

Nanoestructura de la dentina humana

Cortés García MI¹, Garcés Ortiz M¹, Reyes Gasga J²

1) Facultad de Odontología-UNAM. 2) Instituto de Física-UNAM, E-Mail: micg5@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La dentina es un tejido conectivo mineralizado, que forma el eje estructural del diente [1-3], proveyéndolo de la forma y rigidez necesaria para funcionar efectivamente durante la masticación [1] por ende es una parte primordial del mismo. Facilita con su grado de elasticidad que el esmalte quede protegido de los distintos impactos masticatorios [2,3]. Además, la estructura tubular de la dentina provee conductos para el paso de solutos y solventes a través de la misma. Sin embargo, pese a su importancia son pocos los estudios que versen sobre la nanoestructura de los cristales de la dentina humana; la mayoría de los estudios al respecto se han realizado en dientes de animales y por lo mismo son pocos los conocimientos que se tienen sobre los cristales de hidroxiapatita de la dentina humana.

ANTECEDENTES

Alrededor de 1926, usando difracción de rayos X y análisis químicos, la fase mineral del esmalte, dentina y hueso fue identificada como un fosfato de calcio con una estructura de apatita, idealizada como $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, HA. Sin embargo, la noestoiquiometría y la asociación de numerosos elementos traza y menores con las apatitas biológicas causa investigaciones científicas continuadas y varios puntos de vista [4]. Después de décadas de esfuerzos, la composición y estructura de estos minerales biológicos permanece pobremente caracterizada a nivel molecular. La principal dificultad es que el desorden estructural significativo es comúnmente encontrado en tejidos duros biológicos y por consiguiente la utilidad de las técnicas de difracción es muy limitada [5].

El equipo de Pasteris sugiere que hay una imposición bioquímica del estado específico de cristalinidad e hidroxilación, incorporando $(\text{CO}_3)^{2-}$ y limitando el grupo (OH^-) . También estudiaron hueso (carece de grupo hidroxilo) y esmalte (hidroxilado), concluyendo que el (OH^-) en la apatita afecta la interfase mineral-colágena en hueso, y que el contraste entre los tejidos refleja las diferentes necesidades para solubilidad entre las fases biológicas de apatitas; el bajo contenido de OH^- en hueso puede permitir su disolución, en tanto que el alto contenido de OH^- en esmalte incrementa su capacidad *buffering* [6].

OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue determinar la forma, nanoestructura y cristalografía de los cristales de hidroxiapatita que forman la dentina humana.

METODOLOGÍA

Se analizaron 30 premolares sanos de pacientes de ambos sexos, cuyas edades fluctuaron entre los 15 y 21 años, remitidos para su extracción de la Clínica de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología, UNAM. Los premolares se fijaron en formalina buffer al 10 % (solución neutra amortiguada de formalina) por un tiempo mínimo de 72 horas. En este trabajo se analizaron cortes de dentina, unión amelodentaria y esmalte, las muestras fueron preparadas para su análisis por Microscopía electrónica de barrido de alta resolución,

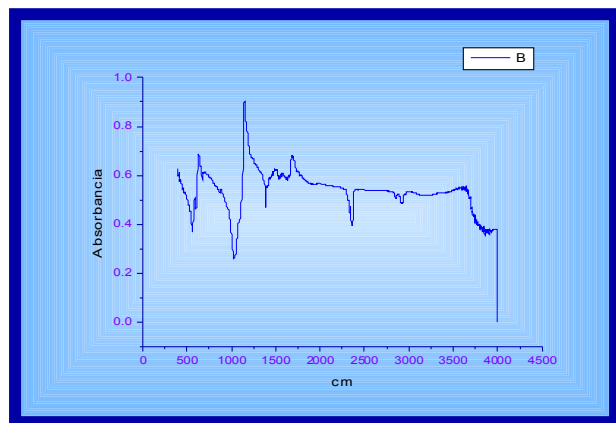
por Microanálisis de dispersión de energía de rayos X característicos EDS, por Microespectrometría de infrarrojos transformada de Fourier y por Microscopía Electrónica de transmisión.

RESULTADOS

El MEB reveló que los túbulos dentinarios contienen un sistema de ramificaciones internas por medio de las cuales se unen y comunican entre sí. Los odontoblastos se encuentran alineados en número de cuatro y presentan un intrincado sistema de unión a través de finas ramificaciones. Mediante análisis EDS se determinaron las concentraciones de Ca y P en dentina, unión amelodentinaria y esmalte, encontrándose que la concentración de P aumenta en tejidos más mineralizados, en tanto que la concentración de Ca disminuye (Cuadros 1 y 2). Los resultados de los análisis con FTIR indican que la dentina es una apatita carbonatada. Se observaron picos del dominio PO₄ entre 1145 y 1090 cm⁻¹. El dominio CO₃ se observa entre 1550 y 1400 cm⁻¹. Se encontraron bandas de amida I y III representativas de colágena. El análisis de la dentina cercana a pulpa muestra que la amida I vibra entre 1670 y 1680 cm⁻¹, en tanto el dominio de amida III muestra bandas con frecuencias de 1240 cm⁻¹. Estas vibraciones van desapareciendo en la unión amelodentinaria y desaparecen en las muestras de esmalte (Gráficas 1 y 2). El MET revela que la dentina es un biomaterial de carácter policristalino; con un comportamiento como composito. Se observaron granos nanométricos de hidroxiapatita dentro de una matriz de material inorgánico. Nuestra investigación demuestra que las nanopartículas de la dentina están orientadas en las posiciones siguientes: en el eje [100], el cual es de 8.17 Å, el eje [002] es de 3.44 Å y el eje [101] de 5.26 Å (Imágenes 1 – 3).

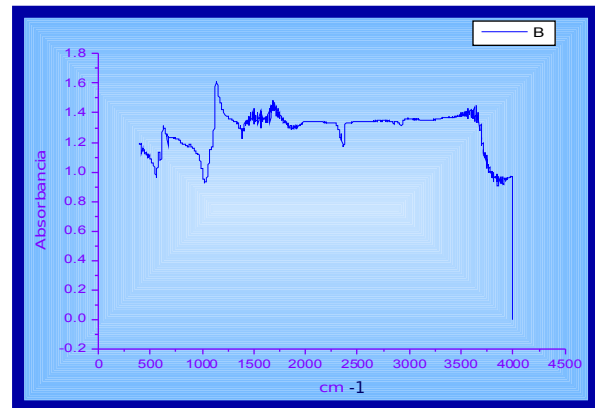
Dentina				
Element	k-ratio (calc.)	ZAF	Atom %	Wt %
P –K	0.2604	1.141	35.36	29.71
Ca – K	0.6546	1.074	64.64	70.29
Total			100.00	100.00

Cuadro 1



Gráfica 1

Pre dentina				
Element	k-ratio (calc.)	ZAF	Atom %	Wt %
P –K	0.2966	1.134	39.60	33.63
Ca – K	0.6124	1.084	60.40	66.37
Total			100.00	100.00



Cuadro 2

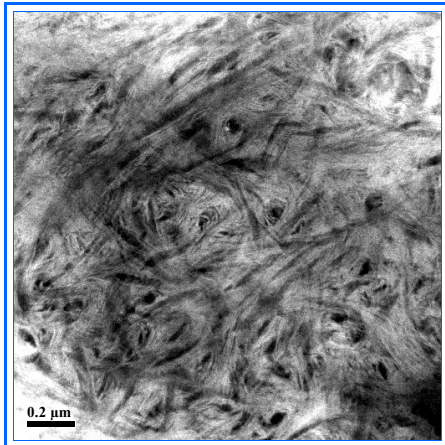


Imagen 1

Gráfica 2

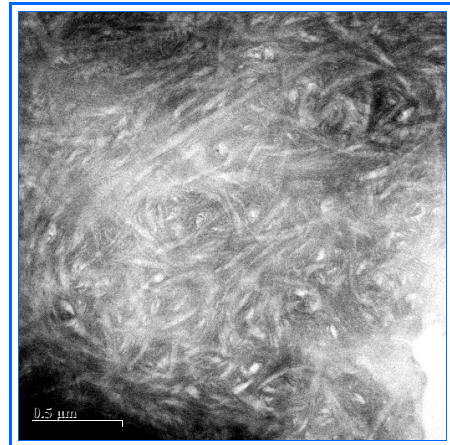


Imagen 2

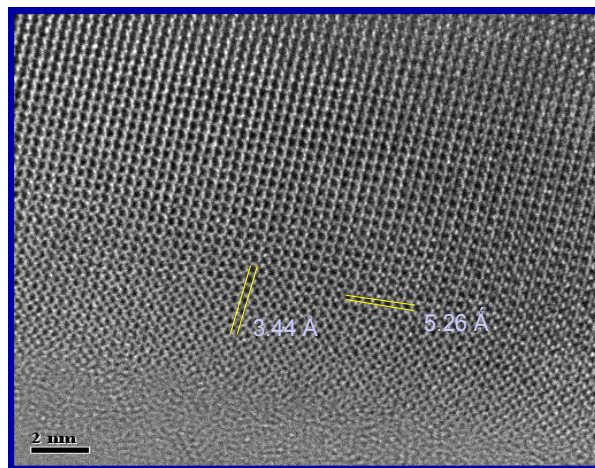


Imagen 3

CONCLUSIONES

De lo anterior concluimos que la concentración de P disminuye en tejidos más mineralizados, en tanto que la concentración de Ca aumenta., también se observaron las bandas de amida I y III, las cuales son representativas de la conformación de la colágena. La dentina está compuesta por cristales nanométricos de hidroxipatita en una matriz colágena. Las fibras de colágena tienen entre 50 y 100 nm de diámetro y están orientadas perpendicularmente a la dirección de la formación de la dentina. El arreglo de los nanogranos de la dentina es diferente en la pre dentina y en zonas intermedias.

REFERENCIAS

- [1] Linde A. Dentin and Dentinogenesis. Volume I. CRC Press, Boca Ratón, Fl., 1984
- [2] Hargreaves KM, Goodis HE. Seltzer and Bender's Dental Pulp. Quintess Publ Co 2002 China
- [3] Gómez de Ferraris ME. Histología y embriología bucodental. 2º Ed Med Panam 2002.
- [4] LeGeros RZ. Calcium Phosphates in Oral Biology and Medicine, Karger, Basel, 1991
- [5] Yao-Hung Tseng, Yi-Ling Tsai, Tim WT Tsai, Chun-Pin Lin, Shih-Hao Huang, Chung-Yuan Mou, Jerry C.C. Chan. Double-quantum altered heteronuclear correlation spectroscopy under magic angle spinning. Solid State Nuclear Magnetic Resonance 31 (2007) 55–61
- [6] Pasteris JD, Wopenka B, Freeman JJ, Rogers K, Valsami-Jones E, van der Houwen AM, Silva MJ. Biomaterials 25 (2004) 229-38

Tema: Biología

Responsable

Nombre: Dra. Maricela Garcés Ortiz, Profesora

Institución: Facultad de Odontología, División de Estudios de Posgrado e Investigación, U.N.A.M.

Teléfono de trabajo: 56225562

Correo electrónico: cotitaco_coollboy90@hotmail.com,

micg5@yahoo.com.mx

Coautores:

Nombre: C.D. María Isaura Cortés García. Estudiante de Maestría

Institución: Facultad de Odontología, División de Estudios de Posgrado e Investigación, U.N.A.M.

Teléfono de trabajo: 56225562

Correo electrónico: micg5@yahoo.com.mx

Nombre: Dr. José Reyes Gasga, Investigador

Institución: Instituto de Física, U.N.A.M.

Teléfono de trabajo: 56225083

Correo electrónico: jreyes@fisica.unam.mx