mineralización del Esmalte

El desarrollo de los tejidos duros del diente es un proceso dinámico altamente regulado que culmina con la formación de estructuras mineralizadas complejas, optimizadas para llevar a cabo funciones específicas. La hidroxiapatita que forma los dientes tiene una estructura particularmente estable, sin embargo, durante la vida del sujeto puede sufrir variaciones en su composición elemental.

La composición química del esmalte de los dientes primarios no difiere significativamente de la composición de las mismas estructuras en los dientes permanentes. Sin embargo, las diferencias esenciales están en el grado de mineralización aunque existen datos contradictorios.

La mineralización del esmalte dental se ha observado que varía entre los diferentes dientes presentes en la cavidad oral, por lo que tiene gran importancia en la tasa de difusión entre los dientes deciduos y los permanentes.

A nivel ultraestructural, el esmalte consiste en prismas de hidroxiapatita que incorporan Ca en su composición. Dentro de este tejido pueden darse además diferentes reemplazos en la estructura elemental, por ejemplo, el Ca puede ser reemplazado por Sodio (Na), Magnesio (Mg), Zinc (Zn); el grupo carbonato puede sustituir al fosfato y el Fluoruro al hidroxilo. Estos cambios tendrían efecto especialmente en cuanto a la solubilidad del esmalte a pH bajo.

Los cristales del esmalte se desarrollan rápida y homogéneamente a partir de su forma inicial no mineralizada por el rápido flujo de iones de Ca y PO_4 ocupando el espacio, formado a medida que se pierde agua y sales minerales. Plate y Hóling describieron a lo largo de las microfibrillas de la dentina unas zonas polares llamadas sitios activos donde el calcio y los grupos fosfatos se concentran sobre los aminoácidos del colágeno e inducen la nucleación del cristal.

Las actividades de los organismos pueden influir en las reacciones de mineralización. En la formación del esmalte dental, los vertebrados superiores han desarrollado un proceso de biomineralización que produce el material más fuerte en

el mundo biológico. El momento y la posición de la iniciación del cristal y la estructura cristalina, la forma y la orientación han sido sometidos a control genético.

El control sobre la mineralización del esmalte es posible gracias a la formación del desarrollo de un compartimiento aislado dentro del órgano del diente. Este espacio extracelular está protegido de las influencias externas por dos láminas de células que bloquean la infiltración de iones incluso pequeños en la cámara. Su composición está determinada enteramente por las actividades secretoras y de reabsorción de las células que lo recubren. Las secreciones en la matriz deben ser continuamente monitoreadas y variadas secuencialmente para satisfacer los requerimientos dinámicos de un proceso de múltiples etapas.

A medida que avanza la formación del diente, las células del epitelio del esmalte interno experimentan una serie de diferenciaciones progresivas. Los cambios en la morfología celular están asociados con actividades funcionales alteradas. Aunque comprenden un continuo desarrollo, las células del epitelio del esmalte interno se diferencian en ameloblastos de la fase pre secretora, de transición y de maduración.

Estos dos tipos de ameloblastos tienen una serie de propiedades distintivas. Los ameloblastos tienen especializaciones membranosas colectivamente conocidas como borde estriado que están asociadas con las mitocondrias y están implicadas en la endocitosis. Debido a que estas células reabsorben la proteína y el agua de la matriz del esmalte mientras que la suministran con iones calcio y fosfato, se han descrito como células transportadoras.⁸

En general, la capa mineral durante la etapa de maduración se caracteriza por una disminución abrupta de la materia orgánica de la matriz y el engrosamiento de los cristalitos del esmalte, es decir, el crecimiento del cristal en la dirección perpendicular al eje largo de la estructura apatítica.

Durante el desarrollo de los molares de los primates, los odontoblastos y los ameloblastos se desarrollan más rápidamente en la punta de la cúspide futura. Los odontoblastos se diferencian en células columnares y secretan la predentina del manto, que es rica en colágeno tipo I y vesículas de matriz.

La lámina basal se desintegra y es penetrada por procesos delgados de las células epiteliales superpuestas. La interrupción de la lámina basal se produce después de que los odontoblastos han comenzado a producir predentina, pero antes de la aparición de la calcificación.

La estructura atómica de los cristales inorgánicos se determina mediante el análisis de los patrones de difracción de rayos X para los cristales individuales. El modelo estructural más cercano para el esmalte es la hidroxiapatita estequiométrica de calcio (OHAp, por sus siglas en inglés). La estructura de cristal de rayos X de hidroxiapatita sintética es conocida y se describe en una serie de revisiones excelentes. La descripción de un cristal se centra en la unidad de repetición más pequeña, que se denomina célula unitaria. La célula unitaria de hidroxiapatita de calcio tiene la fórmula química $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Las dimensiones y ángulos de las células unitarias del esmalte de los dientes, OHAp y fosfato octacálcico (OCP, por sus siglas en inglés). El mineral de esmalte difiere de la hidroxiapatita ideal, ya que incorpora HPO_4 .

Para describir la apatita del esmalte, por lo general comienza con la estructura de OHAp y explica las diferencias en términos de vacantes y sustituciones con otros iones describe la estructura de OHAp como siendo dominado por grandes iones fosfato dispuestos en hojas de hexágonos estrechamente empaquetados. Los iones de calcio e hidroxilo más pequeños encajan en los intersticios entre los iones fosfato, causando sólo ligeras distorsiones en los hexágonos estrechamente colocados en cuanto a la disposición de los fosfatos. La estabilidad intrínseca del relleno de fosfato probablemente explica la capacidad de la red de apatita para acomodar sustituciones para los iones de calcio e hidroxilo.

En el esmalte dental, los iones fosfato experimentan la menor cantidad de sustituciones, seguido de calcio e hidróxido (aceptando que $\text{HPO}_4^{2-} \sim \text{PO}_4^{3-}$ es una modificación en lugar de una sustitución) Aproximadamente el 30% de los grupos hidroxilo están sustituidos con otros aniones tales como carbonato, fluoruro, o cloruro.

Las similitudes superficiales entre OCP y OHAp plantean la posibilidad de que los cristales de esmalte originales estén constituidos por fosfato octacálcico, que actúa tanto como superficie precursora como epitaxial para la deposición de hidroxiapatita.

La proporción de calcio y fosfato es de 1.67 en hidroxiapatita, 1.33 en fosfato octacálcico y 1.625 en esmalte dental. Una intercalación de OHAp y OCP podría ayudar a explicar un valor menor de lo esperado de la relación Ca-P y es compatible con las dimensiones observadas de cristalización temprana del esmalte. El núcleo de OCP podría teóricamente hidrolizarse, mientras que en el estado sólido, ha sido hidrolizado de fosfato octacalcium (OCPH) y luego a OHAp.⁹

Otras Teorías

La cristalización de la HAP se inicia por la mineralización de un precursor de fosfato de calcio amorfo (ACP, por sus siglas en inglés). Recientemente se propuso que los iones de Magnesio (Mg) desempeñan un papel crítico en la estabilización de esta fase ACP y la formación del mineral HAP, donde los iones Mg superficiales retardan el crecimiento de los cristales HAP, llevando a las cristalitas HAP de tamaño nanométrico. El conocimiento de la distribución de los iones Mg y la presencia del precursor ACP en el esmalte dental humano maduro proporcionaría la información necesaria para una mejor comprensión de la amelogénesis y podría eventualmente permitir el desarrollo de estrategias para potenciar la remineralización, ralentizar la progresión o prevenir la caries, e incluso para restaurar el esmalte dental perdido. Sin embargo, hasta hace poco, no ha sido posible observar la distribución de los iones Mg dentro de los nanocables HAP, a nanoescala en el esmalte dental humano.¹⁰

Desmineralización de los Dientes

La desmineralización del esmalte dental es de particular relevancia clínica, y varios estudios han investigado las posibles diferencias entre la susceptibilidad del esmalte primario (deciduo) y permanente a la erosión.

Los resultados han sido contradictorios, mostrando una mayor susceptibilidad del esmalte decíduo a la erosión (50% más pérdida mineral, y 30% de la profundidad de la lesión), o no hay diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, el esmalte primario presenta diferencias morfológicas: es menos mineralizado que el esmalte permanente, y el coeficiente de difusión es mayor en el esmalte primario que en el esmalte permanente. La densidad mineral total fue menor en las capas más externas, pero no mostró diferencias significativas cerca de la unión esmalte dentina. Los estudios de nano indentación in vitro, combinados con microscopía de fuerza atómica en los primeros estadios de desmineralización, sugirieron que el esmalte primario no era más susceptible a la erosión, aunque se informó que era estadísticamente más suave y menos elástico.¹¹

Cambios durante el Proceso de Maduración del Esmalte

Los cambios en la composición de la matriz orgánica desde el esmalte secretor al maduro fueron ampliamente estudiados en la década de 1970 por Robinson y colegas quienes informaron varios hallazgos importantes. Específicamente, analizaron la composición de aminoácidos de la matriz de esmalte en diferentes etapas de amelogénesis y mostraron que había una pequeña fracción de matriz de esmalte depositada durante la etapa de secreción que permanecía en su lugar después de la maduración, mientras que la fracción mayor de la matriz de esmalte secretor fue degradada durante la etapa de maduración.

Además, los estudios inmunoquímicos mostraron que los anticuerpos contra la fracción de proteína de mechón reaccionan con un material en vesículas secretoras de ameloblastos y con cuerpos multivasculares en células de epitelio de piel. En conjunto, los estudios anteriores sugieren fuertemente que una proteína con características similares a la queratina que está presente en el esmalte maduro. Sin embargo, la composición exacta de la proteína de mechón ha permanecido indeterminada, principalmente porque está fuertemente reticulada y es insoluble en una amplia gama de solventes.

Los cristales del esmalte se desarrollan rápida y homogéneamente a partir de su forma inicial no mineralizada por el rápido flujo de iones de Ca y PO₄ ocupando el espacio, formado a medida que se pierde agua y sales minerales. Plate y Hóling describieron a lo largo de las microfibrillas de la dentina unas zonas polares llamadas sitios activos donde el calcio y los grupos fosfatos se concentran sobre los aminoácidos del colágeno e inducen la nucleación del cristal.

El fósforo en la forma de fosfatos en los tejidos mineralizados es el mayor componente de la hidroxiapatita. Hiller a través de sus investigaciones concluyó que la relación Ca-P es casi constante en el esmalte en desarrollo. En contraste, Glick encontró que la relación Ca-P cambiaba con el grado de mineralización y más recientemente Lungren llegó a las mismas conclusiones.

En el esmalte se postula la existencia de fosfato octocálcico como precursor de la hidroxiapatita. A pesar de que la naturaleza de la apatita del esmalte se ha estudiado de forma exhaustiva, todavía no se ha llegado a dilucidar si el cristal de apatita del esmalte incluye precursores inmediatos en su proceso de formación o si es apatita ya desde su origen.¹²

Cambios en el Esmalte Dental en Niños Prematuros

Los niños de muy bajo peso al nacer (VLBW, por sus siglas en inglés) faltan en el período de mayor acumulación de minerales que ocurre durante el último trimestre del embarazo y corren mayor riesgo de defectos del esmalte. Ningún estudio ha descrito bien la relación entre la nutrición neonatal y los resultados dentales en neonatos pretérmino.

Aproximadamente el 1.5% de todos los nacidos vivos son neonatos VLBW y el 72% sobreviven al alta. Las principales morbilidades médicas de estos lactantes se han mantenido estáticas a pesar de una supervivencia mejorada que necesita servicios de salud a largo plazo. La mayor parte de la investigación se ha centrado principalmente en las morbilidades crónicas, tales como el desarrollo neurológico, la displasia broncopulmonar (DBP), la retinopatía de la prematuridad (ROP) y las

capacidades cognitivas. Los problemas de salud dental relacionados con la prematuridad incluyen la hipoplasia del esmalte.

Está formada por la mineralización de una matriz proteica, que comienza alrededor de 14-15 semanas de gestación en el útero y continúa hasta la adolescencia tardía. Los insultos durante este período dan lugar a defectos del desarrollo del esmalte (DDE), que consisten en hipoplasia del esmalte y / u opacidad difusa y / o esmalte demarcado. El DDE es causado principalmente por una desregulación en la homeostasis del calcio que resulta de causas sistémicas prenatales o postnatales y / o causas locales como la intubación endotraqueal en el período postnatal.

El 80% del calcio fetal y el fósforo se acumulan durante el tercer trimestre del embarazo, y cantidades significativas de minerales se acrecen en el tejido dental durante la vida intrauterina. Si bien el estado nutricional general es importante, la biología del desarrollo de los dientes y huesos indica la importancia del calcio y el fósforo en la cristalización y mineralización del esmalte.

Biomarcadores de Nutrición

Los valores medios de fósforo, calcio sérico y fosfatasa alcalina estaban todos dentro del rango normal en los grupos de casos y controles para la hipoplasia. Sin embargo, los niveles medios de fósforo y calcio (mg / dl) fueron significativamente menores en los casos de hipoplasia en comparación con los controles (5.8 ± 0.6 vs 6.4 ± 0.8 ; 9.6 ± 0.3 vs 9.9 ± 0.4 , $P < 0.05$, respectivamente) el nivel medio de fosfatasa alcalina (U / L) fue significativamente mayor en los casos de hipoplasia en comparación con los controles (370.1 ± 133.4 frente a 306.0 ± 114.1 , $p < 0.05$). Además, el número medio de eventos de hipocalcemia fue significativamente mayor entre los lactantes en el grupo de hipoplasia en comparación con el grupo de control.¹³

Técnicas utilizadas en el estudio de la composición del esmalte

En los últimos años, la tecnología ha avanzado en los estudios biológicos, brindándonos una gama de instrumentos y técnicas diferentes para realizar los estudios pertinentes para realizar una investigación detallada, por lo que existen

diferentes técnicas para poder estudiar la composición química y mineral del esmalte dental humano.

Espectroscopía de Bioimpedancia

La espectroscopía de bioimpedancia (BIS) puede definirse como la evaluación de la oposición eléctrica dependiente de la frecuencia (tanto componentes reales como imaginarios) al flujo de una corriente alterna a través de una muestra biológica como resultado de una tensión eléctrica aplicada.

Se han utilizado en Odontología, por ejemplo, en la estimación de la longitud de los conductos radiculares y para evaluar las propiedades físicas de los dientes de los tejidos duros, especialmente el esmalte y la dentina.

La disposición consistía en un tazón de solución salina con un soporte mecánico que sostenía el diente en posición vertical permitiendo que la raíz del diente estuviera en contacto con la solución salina.

Se utilizaron dos electrodos en el experimento. Uno de esos electrodos era un vástago de acero inoxidable en contacto con la solución salina y el otro era un electrodo de explorador de acero inoxidable que se utilizó para investigar las superficies del diente. Para promover una baja impedancia de contacto entre el diente y el electrodo explorador, se utilizó un gel salino en la punta de dicho electrodo.

El método BIS alternativo es el que se basa en la respuesta de corriente de una excitación de paso de voltaje, siendo un método en el dominio del tiempo, es equivalente a un método de espectroscopia en el dominio de la frecuencia porque teóricamente una señal de excitación de un paso escanea todos los componentes de la frecuencia. En resumen, el hardware del sistema aplica un voltaje escalonado (900 mV) al diente y mide la respuesta de corriente utilizando un preamplificador de corriente a voltaje y una tarjeta de adquisición de 12 bits a 500 kHz.

En el enfoque BIS, es necesario considerar un modelo eléctrico a la muestra biológica en investigación con el fin de lograr una expectativa teórica de la respuesta actual, que se utiliza para estimar los parámetros eléctricos asociados a la bioimpedancia.¹⁴

Microscopía Electrónica

La microscopia electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) nos permite estudiar en detalle la superficie y la estructura del EDH.

Para estudiar los cristales que conforman al prisma y debido a su escala nanométrica, se usa un microscopio electrónico de transmisión (TEM, por sus siglas en inglés). Para observar el EDH con un TEM se requiere que la muestra de EDH tenga un espesor de unos 10 nm aproximadamente, hay dos métodos de preparación para alcanzar estas dimensiones. Uno es hacer polvo el EDH y otro es devastarlo hasta obtener las dimensiones requeridas. En el primer método, se usa un esmeril o la pieza de mano para obtener el polvo del esmalte, que posteriormente se deposita sobre una rejilla de cobre de 3mm de diámetro, recubierta previamente con una película de plástico “colodión” y una película delgada de carbón.

En el segundo método, se usan las técnicas metalográficas, como son los desgastes con papel lija, paños y el pulido a espejo con alúmina. El pulido final se obtiene erosionando atómicamente por medio de un haz iónico “ion milling”.

El tipo de estudio que se quiera hacer marca la diferencia para el método de preparación de una muestra, el método de polvo permite hacer el estudio estructural y químico de cristales individuales. Por otro lado, el método metalográfico permite, además los estudios de la interface entre los cristales y el de interacciones entre estos.¹⁵

Planteamiento del Problema

El 80% del calcio fetal y el fósforo se acumulan durante el tercer trimestre del embarazo, y cantidades significativas de minerales se acrecen en el tejido dental durante la vida intrauterina. Si bien el estado nutricional general es importante, la biología del desarrollo de los dientes y huesos indica la importancia del calcio y el fósforo en la cristalización y mineralización del esmalte.

La relación Calcio-Fósforo (Ca-P) es importante ya que nos da el grado de mineralización del diente; sin embargo, existe escasa literatura en dientes temporales.

¿Cuál es la relación Ca-P en dientes temporales?

Hipótesis

Hipótesis de Trabajo

La relación Ca-P en dientes temporales será menor que la reportada en Hidroxiapatita pura.

Hipótesis nula

La relación Ca-P en dientes temporales no será menor que la reportada en Hidroxiapatita pura.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar la relación Ca-P del esmalte humano de dientes temporales

Objetivos específicos

- Obtener el porcentaje atómico de calcio del esmalte de dientes temporales
- Evaluar el porcentaje atómico de fósforo del esmalte de dientes temporales
- Comparar la relación calcio-fósforo del esmalte de dientes temporales con otros estudios.

Justificación

La importancia de esta investigación radica en identificar el contenido mineral en el esmalte temporal, ya que actualmente se está implementando la Odontología mínimamente invasiva, la cual interviene en los procesos de mineralización dentaria y acorde a los resultados obtenidos permitirá establecer estrategias de prevención contra la caries dental.

Material y Métodos

Diseño de Estudio

El presente es un estudio experimental, en el cual se incluyeron un total 30 dientes temporales obtenidos al momento de su exfoliación, con previo consentimiento informado (Anexo I- A y I -B).

Criterios de inclusión.

Dientes temporales, sanos.

Criterios de exclusión

Dientes temporales con caries

Fracturas o daños evidentes de la pieza dental durante la extracción.

Criterios de eliminación

Dientes temporales que presentaron fracturas durante el corte de las muestras.

Variables de Estudio

Independientes

Esmalte de dientes temporales

Dependientes

Relación calcio/ fósforo del esmalte.

Variables independientes

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Diente	estructura anatómica calcificada que se localiza en la cavidad oral de múltiples especies de vertebrados y que tiene como principal función la masticación	Dientes temporales	Cuantitativa	discreta
Esmalte dental	es una cubierta compuesta por hidroxiapatita, de gran pureza, que recubre la corona de los órganos dentarios		cualitativa	nominal

Variables dependientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Calcio	Es un elemento químico, de símbolo Ca y de número atómico 20 .	Elemento constituyente del esmalte, el cual es determinado por espectroscopia de rayos X por dispersión de energía	Cuantitativa continua	Razón at%
Fósforo	Elemento químico cuyo símbolo es P y de número atómico 15	Elemento constituyente del esmalte, el cual es determinado por espectroscopia de rayos X por dispersión de energía	Cuantitativa continua	Razón at%
Relación molar Ca/P	Relación establecida entre la concentración de Ca y Fosforo	Se obtiene al dividir el porcentaje atómico de calcio entre el porcentaje atómico del fosforo	Cuantitativa continua	Razón at%

Procedimientos

Preparación de la Muestra

Los tejidos blandos de las piezas dentarias fueron removidos con una hoja de bisturí, para eliminar los restos de sangre se utilizó agua destilada. Posteriormente las muestras se almacenaron en una solución de timol al 0.1% (W/ vol) a 4°C hasta su uso. Después se procedió a eliminar la raíz hasta la unión cemento-esmalte con discos de diamante (BesQual, USA) y un motor de baja velocidad (Brasseler, USA), irrigando con agua destilada para evitar la deshidratación de las muestras.

Espectroscopía de Rayos X por Dispersión de Energía (EDS por sus siglas en inglés)

Los órganos dentarios se dejaron secar a temperatura ambiente. Una vez concluido el proceso de secado las muestras se fijaron a una platina de aluminio con una cinta adhesiva de carbón (SPI Supplies, USA), para posteriormente determinar el porcentaje en peso de calcio (Ca), fósforo (P) en el Espectroscopio de Rayos X por Dispersión de Energía (ThermoNoran Superdry, USA).

Análisis Estadístico

Los datos se analizaron en el paquete estadístico SPSS 20 IBM, (New York, NY, USA). Se obtuvo la media y desviación estándar del porcentaje atómico de calcio y fósforo, así como de la relación Ca-P.

Implicaciones Bioéticas

Para llevar a cabo el presente trabajo se consideraron los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, de acuerdo a los principios de la declaración de Helsinki y a los vertidos en el reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación.

Por tratarse de una investigación con riesgo mínimo, y de acuerdo al Título Segundo, De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos Capítulo I, artículo 23 que menciona que, en el caso de investigaciones con riesgo mínimo, la Comisión de Ética, por razones justificadas, podrá autorizar que el consentimiento informado se obtenga sin formularse por escrito, y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar al investigador la obtención del consentimiento informado.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos del contenido mineral, para el calcio, fósforo y la relación Calcio-Fósforo. El porcentaje atómico de Fósforo fue de 53.52 ± 6.938 y el porcentaje atómico de calcio fue de 46.49 ± 6.931 .

Se observa que la relación Ca-P del esmalte de los dientes temporales fue de 0.90.

Tabla 1. Promedio y desviación estándar del porcentaje atómico (at%) para fósforo, calcio y relación Ca-P en esmalte dental temporal.

P	Ca	Ca/P
53.52 \pm 6.938	46.49 \pm 6.931	0.90 \pm 0.24

Discusión

El esmalte dental es el tejido humano mineralizado más duro, se compone casi exclusivamente (más de 95% en peso) de hidroxiapatita [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, HAP], con elementos traza incorporados. Sin embargo, el esmalte es también poroso, con un componente inorgánico que representa sólo 87% del volumen total. Este hecho significa que aproximadamente 13% del volumen del esmalte se compone de material orgánico (matriz). Esta matriz orgánica, rica en proteínas, está constituida principalmente por agua (11% del volumen total del esmalte).⁷

Como ya es bien sabido el contenido mineral del tejido óseo y dentario se basa principalmente en la cantidad calcio, fósforo y magnesio, los cuales controlan la composición de los líquidos extracelulares (sodio, cloro), intracelulares (potasio, magnesio y fósforo) y forman parte de enzimas y otras proteínas que intervienen en el metabolismo.

Estos macro minerales constituyen un 95 - 96% de la estructura dental, su contenido básicamente es un fosfato cálcico cristalino (hidroxiapatita). Dicha composición permite realizar múltiples sustituciones en las que encontramos: El calcio por magnesio, sodio, potasio y fosfatos.⁷

Ca y P son dos elementos biológicamente abundantes, y el P es un elemento compartido por el colágeno que dirige la precipitación biomineral. La apatita es una "sal poco soluble", por lo que constituye un depósito seguro para Ca y P para su uso durante otras funciones biológicas. Las propiedades de la apatita se pueden adaptar, en cierta medida, por medio de su capacidad de aceptar una gran variedad de sustituciones químicas, cada una de las cuales afecta sus propiedades químicas y físicas. La propiedad más importante es la amplia sustitución de carbonato que presenta la apatita, lo cual controla la tensión de la estructura, la solubilidad, la naturaleza de la sustitución y, tal vez, el tamaño máximo de cristales de apatita.¹⁷ El desarrollo de los tejidos duros del diente es un proceso dinámico altamente regulado que culmina con la formación de estructuras mineralizadas complejas, optimizadas para llevar a cabo funciones específicas. La hidroxiapatita que forma

los dientes tienen una estructura particularmente estable sin embargo, durante la vida del sujeto puede sufrir variaciones en su composición elemental.⁷

La composición química y la mineralización del esmalte dental se ha observado que varía entre los diferentes dientes presentes en la cavidad oral. El grado de mineralización y el contenido químico del esmalte, se ha demostrado en los últimos años, que tiene gran importancia en la tasa de difusión entre los dientes deciduos y los permanentes.¹⁸

Fischer y col. (2013) estudiaron los cambios que, con la edad, se producían en la concentración de elementos en los dientes deciduos. Para ello evaluaron 45 dientes caducos de niños y niñas de 5-14 años sanos y con un estilo de vida saludable. Observaron que las concentraciones de todos los metales disminuían con la edad del sujeto.¹⁹

En la actualidad se presentan con más frecuencia casos con alteraciones en la mineralización del esmalte por lo que es importante considerar el factor de nacimientos prematuros, tomando en cuenta que la mineralización de los dientes deciduos comienza durante el tercer mes de embarazo, culminando dicho proceso alrededor de los 12 meses después del parto a término (37-40 semanas de gestación).¹⁹

Rythén y col. (2010) evaluaron el contenido mineral, del esmalte y dentina, de 17 dientes primarios provenientes de 14 niños con una edad gestacional menor de 29 semanas, comparando los hallazgos obtenidos con 36 dientes caducos de niños nacidos a término. Los dientes de los primeros mostraron un aumento en el porcentaje en peso (wt%) carbono (C), una disminución del Ca, y una baja en la relación Ca/P así como del Ca/C en la parte más externa del esmalte, (cerca de la superficie: 32.72 vs. 34.70; $p = 0.040$) y valores más altos para el carbono. No hubo diferencias en la composición química entre los dientes de los dos grupos con respecto a los valores de fósforo.

La relación Ca / P fue bastante constante, sin embargo, fue ligeramente más baja en el esmalte de dientes de niños pretérmino, siendo significativamente más baja

en las dos ubicaciones debajo de la superficie (1.89 vs. 2.00, $p = 0.026$; y 1.92 vs. 2.01, $p = 0.047$). La relación Ca / C fue menor en la superficie.²⁰

En comparación con el presente estudio se muestra que los valores para el Ca y el P fueron menores tanto en los dientes de niños prematuros como en los del grupo control, en cuanto a la relación calcio-fosforo, obtuvieron una relación más alta que en el nuestro; sin embargo, la técnica de medición fue diferente ya que en este estudio se realizó mediante EDS y Rhyten lo realizó mediante microanálisis por rayos X (XRMA, por sus siglas en ingles).

El fósforo en la forma de fosfatos en los tejidos mineralizados es el mayor componente de la hidroxiapatita. Hiller a través de sus investigaciones concluyó que la relación Ca-P es casi constante en el esmalte en desarrollo. En contraste, Glick encontró que la relación Ca-P cambiaba con el grado de mineralización y más recientemente Lungren llegó a las mismas conclusiones¹² en el presente estudio se obtuvo una relación Ca-P de dientes temporales menor a la de la hidroxiapatita, pero de igual manera esta relación se mantuvo desde 0.43 hasta la más alta que fue 1.33, en comparación con la de la hidroxiapatita que es de 1.67.

En un estudio realizado por Alcántara-Galeana et al., en el cual sometieron dientes temporales a un grabado ácido y posteriormente colocaron diferentes agentes adhesivos encontraron que en dientes temporales no tratados con grabado ácido tenían valores de Ca de 16.2 ± 2.6 , P de 9.9 ± 1.1 , muy por debajo del presente estudio y una relación Ca-P de 1.6 ± 0.1 la cual fue más alta, que en este estudio. Sin embargo, los dientes sometidos a un grabado ácido presentaron las diferencias más notables y significativas en la composición química entre todos los grupos. El C en% disminuyó, mientras que O y P en% aumentaron con respecto al grupo de control. Sin embargo, la relación Ca en% y Ca-P se mantuvo estable. El ácido fosfórico induce una disminución tanto en el contenido de carbonatos del apatito del esmalte como en la formación de iones HPO_4 .

En el último grupo el cual fue irradiado con láser Er:YAG a alta densidad de energía (19.1 J / cm^2), la composición química fue similar al grupo de control en% de todos los elementos evaluados. Sin embargo, la relación Ca -P aumentó. A pesar de que

no hubo una reducción significativa de P en%, este valor fue suficiente para aumentar la relación Ca-P cercana a 1.9, que excedió el valor estequiométrico de la hidroxiapatita.¹⁶

Zamudio-Ortega y col.¹⁷ reportaron relaciones Ca-P de 1.45 ± 0.11 hasta 1.53 ± 0.10 en esmalte de dientes temporales libres de caries, sin encontrar diferencias significativas entre grupos previo a la irradiación con láser Er:YAG. La menor relación Ca-P, encontrada en el presente trabajo pudiera explicarse por posibles diferencias en la alimentación de los sujetos y por tanto en su estado nutrición pudiera incidir en el contenido mineral del esmalte.

Sus resultados sugieren que la irradiación laser empleada puede producir cambios químicos en el esmalte que mejoran su contenido mineral reflejado por un incremento de la relación Ca-P. La relación molar Ca-P se considera un indicador de mineralización confiable que permite establecer patrones de comportamiento, independientemente de las variaciones en otros elementos en los dientes,¹⁶⁻¹⁷ por lo que la comparación realizada es viable.

Si bien los valores diagoDent de la muestra se encontraron dentro de la categoría de diente sano, los datos obtenidos en nuestro estudio revelaron que la relación Ca-P de los diente temporales examinados fue menor que la encontrada en la hidroxiapatita pura, por lo que podría existir una mayor posibilidad de desarrollo de caries dental si los sujetos presentasen otros factores predisponentes por lo que se sugiere que aun en pacientes con dientes sanos se implementen protocolos de prevención que permitan conservar su salud bucal.

Conclusiones

De la presente investigación se concluye que la relación Ca-P en esmalte de dientes temporales de la muestra estudiada fue menor que la de la hidroxiapatita pura, con un menor grado de mineralización que debe reforzarse con medidas preventivas contra la caries dental en la población infantil, para así poder disminuir la incidencia y prevalencia de las mismas en cada paciente.

RELACIÓN CALCIO-FÓSFORO EN ESMALTE DE DIENTES TEMPORALES

***Liliana Carbajal Palacios**, Rosalía Contreras Bulnes, Laura Emma Rodríguez Vilchis

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Odontología. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología - Especialidad en Odontopediatría

* lili.carbajal@outlook.es

INTRODUCCION: El esmalte humano es el tejido que cubre la corona del diente, es el más duro y mineralizado del cuerpo humano, con una dureza entre la del hierro, el acero y al carbono, pero con mayor elasticidad. Se compone de 96% de material inorgánico, 3% de material orgánico y 1% de agua. Esta combinación de proteínas, agua y una fase mineral altamente anisotrópica, nanoestructurada, conduce a una combinación única de resistencia y tenacidad.

La parte inorgánica del esmalte se conforma principalmente de un fosfato cálcico llamado hidroxiapatita (HA), la cual es una apatita carbonatada no estequiométrica, que presenta impurezas de sodio, magnesio y cloro, principalmente.

La relación Calcio-Fósforo (Ca-P) ha sido considerada como un indicador confiable de la mineralización que permite establecer patrones de comportamiento y comparaciones, ya que representa una relación independiente de la presencia o ausencia de otros elementos. La hidroxiapatita estequiométrica, presenta una relación Ca-P de 1.67. Algunos autores mencionan que la relación Ca-P es casi constante en el esmalte en desarrollo, mientras que otros han reportado que cambia con el grado de mineralización. En comparación con los dientes permanentes, los temporales se distinguen por presentar un menor grosor de esmalte y mayor porosidad, menor grado de mineralización, mayor contenido orgánico y ser más permeables, factores a considerar en el desarrollo de la caries dental. Sin embargo, en la actualidad existen escasos reportes respecto a la relación Ca-P en el esmalte deciduo.

OBJETIVO: Determinar la relación Ca-P del esmalte humano de dientes temporales

METODOS: Estudio experimental, se incluyeron 30 dientes temporales sanos valores DIAGNOdent 0-13. Se determinó el porcentaje atómico (%at) de calcio (Ca) y fósforo (P) en el Espectroscopio de Rayos X por Dispersión de Energía, posteriormente se obtuvo la relación Ca-P. Se utilizó estadística descriptiva (media y desviación estándar).

RESULTADOS: el esmalte de dientes temporales, mostró 46.49 %at de Ca y 53.52 %at de P, así como una relación Ca-P de $.90 \pm 0.24$.

CONCLUSIONES: La relación Ca-P del esmalte de dientes temporales presentó valores muy por debajo de la hidroxiapatita estequiométrica, lo cual podría ocasionar una mayor susceptibilidad a caries dental.

BIBLIOGRAFIA

1. García G J, Margarita V, Reyes J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 2006.
2. Reyes G J. Observación del esmalte dental humano con microscopía electrónica. Revista Tamé. 2013.
3. La Fontaine Et Al. Atomic-Scale Compositional Mapping Reveals Mg-Rich Amorphous Calcium Phosphate In Human Dental Enamel. Physical Science. September 2016.
4. Ruan, Qichao, and Janet Moradian-Oldak. Amelogenin and enamel biomimetics. Journal of Materials Chemistry B 3.16, 3112-3129.2015.
5. Bartlett. J D. Dental Enamel Development: Proteinases and Their Enamel Matrix Substrates. Hindawi Publishing Corporation. 2013.
6. Duverger O, Beniash E, Morasso M Keratins as components of the enamel organic matrix Biol. 2016.
7. Moreno Sinovas Estefanía. Alteraciones en el contenido mineral dentario: Ensayo en Modelo Experimental de Rata [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense De Madrid.2016
8. Kirkhaml U, Zhangl J, Brookes S. Evidence for Charge Domains on Developing Enamel Crystal Surfaces Dent Res .2000
9. Simmer J.P., Fincham A.G., Molecular mechanisms of dental enamel formation. Crit Rev Oral Biol Med 1995; 6(Vol. 2):84-108.
10. Bidlack Felicitas B. Helium ion microscopy of enamel crystallites and extracellular tooth enamel matrix. Frontiersin. 2014; (Vol 5): 395

11. Wang L.J, Tang R, Bonstein T. Enamel Demineralization in Primary and Permanent Teeth J Dent Res, 2006; 85(4):359-363
12. Presas A C, Et Al. Análisis Semicuantitativo Del Calcio Y Fósforo En El Esmalte Y La Dentina. Biomecánica, 2002; 10 (2) Pp. 14-19.
13. Merheb R Neonatal Serum Phosphorus Levels and Enamel Defects in Very Low Birth Weight Infants. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.2015; 40 (6).
14. Reyes G, Alcantara C, child, adult and aged human tooth enamel characterized, by electron microscopy. Acta Microscopica. 1997; 6:25
15. Pereira M A. Assessment of Tooth Structure Using an Alternative Electrical Bioimpedance Spectroscopy Method. Brazilian Dental Journal. 2014.
16. Alcántara-Galeana María del Carmen Zoila et al. Microhardness, Structure, and Morphology of Primary Enamel after Phosphoric Acid, Self-Etching Adhesive, and Er:YAG Laser Etching, Hindawi International Journal of Optics Volume 2017.
17. Zamudio Ortega, et Al, Cambios estructurales y morfológicos del esmalte de diente temporales irradiado con láser Er:YAG, flururo y combinación del tratamiento, Photomedicine and Laser Surgery Volume 32, Number 5, 2014.
18. Pallarés I, López-Aliaga I, Lisbona F, Moratalla A, Gómez-Ayala AE, Barrionuevo M, Hartiti S, Alférez MJ, Campos MS. Effects on iron replenishment on iron calcium, phosphorus and magnesium metabolism in irondeficient rats. Int J Vitam Nutr Res. 1996;66(2):158-65
19. Ghadimi E, Eimar H, Marelli B, Nazhat SN, Asgharian M, Vali H et al.Trace elements can influence the physical properties of tooth enamel. Springer Plus 2013; 2:499-510

20. Rythén M, Sabel N, Dietz W, Robertson A, Norén JG. Chemical aspects on dental hard tissues in primary teeth from preterm infants. *Eur J Oral Sci.* 2010 Aug;118(4):389-95

ANEXOS

Hoja de Registro

Medición del porcentaje atómico (%at) para Fósforo, calcio y relación Ca-P, del esmalte temporal

MUESTRA	% at P	% at Ca	Ca-P
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			



RELACIÓN CALCIO-FÓSFORO EN DIENTES TEMPORALES



Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Odontología.
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología
Especialidad en Odontopediatría

* C.D Liliana Carbajal Palacios
Estudiante del cuarto semestre. Especialidad en Odontopediatría

Dra. Rosalía Contreras Bulnes, Académico de la Especialidad en Odontopediatría
Dra. Laura Emma Rodríguez Vilchis, Académico de la Especialidad en Odontopediatría

INTRODUCCIÓN

El esmalte humano es el tejido que cubre la corona del diente, es el más duro y mineralizado del cuerpo humano, con una dureza entre la del hierro, el acero y al carbono, pero con mayor elasticidad.¹ Se compone de 96% de material inorgánico, 3% de material orgánico y 1% de agua. La parte inorgánica del esmalte se conforma principalmente de un fosfato cálcico llamado hidroxiapatita (HA) (Fig. 1), la cual es un apatita carbonatada no estequiométrica, que presenta impurezas de sodio, magnesio y cloro, principalmente.²

La relación Calcio-Fósforo (Ca-P) ha sido considerada como un indicador confiable de la mineralización que permite establecer patrones de comportamiento y comparaciones, ya que representa una relación independiente de la presencia o ausencia de otros elementos.³ La hidroxiapatita estequiométrica, presenta una relación Ca-P de 1.67.⁴

Algunos autores mencionan que la relación Ca-P es casi constante en el esmalte en desarrollo, mientras que otros han reportado que cambia con el grado de mineralización. En comparación con los dientes permanentes, los temporales se distinguen por presentar un menor grosor de esmalte y mayor porosidad, menor grado de mineralización, mayor contenido orgánico y ser más permeables, factores a considerar en el desarrollo de la caries dental.⁵ Sin embargo, en la actualidad existen escasos reportes respecto a la relación Ca-P en el esmalte decíduo.

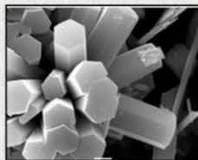
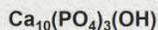


Fig. 1
Cristal de hidroxiapatita



OBJETIVO

Determinar la relación Ca-P del esmalte humano de dientes temporales

MÉTODO

Estudio descriptivo, se incluyeron 30 dientes temporales sanos con valores DIAGNOdent (DIAGNOdent® pen, KaVo, Biberach, Alemania) de 0-13. Se determinó el porcentaje atómico (%at) de calcio (Ca) y fósforo (P) mediante un sistema detector de Rayos X (Oxford Instruments, 7582, Reino Unido) acoplado a un Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL, JSM-6510LV) bajo las siguientes condiciones: modo alto vacío, voltaje de aceleración 20 kV, distancia de trabajo 10 mm, diámetro del haz 60 nm, una magnificación de 400x (Fig. 2). De los datos obtenidos se determinó la relación Ca-P y se realizó la estadística descriptiva (media y desviación estándar).



Fig. 2 a) Dientes temporales (incisivos), b) DIAGNOdent® pen, c) Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL, JSM-6510LV)

RESULTADOS

El esmalte de dientes temporales, mostró 46.49 ± 6.931 %at de Ca y 53.52 ± 6.938 %at de P, así como una relación Ca-P de 0.90 ± 0.24 . Ver Ejemplificación de micrografías y espectros. En.

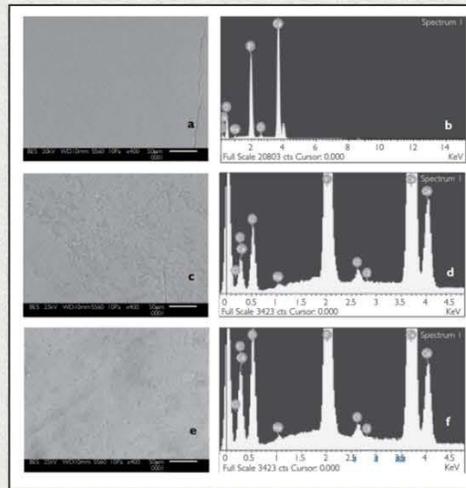


Fig. 3 Micrografías y espectros EDS de esmalte dental humano de dientes temporales: Fracturas inherentes al esmalte (a, c), superficies lisas (a), ligeramente rugosas (c) y con prismas expuestos (e).

DISCUSIÓN

El fósforo en la forma de fosfatos en los tejidos mineralizados es el mayor componente de la hidroxiapatita. Hiller a través de sus investigaciones concluyó que la relación Ca-P es casi constante en el esmalte en desarrollo.⁶ En contraste, Glick encontró que la relación Ca-P cambiaba con el grado de mineralización y más recientemente Lungren llegó a las mismas conclusiones,⁷ así mismo investigaciones realizadas por Clemente persas afirman que la relación Ca-P en dientes permanentes es de 1.64,⁸ en el presente estudio se obtuvo una relación Ca-P de dientes temporales menor a la de la hidroxiapatita estequiométrica, pero de igual manera esta relación se mantuvo desde 0.43 hasta la más alta que fue 1.33, en comparación con la de la hidroxiapatita que es de 1.67.

CONCLUSIÓN

La relación Ca-P es menor que en la hidroxiapatita estequiométrica, lo cual sugiere un menor grado de mineralización en los dientes temporales, por lo que es conveniente implementar medidas preventivas eficaces contra la caries dental en la población infantil, y así poder disminuir la incidencia de la misma en dientes temporales.

BIBLIOGRAFIA

- García GJ, Marganta V, Reyes J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 2006; 9(2): 90-95.
- Reyes-Gasca J. Observación del esmalte dental humano con microscopía electrónica. Revista Tamé 2013; 1-7.
- Alcántara-Galeana MCZ et al. microhardness, structure, and morphology of primary enamel after phosphoric acid, self-etching adhesive, and Er:YAG laser etching. Hindawi International Journal of Optics 2017; 8p.
- Kirkham J et al. Evidence for charge domains on developing enamel crystal surfaces. J Dent Res 2000; 79(12): 1943-1947.
- Simmer JP, Fincham A.C. Molecular mechanisms of dental enamel formation. Crit Rev Oral Biol Med 1995; 6(2): 84-108.
- Glick PL. Patters of enamel maturation. J Dent Res 1979; 58: 883-892.
- Hiller CR, Robinson C, Weatherell JA. Variations in the composition of developing rat incisor enamel. Calif Tissue Res. 1975; 18: 1-12.
- Presas A.C, et al. Análisis Semicuantitativo Del Calcio Y Fósforo En El Esmalte Y La Dentina. Biomecánica 2002; 10(2): 14-19.

El Gobierno del Estado de México,
a través de la Secretaría de Salud, el Instituto de Salud del Estado de México, la Facultad de Medicina
del la UAEMéx y el Grupo Ad Hoc de Investigación en Salud del CEIFCRHIS

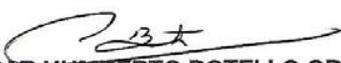
otorgan la presente

CONSTANCIA

a

LILIANA CARBAJAL PALACIOS

Por haber participado como investigador con el trabajo: "RELACIÓN CALCIO-FÓSFORO EN DIENTES TEMPORALES ", en el 1er Congreso Interinstitucional de Investigación en Salud, efectuado en la Ciudad de Toluca, México, los días 29, 30 y 31 de agosto de 2018 en el auditorio del Centro Médico Toluca "Lic. Adolfo López Mateos"


DR. CÉSAR HUMBERTO BOTELLO ORTÍZ
Secretario Técnico del CEIFCRHIS



M. EN S.P. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ
Director de la Facultad de Medicina
de la Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, Estado de México, agosto de 2018.



Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, México, 30 de Enero de 2019

Dr. en Est. VÍCTOR HUGO TORAL RIZO
COORDINADOR DE POSGRADO Y MAESTRÍA

PRESENTE

La que suscribe, C.D. Liliana Carbajal Palacios, pasante de la Especialidad en Odontopediatría, solicito a usted de la manera más atenta, la autorización para llevar a cabo la impresión de tesis derivada del proyecto terminal que lleva por título: "Relación Calcio-Fósforo en esmalte de dientes temporales", que se realizó bajo la tutoría de la DRA. EN O. ROSALIA CONTRERAS BULNES y la DRA. EN C.S. LAURA EMMA RODRÍGUEZ VILCHIS, para así continuar con los trámites de liberación y obtención del grado académico.

Sin otro particular y esperando respuesta favorable, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

C.D Liliana Carbajal Palacios



Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, México, 30 de Enero de 2019

Dr. en Est. VÍCTOR HUGO TORAL RIZO
COORDINADOR DE POSGRADO Y MAESTRÍA

PRESENTE

Por este conducto nos permitimos informar a usted que la alumna C.D Liliana Carbajal Palacios con número de cuenta 0641251, de la Décimo Octava Generación de la Especialidad en Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la UAEMex, ha concluido su proyecto terminal “Relación Calcio-Fosforo en esmalte de diente temporales”, por lo que puede continuar con los trámites correspondientes para obtener el diploma de Especialista de Odontopediatría.

ATENTAMENTE

Dra. En O. Rosalía Contreras Bulnes
Directora del Proyecto Terminal

Dra. En. C.S Laura Emma Rodríguez Vilchis
Asesora de Proyecto Terminal