

VARIABILIDAD DE LA MORFOLOGÍA DE LOS PRISMAS DEL ESMALTE DENTAL HUMANO

Durso, G.^{1*}, Abal, A.¹

Facultad de Odontología Universidad Nacional de La Plata.

*Autor de Correspondencia: gracieladurso@yahoo.com.ar

Recibido en Marzo 03, 2008. Aceptado en Abril 11, 2008.

Publicado en-línea: Mayo 30, 2008

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la variabilidad de la morfología de los prismas e identificar los tipos de esmalte en dientes humanos al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Piezas dentarias de ambas denticiones fueron incluidas en resina a fin de preparar cortes en planos transversal, longitudinal y tangencial. Los prismas en secciones transversales presentaron forma redonda, ovoide y en ojo de cerradura disponiéndose en hileras o en su característico empaquetamiento de cabezas y colas y en secciones longitudinales forma de varilla redondeada. La matriz interprismática variaba de escasa a muy abundante. Se identificó esmalte aprismático en la superficie externa de los deciduos y el tipo de Bandas de Hunter Schreger (HSB) en deciduos anteriores en incisal y en permanentes en incisal, medio y cervical. En el tercio interno de las cúspides de premolares identificamos esmalte prismático irregular. Con aumentos x180- x300 observamos esmalte aprismático, prismático radial y prismático de HSB en un mismo campo. La variabilidad de la morfología de los prismas depende del plano en que son seccionados los mismos; la forma del prisma en sección transversal es subcircular, el ojo de cerradura es una variación que se observa cuando la sección no es perfectamente transversal. Los prismas durante el trayecto desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa del esmalte determinan tipos de esmalte. La identificación de los tipos de esmalte en áreas determinadas en los grupos dentarios permite relacionar más estrechamente la morfología con la función biomecánica que cumplen las estructuras y con el tipo de dieta.

Palabras clave: microestructura- prismas- tipos de esmalte-MEB.

VARIABILITY OF PRISM MORPHOLOGY IN HUMAN ENAMEL

ABSTRAC

The purpose of this work was to analyze the variability in prism morphology and to identify the human enamel types under the Scanning Electron Microscopy (SEM) Healthy teeth belonging to each tooth category were included in epoxy resin in order to prepare views on transverse, longitudinal, and tangential planes. In transverse sections, prisms have a subcircular, ovoid, or key-hole shape. In longitudinal sections prisms are rod-like. Interprismatic matrix varies in abundance, from scarce to quite abundant. Prisms were observed forming rows or in a densely packed head and tail aspect. Aprismatic enamel of variable thickness occur near the outer enamel surface in all deciduous teeth. In anterior deciduous teeth, Hunter-Schreger bands (HSB) enamel occur, in longitudinal sections, in the incisal areas; in permanent ones, in the incisal, middle and cervical thirds. In the inner third of molar cusps it can be seen a irregular type of enamel. At 180-300x there can be observed aprismatic, radial prismatic, and HSB in the same visual field. The morphological variability of prisms largely depends on the angle at which they are sectioned. In transverse section, prisms have a subcircular shape; "key-hole"-like shapes are frequently due to non-transverse sections of the samples. In the same visual field there can be observed diverse enamel types, determined by the different prism orientations from the inner to the outer enamel surfaces. In mammals, enamel types in each area of each tooth groups are related to the biomechanical function of enamel structures, and with diet types as well.

Key-words: microstructure, prisms, enamel types, SEM.

INTRODUCCION

El esmalte dental de los mamíferos es una estructura cristalina sumamente compleja, su estudio es de interés para odontólogos, pero también para especialistas de otras disciplinas: zoológicas, paleontológicas,

primatológicas etc. Numerosas investigaciones se han centrado en diferentes aspectos morfológicos de los prismas, arribando a conclusiones no siempre concordantes entre sí.

Los prismas del esmalte son haces de cristales de hidroxiapatita ordenados y densamente empaquetados por una delicada red de material orgánico que los envuelve. La literatura de uso odontológico más reciente considera el prisma como la unidad estructural básica del esmalte, el esmalte prismático al conjunto de prismas que constituye la mayor parte de la matriz mineralizada y el esmalte aprismático a aquel en que la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas. Si bien se utiliza con frecuencia el término prisma, la unidad básica del esmalte no posee forma geométrica regular y no se asemeja a un prisma.

Existen diversas formas de interpretar la morfología, organización y agrupamiento de los prismas en el esmalte humano. Bhaskar y Gomez de Ferraris [1,2] describen los prismas como varillas que en sección transversal presentan forma de ojo de cerradura de llave antigua con cuerpo (o cabeza) y cola. Los cristales se disponen casi paralelos al eje longitudinal de la varilla en el cuerpo y se desvían unos 65° al alejarse de éste abriéndose en abanico al llegar a las colas. Las cabezas se encuentran ubicadas entre las colas de los prismas suprayacentes y las colas de cada prisma entre las cabeza de los prismas subyacentes.

Ten Cate y Nanci [3,4], consideran los prismas o varillas de forma definidamente cilíndrica, rodeados por vainas y separados por sustancia interprismática y emplean los términos prismas y sustancia interprismática o varillas y región intervarillar. La diferencia entre la varilla y la región intervarillar se refiere a la disposición de los cristales en ambas regiones. Los cristales de las varillas se encuentran en ángulos agudos con los de la región intervarillar. Las vainas se forman en la interfase entre cristales con diferente angulación y contienen más proteínas del esmalte que otras regiones.

Boyde & Martin [5,6] denominan patrones a la disposición de los prismas en corte transversal. Basándose en la clasificación de Boyde de la microestructura del esmalte [7,8] describen tres patrones.

En el patrón 1, los prismas son completamente rodeados por la vaina del prisma y dispuestos en un patrón hexagonal. En el patrón 2, la vaina del prisma está abierta basalmente y los prismas se ordenan en hileras aproximadamente verticales divididas por láminas entre ellas. En el patrón 3, la vaina del prisma también es abierta basalmente y organizada en hileras horizontales pero en posición alternada (también denominada forma de arcos). Una forma derivada del patrón 3 es el patrón en ojo de cerradura (key hole pattern).

Berkovitz [9] también considera diferentes patrones de prismas en cortes transversales: en el patrón 1, los prismas tienen forma completamente circular; en el patrón 2, los prismas se disponen en hileras longitudinales y en el patrón 3, los prismas se disponen también en hileras, pero se escalonan para adoptar el aspecto de agujeros de cerradura.

Dada la complejidad del esmalte de mamíferos es importante conocer el nivel al que la estructura es observada. Koenigswald & Clemens y Koenigswald & Sander [10,11] desarrollaron un sistema jerárquico de clasificación de la microestructura del esmalte de mamíferos considerando varios niveles de complejidad creciente. Estos niveles son: 1) nivel cristalitas 2) nivel prismático 3) nivel tipo de esmalte 4) nivel patrón y 5) nivel dentición

A los fines del presente trabajo, resulta de interés considerar el nivel prismático y el nivel tipo de esmalte. Dentro del primero se considera el esmalte sin prismas y los prismas. El esmalte sin prismas, frecuentemente denominado aprismático, es el patrón microestructural más simple. En el esmalte aprismático los cristales tienden a ser paralelos, radiales y perpendiculares al límite amelodentinario. Con relación a los prismas se describen sus características, particularmente en sección transversal, la orientación de los cristales en su interior, la matriz interprismática y la vaina.

El nivel tipo de esmalte se refiere a los esmaltes prismáticos. Éstos, frecuentemente, están organizados en

capas separadas por límites bien definidos. Dentro de cada una los prismas tienen morfología, orientaciones y empaquetamientos similares, los que definen a los tipos de esmalte. Dentro del esmalte prismático se presentan volúmenes de esmalte donde los prismas son paralelos unos con otros como en el Esmalte Radial y el Esmalte Tangencial o pueden entrecruzarse unos con otros de manera regular como en el Esmalte con Bandas de Hunter Schreger o irregular como en el Esmalte Irregular. A su vez, en el esmalte irregular el entrecruzamiento de prismas puede ser en haces (esmalte 3D) o en prismas individuales.

Ante la diversidad de interpretaciones de algunos aspectos de la microestructura del esmalte dental y dado que el sistema de clasificación desarrollado por Koenigswald & Sander no ha sido aplicado al estudio de la microestructura del esmalte dental en piezas dentarias humanas, los objetivos de este trabajo fueron evaluar la variabilidad de la morfología de los prismas e identificar los tipos de esmalte según dicha clasificación al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron piezas dentarias humanas, extraídas por indicación o exfoliadas, de cada grupo dentario de las denticiones decidua y permanente, en un total de 30. Los dientes fueron incluidos en resina epóxica a fin de preparar cortes en planos transversal, longitudinal y tangencial. Cada corte fue desgastado en forma progresiva con lijas al agua de grosores de 200, 600, 1200 y 2.200 μm y pulido con óxido de aluminio en polvo de 5 μm de granulación. Las muestras fueron lavadas con agua a presión y con ultrasonido durante 10' y posteriormente grabadas con una solución de ácido clorhídrico al 10% durante 2" a 3". Fueron observadas y fotografiadas bajo lupa binocular para obtener la plantilla de las mismas, la cual facilitó determinar las áreas de interés para observación al microscopio electrónico. Los especímenes fueron montados en las

platinas para MEB, deshidratados, secados y metalizados. Las observaciones se realizaron en un microscopio electrónico de barrido modelo JSM-6360 LV (bajo vacío).

Sobre la metodología utilizada en la preparación de los especímenes remitimos al lector al detalle provisto en Martin y Wahlert [12].

RESULTADOS

En aquellos cortes en que los prismas se mostraron seccionados transversalmente los mismos presentaron una amplia variabilidad morfológica, con secciones aproximadamente hexagonal, circular, subcircular, ovalada, en forma de "escama" o en ojo de cerradura, siendo frecuente la visualización de varias de ellas en un mismo campo microscópico. La matriz interprismática varió de muy escasa en algunas muestras a muy abundante en otras, siendo en estas últimas más fácil apreciar la orientación cristalina diferente a la del cuerpo del prisma. La acción del ácido destacó la vaina que rodea al prisma, la cual no siempre es completa. Con relación a la disposición de los prismas entre sí se observaron formando hileras, separadas por tabiques longitudinales de matriz interprismática o en su característico empaquetamiento de cabezas y colas. (Fig.1 y Fig.2).

Cuando los prismas se presentaron en sección longitudinal predominó la forma de varilla redondeada de ancho irregular (4 a 5 μm) con estriaciones transversales periódicas y matriz intervarillar de menor espesor entre las varillas. (Fig.3)

El esmalte aprismático de grosor variable se observó en la superficie externa del esmalte de todas las piezas deciduas estudiadas y en algunas permanentes, presentando en todos los casos un patrón microestructural más simple que el del esmalte prismático; los cristales tendían a ser paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie externa del diente. (Fig.4)

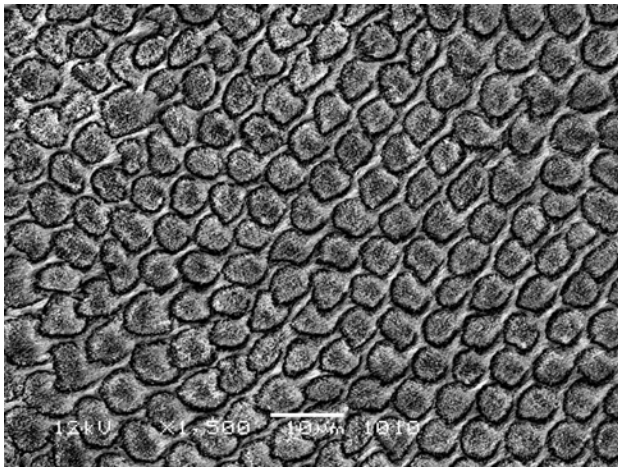


Fig. 1. Canino temporario en corte transversal (x1500). Se observan distintas formas de los prismas en sección transversal (ovoide, circular, en ojo de cerradura)

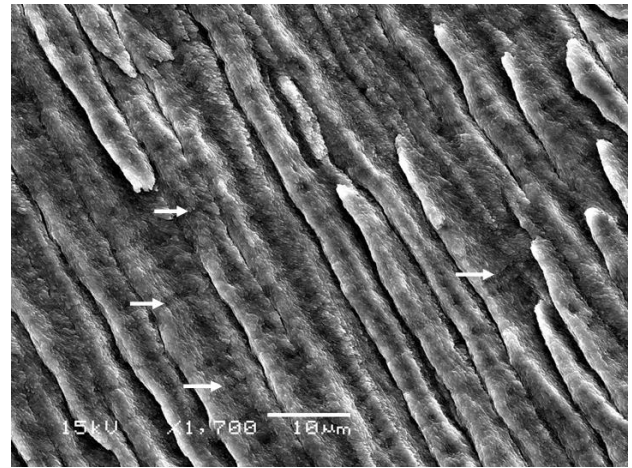


Fig. 3. Incisivo permanente en corte longitudinal (x1700) Se observan prismas en sección longitudinal que presentan líneas oscuras transversales denominadas estriaciones (flechas)

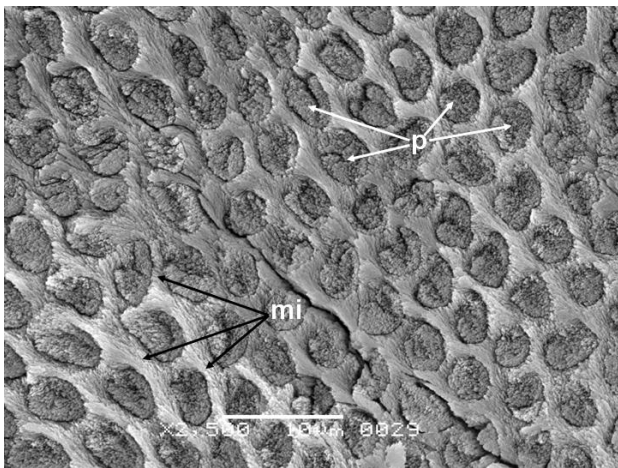


Fig. 2. Corte transversal de incisivo temporario (x2500) se observan prismas en sección transversal (p) rodeados de una gruesa capa de matriz interprismática (mi)

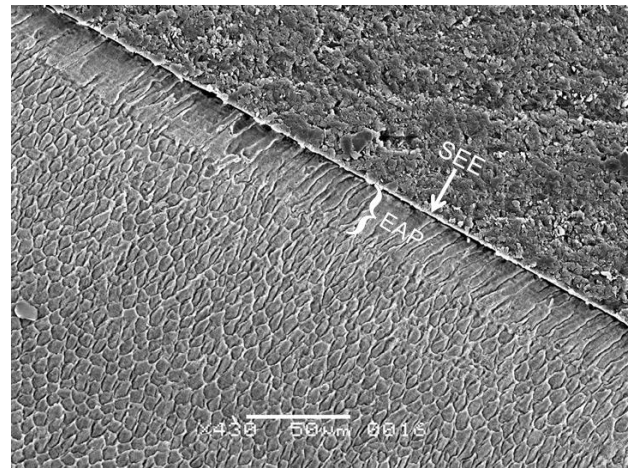


Fig. 4. Incisivo en corte transversal (x430) en el que se observa el esmalte aprismático (EAP) en el área próxima a la superficie externa (SEE) y esmalte prismático radial

No se visualizó esmalte aprismático en la cercanía del límite amelodentinario en ninguna de las muestras analizadas. El mayor porcentaje del esmalte estaba representado por esmalte prismático, en el cual se distinguieron algunas capas donde los prismas son paralelos unos con otros y se orientan radialmente desde el límite amelodentinario hacia la superficie externa (esmalte radial). En cortes longitudinales, los prismas se inclinan desde 0° a 90° y en cortes transversales, son perpendiculares a dicho límite.

Con baja magnificación (rango x14–x18), se observaron en especímenes de ambas denticiones bandas claras y oscuras correspondientes a las Bandas de Hunter Schreger (HSB). A mayor magnificación correspondían a capas de grosor variable donde los prismas se presentaban en sección transversal y longitudinal en capas adyacentes, lo que indica que en cada capa presentan direcciones opuestas produciendo decusaciones (Fig. 5).

Las bandas se visualizaron con mayor frecuencia en cortes longitudinales que en transversales. Identificamos este tipo de esmalte prismático de HSB en cortes

longitudinales de dientes deciduos anteriores en la zona incisal o cuspídea y en permanentes en los tercios incisal o cuspídeo, medio y cervical. En estos casos las bandas ocupaban aproximadamente los dos tercios internos del espesor del esmalte y siempre se presentaba esmalte radial en el tercio externo.

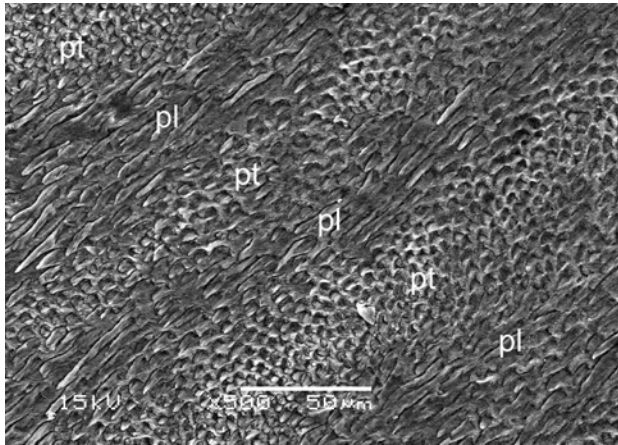


Fig. 5. Aspecto de las Bandas de Hunter Schreger en canino permanente en corte longitudinal (x900) con capas alternantes de prismas en sección transversal (pt) y en sección longitudinal (pl)

En algunos casos los prismas se disponían entrecruzados de manera regular con el característico aspecto de esmalte con HSB, mientras que en otros presentaban cambios importantes de orientación en su curso desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa del esmalte, que no constituían típicas bandas, tanto en dientes deciduos como en permanentes (Figs. 6 y 7).

En el tercio interno de la cúspide de premolares se verificó un tipo de esmalte prismático con un marcado entrecruzamiento irregular de los prismas individuales o grupos de prismas, que podía corresponder al esmalte nudoso de la microscopia óptica. (Figs. 8 y 9) En los 2/3 externos de las cúspides se observó esmalte del tipo radial en todos los casos (Fig.10).

Con un rango de aumentos x120- x300 observamos más de un tipo de esmalte en un mismo campo (Fig.11).

No se encontró en ninguna de las muestras estudiadas el tipo de esmalte tangencial en el que los prismas son

paralelos unos a otros pero la matriz interprismática se anastomosa en ángulos rectos.

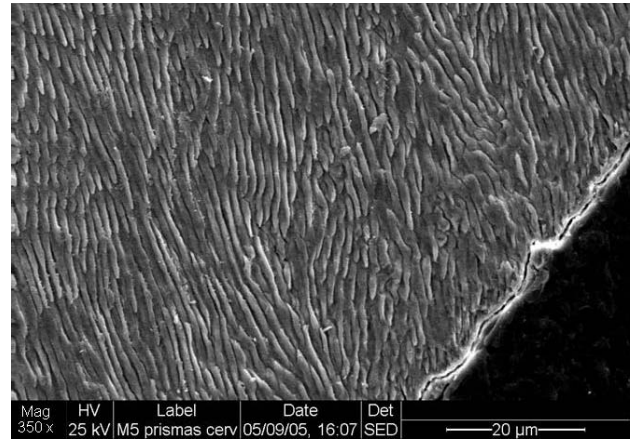


Fig. 6. Canino temporario en corte longitudinal (x350) en el que se aprecia el cambio de dirección de los prismas.

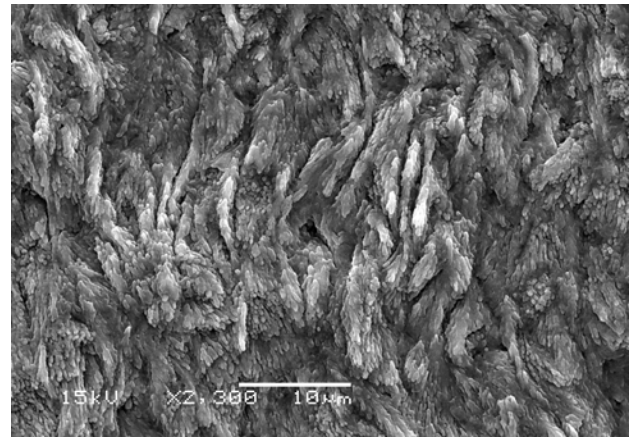


Fig. 7. Canino permanente en corte transversal se observa con detalle el recorrido sinuoso de los prismas. (x2300)

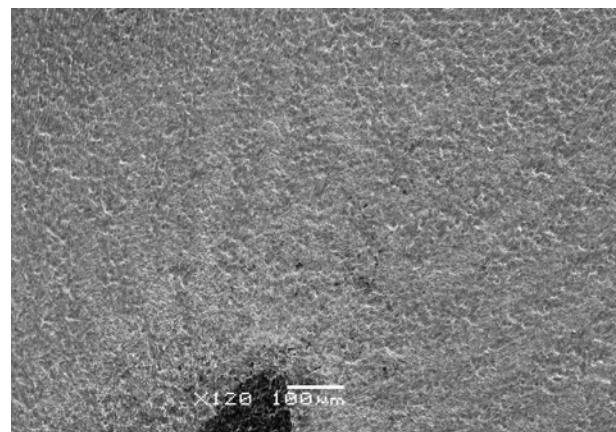


Fig. 8. Premolar superior en corte longitudinal (x120) se aprecia el esmalte próximo al límite amelodentinario, debajo de la cúspide.

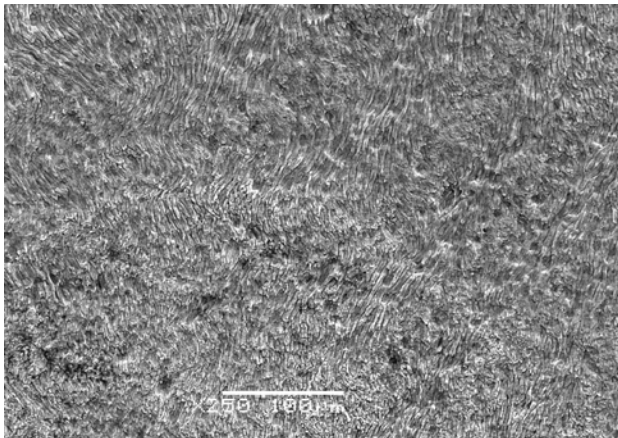


Fig. 9. Detalle del mismo premolar de la figura anterior (x250) se observa el recorrido intrincado de los prismas en el esmalte nudoso.

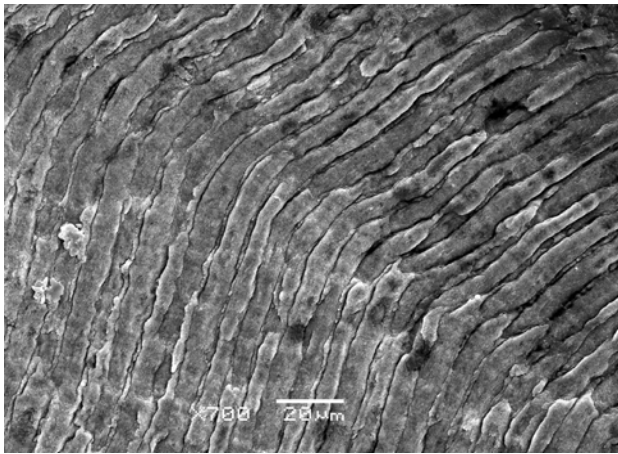


Fig. 10. Premolar superior en corte longitudinal (x700) en el tercio externo de la cúspide los prismas transcurren paralelos y cambian de dirección para terminar perpendiculares a la superficie externa del esmalte.

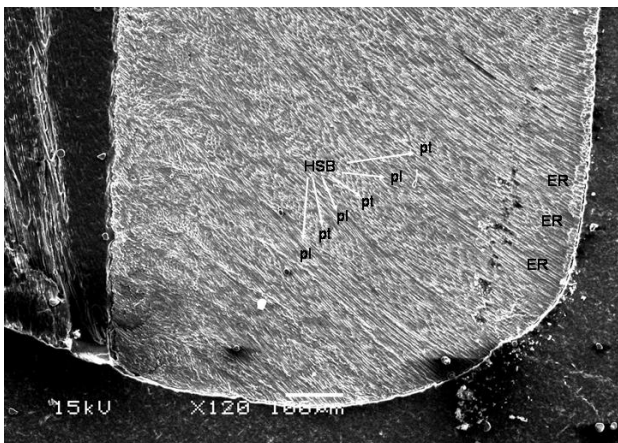


Fig. 11. Zona incisal de un incisivo permanente en corte longitudinal (x120) se observa esmalte de bandas (HSB) con prismas en sección longitudinal (pl) y transversal (pt) y esmalte radial (ER) en el tercio externo del esmalte.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La técnica adoptada para la preparación de las muestras permite tener una precisión aceptable con respecto al plano de corte (transversal, longitudinal y tangencial) aunque los desgastes hayan sido realizados manualmente, sin embargo, la interpretación de la morfología de los prismas se ve dificultada porque cada varilla posee un curso ondulante y cualquier corte contiene sólo pequeños y cortos segmentos de ésta.

Nuestras observaciones nos permiten coincidir con las descripciones de los patrones descritos en el esmalte humano [9] y en otros mamíferos [5–8]. Se observaron zonas donde los prismas tienen forma circular (patrón 1), otras donde los prismas se disponen en hileras longitudinales (patrón 2) y otras en que los prismas también se disponen en hileras pero se escalonan para adoptar la forma de ojo de cerradura (patrón 3). Cuando el prisma presenta forma de ojo de cerradura se observa que la cola de un prisma está situada entre las cabezas de dos prismas inferiores tal como lo describen otros autores [1,2,9]. Cuando los prismas presentan forma circular o se disponen en hileras, se aprecia entre ellos un material cristalino con una clara diferencia en la orientación de los cristales con relación al prisma, que correspondería a la denominada sustancia interprismática [3,11,13].

Consideramos apropiado el uso de los términos cabeza y cola cuando se presenta la forma de ojo de cerradura y prisma y sustancia interprismática cuando la forma es aproximadamente circular. En coincidencia con lo reportado, no se trata de estructuras diferentes sino de dos interpretaciones de la misma estructura cristalina [14]. Es una misma organización (con variaciones locales) que aparece distinta en las diferentes preparaciones y en diferentes orientaciones [9].

Concluimos que la variabilidad de la morfología de los prismas depende del plano en que son seccionados los mismos (con las variaciones de angulación posibles entre el plano transversal y el longitudinal) y de la orientación de los cristales. La forma del prisma en sección

transversal es circular o subcircular; el ojo de cerradura citado en la literatura odontológica, es una de esas variaciones y se observa cuando la sección no es perfectamente transversal. A diferencia de las secciones transversales, los prismas en sección longitudinal, no evidencian variabilidad en su morfología, presentándose siempre como varillas cilíndricas.

El esmalte aprismático se evidenció en la superficie externa del esmalte dental tal como lo mencionan otros autores [1–3,15]. Si bien algunos de éstos, mencionan la presencia de esmalte aprismático próximo al límite amelodentinario, lo que estaría de acuerdo con los fenómenos de la amelogénesis inicial, éste no fue observado en las muestras estudiadas.

En un mismo campo, con baja magnificación, se visualizan diversos tipos de esmalte, lo que indica que los prismas durante el trayecto desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa del esmalte determinan tipos de esmalte. Asimismo, los límites entre los tipos de esmalte están dados por el cambio de dirección de los prismas. Es de destacar la gran representatividad del esmalte HSB en las muestras estudiadas y su presencia en zonas del diente que no habían sido mencionadas por otros autores de nuestra disciplina. Coincidiendo con nuestro estudio previo en dientes deciduos, su presencia se observa con mayor frecuencia en cortes longitudinales que en transversales [16]. Los resultados obtenidos demuestran que las bandas de Hunter- Schreger corresponden a planos de sección de los prismas debido a las decusaciones durante su recorrido y no constituyen una estructura diferente del esmalte.

Las HSB no son solo un fenómeno óptico como fueron descritas en la microscopía óptica [9,16] ni estructuras secundarias del esmalte [2], sino que corresponden a un tipo de esmalte, tal como lo describe Koenigswald. En efecto, en el nivel de análisis representado por los prismas, éstos no sufren variación alguna, sin embargo, cuando se pasa a otro nivel de análisis, el nivel de tipos

de esmalte, se aprecia que los prismas cambian radicalmente su orientación en sectores específicos de los dientes.

En las cúspides, se presenta el esmalte irregular que correspondería al esmalte nudoso mencionado por otros autores [1,3,9,15].

Identificamos esmalte radial en el tercio externo donde los prismas corren paralelos entre sí.

Si bien la capacidad del ameloblasto de formar tipos de esmalte es limitada, algunos tipos de esmalte que están presentes en otras especies, no se encontraron en el esmalte humano. Tal es el tipo de esmalte tangencial, frecuente en marsupiales y ocasional en placentarios [17].

El haber incorporado el concepto de tipos de esmalte y la identificación de los mismos en áreas determinadas en los grupos dentarios de cada dentición permite relacionar más estrechamente la morfología con la función biomecánica que cumplen las estructuras y con el tipo de dieta.

En el hombre la dieta omnívora está reflejada en las estructuras dentarias por la presencia de varios tipos de esmalte. El esmalte aprismático se desarrolla particularmente en la capa externa del esmalte, porque es más resistente a la abrasión química de los alimentos ácidos. Las BHS aumentan la resistencia y disminuyen las probabilidades de propagación de fracturas en el esmalte como consecuencia de las presiones masticatorias. En zonas donde las fuerzas alcanzan sus valores más altos como en las cúspides, el esmalte irregular cumple la misma función., mientras que el esmalte radial abunda donde las presiones masticatorias son menores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Sra Patricia Sarmiento del Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido del Museo de Ciencias Naturales de La Plata.

REFERENCIAS

- [1] Bhaskar S.N (1986) “Histología y Embriología Bucal de Orban”. Buenos Aires, Ed. El Ateneo, 9ª ed. pp 49-115
- [2] Gomez de Ferraris, M.E. & Campos Muñoz, A (2002) “Histología y Embriología Bucodental”. Madrid, Ed. Médica Panamericana, 2ª ed. pp 271-315
- [3] Ten Cate, A (1986) “Histología oral. Desarrollo, estructura y función”. Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana 2º ed. pp 252-273
- [4] Nanci, A. (2003). “Ten Cate’s Oral Histology, Development, Structure and Function”. St. Louis, Mo USA The C.V. Mosby Comp.6th ed.pp 145-191
- [5] Boyde, A & Martin, L (1983) “Enamel structure and development in the Hominoidea” *J. of Anatomy* 136: 638-640
- [6] Boyde, A & Martin, L (1984) “The microstructure of primate dental enamel” In *Food Acquisition and Processing in Primates*, Chivers D.J.; Woods, B.A & Bilsborough, A (eds). Plenum, New York., pp. 341-367.
- [7] Boyde, A (1964) “The structure and development of mammalian enamel” Unpublished Ph. D. Thesis, University of London.
- [8] Boyde, A (1976) “Amelogenesis and the structure of enamel” In *Scientific foundations of dentistry*; Cohen, B & Kramer I.R. (eds) William Heinemann Medical Books, London, pp. 335-352
- [9] Berkovitz, B.K.B., Holland, G.R., Moxham, B.J (1995) *Atlas en color y texto de Anatomía Oral . Histología y Embriología*. Madrid, Mosby/Doyma Libros, 2ª ed. pp 112-123
- [10] Koenigswald, W. & Clemens, W (1992) “Levels of complexity in the microstructure of mammalian enamel, and their application in studies of systematics” *Scanning Microscopy* 6: 195-218.
- [11] Koenigswald, W. & Sander, P (1997) Glossary of terms used for enamel microstructures en: *Tooth enamel microstructure*, Koenigswald, W. & Sander, P. (eds.), Ed. Balkema, Rotterdam, pp. 267-297.
- [12] Martin, T. & Wahlert, J., (1999). “Preparing teeth for viewing with scanning electron microscope SEM”, June 1
<http://research.amnh.org/vertpaleo/enamel/prep.html>
- [13] Swancar, J.R., Scott, D.B., Njemirovskij, Z (1970) “Studies on the Structure of Human Enamel by the Replica Method” *J. Dent. Res.* September-October; pp. 1025- 1033
- [14] Barrancos Mooney, J., Barrancos P (2006) *Operatoria dental* Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana 4ª ed. pp 262-263
- [15] Abramovich, A (1999) *Histología y embriología dentaria* Buenos Aires.. Ed. Médica Panamericana. 2º ed. pp 118-152
- [16] Tanevitch, A., Durso, G., Abal, A., Anselmino, C., Batista, S., Iacoi, M (2006) “ Microestructuras de especialización en el esmalte humano: Bandas de Hunter Schreger” *Revista Científica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de La Plata* 3 (1): 60-64
- [17] Koenigswald, W. & Goin, F (2000) “Enamel differentiation in South American marsupials and a comparison of placental and marsupial enamel” *Paleontographica. Abt. A. Bd.* 225: 137-141