



Remineralización dentinaria en molares primarios: Evaluación radiográfica

Dra. Gabriela Quintero Lucas
Ph.D.,* Dra. María Lidia Elizondo,** Dr. Guillermo M. Rosa
Ph.D.***

- * Profesora Titular. Cátedra de Odontopediatría. Facultad de Odontología. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
- ** Jefa de Trabajos Prácticos. Cátedra de Odontopediatría. Facultad de Odontología. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
- *** Docente. Fundación Escuela Postgrado. Resistencia, Chaco, Argentina.

Resumen

El objetivo de este estudio fue cuantificar, mediante radiografías bite-wing digitalizadas estandarizadas, los cambios en espesor y densidad, mediante CADIA, producidos en el tejido dentinario en molares primarios con caries profundas, tratados mediante técnica atraumática y restaurados con materiales terapéuticos. Cincuenta molares primarios de niños, entre 5 y 7 años, con caries oclusales profundas y/o cercanas a la cámara pulpar y tratados mediante técnica atraumática. Las piezas fueron aleatoriamente distribuidas en los siguientes grupos experimentales: Hidróxido de calcio/óxido de zinc eugenol reforzado (OZnER), fluoruro diamino de plata al 38% (FDP)/OZnER, (FDP)/ionómero vítreo (IV), IV y IV modificado con resina. Las radiografías fueron tomadas el día 0 (post tratamiento), realizándose controles a los 90, 180 y 360 días. Todos los materiales produjeron aumento en el espesor dentinario y cambios en la densidad, demostrando el ionómero vítreo cambios estadísticamente significativos ($p = 0.063$) .

Palabras clave: Caries, ionómero de vidrio, remineralización.

Abstract

The objective of this study was to quantify, in standardized digitized bite-wing X-rays, the changes in thickness and density in dentinal tissue, by means of CADIA, produced in primary molars with deep decay, treated by atraumatic restorative treatment and restored with different therapeutics materials. Fifty primary molars of children between 5 and 7 years were randomly distributed in the following experimental groups: Calcium hydroxide/ IRM, Silver diamine fluoride 38% (SDF)/IRM, (SDF)/glass ionomers cement (GI), GI and glass ionomers resin modified. The X-rays were taken day 0 (post treatment), 90,180 and 360 days. All materials produced increase in dentine thickness and changes in the density, demonstrating only the glass ionomers cements showed, statistically significant changes ($p = 0.063$).

Key words: Caries, glass ionomer, remineralization.

Recibido para publicación:
05-Julio-2007

Introducción

Durante las últimas décadas se ha abierto una nueva frontera en el campo de la radiología, con la introducción de técnicas de digitalización de imágenes, que abren nuevas posibilidades de mejorar la capacidad de diagnóstico al permitir evaluar y detectar los cambios que se producen en los tejidos, a lo largo del tiempo.¹

La conversión de radiografías convencionales en formato digital fue primeramente descrita por Ando a fines de la década de los 60^{2,3} a partir de la cual se desarrolla-

ron nuevas técnicas de análisis y medición asistidos por computadora como la sustracción digital, y el análisis densitométrico de imagen asistido por computadora (CADIA) que permiten evaluar, en estudios longitudinales, los cambios tanto cualitativos como cuantitativos producidos en los tejidos mineralizados. La substracción digital requiere la toma de radiografías bajo iguales condiciones, en distintos períodos de tiempo y su posterior superposición para extraer los cambios producidos entre las imágenes obtenidas. La interpretación digitalizada de imágenes permite manipular las imágenes optimizando

la calidad de las mismas en términos de contraste y densidad, con la posibilidad de mejorar la percepción de los detalles y el diagnóstico. Estudios longitudinales, tanto a largo como a corto plazo, han demostrado la efectividad y validez de estas técnicas en estudios periodontales⁴⁻⁶ y de caries.^{7,8}

Al presente está claramente demostrado que la remoción gruesa de la dentina cariada, tanto en dientes primarios como permanentes y posterior colocación de materiales restauradores biocompatibles que produzcan un buen sellado marginal, impidiendo la entrada de nutrientes necesarios para el metabolismo y proliferación bacteriana, producen un proceso de auto-reparación del complejo dentino pulpar que se evidencia por la ausencia de sintomatología clínica y la presencia radiográfica de un aumento en radioopacidad del tejido dentinario bajo la restauración.⁹⁻¹¹

El objetivo de este estudio fue cuantificar, mediante radiografías bite-wing digitalizadas estandarizadas, los cambios en espesor y densidad, producidos en el tejido dentinario en molares primarios con caries profundas, tratados mediante técnica atraumática y restaurados con materiales terapéuticos.

Material y métodos

Este estudio fue realizado en 50 molares primarios de niños, entre 5 y 7 años, que concurrieron a la Clínica de la Cátedra de Odontopediatría. Previa autorización, por parte de los padres y/tutores se les realizó una minuciosa historia médica y dental, seguida de un examen clínico y toma de radiografías bite-wing estandarizadas, (Evaluación pre-experimental). Fueron establecidos como criterios de inclusión: niños sanos que presentaron piezas dentarias con caries oclusales profundas y/o cercanas a la cámara pulpar, pudiendo haber antecedentes de sintomatología dolorosa provocada, de corta duración, con ausencia de fistula, edema, movilidad y dolor a la percusión y que radiográficamente presentaran ausencia de reabsorción radicular fisiológica avanzada y/o reabsorción radicular interna, presencia de zonas radiolúcidas en la furcación y engrosamiento del ligamento periodontal.

Las piezas dentarias fueron tratadas mediante técnica atraumática,¹² y obturadas aleatoriamente, conformando los grupos que se detallan a continuación:

Grupo 1: Se le colocó una base de hidróxido de calcio (Dycal® Dentsply/Caulk, Milford, USA.) y obturado con óxido de zinc eugenol reforzado (Dentsply/Caulk, Milford, USA).

Grupo 2: Se aplicó fluoruro diamino de plata al 38% ((Fluoroplat® Lab. NaF, Argentina), siguiendo las especificaciones del fabricante y obturándose con óxido de zinc eugenol reforzado (Dentsply/Caulk, Milford, USA).

Grupo 3: Fluoruro diamino de plata 38% (Fluoroplat® Lab. NaF, Argentina), obturándose con ionómero vítreo (Ketac Molar® ESPE).

Grupo 4: Obturado con ionómero vítreo (Ketac Molar® ESPE).

Grupo 5: Obturado con ionómero vítreo modificado con resina (Vitremer® - 3M St. Paul MN, USA).

Finalizado el tratamiento (Día 0) se realizó la toma de radiografía bite-wing vertical, con películas Kodak D tamaño 1, mediante dispositivo XCP con las modificaciones descritas por Rosa y colaboradores⁵ que permitían obtener referencias en los tres planos del espacio que facilitaban su reposicionamiento. La distancia foco película fue fijada en 292 mm, mediante un tope de acrílico en la barra de conexión (*Figuras 1 y 2*).

La conversión de las radiografías a imágenes digitales se realizó colocándolas sobre un negatoscopio (Light box LP554, Hama, Bayern, Germany) ubicado debajo de una cámara de vídeo CCD (Sony CCD-FX400, Sony Corp. Japón) montada sobre un dispositivo fabricado a medida y conectada a una placa digitalizadora (Winview 601, Leadtek Reserch Inc, Fremont CA, USA).^{13,14} Cada imagen digital presentó una resolución espacial de 640 por 480 píxeles y 8 bits de resolución de contraste, y con un tamaño de píxel de 34 µm. Las imágenes fueron analizadas por un único operador que desconocía el grupo al que pertenecían las imágenes.

Las imágenes digitalizadas fueron medidas utilizando el programa: UTHSCSA Image Tool 2.0, previamente calibrado con una distancia lineal conocida mediante un alambre de acero inoxidable de 0.5 mm de diámetro y 10 mm de largo, ubicado en el dispositivo de posicionamiento.

Para mejorar el contraste de todas las imágenes y la visualización en la selección de los puntos de medi-



Figura 1. Comparación del dispositivo XCP para radiografías horizontal de niños y con modificaciones para la estandarización de las radiografías.



Figura 2. Dispositivo XCP posicionado para la toma radiográfica.

ción, se realizó «estiramiento de histograma» (Histogram stretching)¹³ mediante el software NIH Image J (<http://rsb.info.nih.gov/nih-image>) en una región de interés (RDI) seleccionada, que contenía a toda la corona dentaria.

A fin de estandarizar la medición, en la radiografía inicial (Día 0), se trazaron líneas guías de referencia, como se muestran en la figura 3 y que se detallan a continuación:

Referencias en sentido horizontal (mesio/distal)

- **Eje dentario:** Constituye la línea guía de referencia, que pasa por el eje largo del diente.
- **Líneas A:** Dos líneas verticales, paralelas al eje dentario que pasan por los puntos más extremos de la corona dentaria en las caras mesial (A) y distal (A) respectivamente.
- **Línea B:** Horizontal, perpendicular al eje dentario, que une las líneas A.
- **Línea C:** Vertical, paralela al eje dentario, que pasa por el punto más extremo mesial de la restauración realizada.

Referencias en sentido vertical (occluso - apical)

- **Línea D:** Horizontal, perpendicular al eje dentario y a las líneas A, y paralela a la línea B, que pasa por el punto extremo más apical de la restauración.
- Se determinaron los puntos más externos mesiales y distales, de la restauración (*1,*2) y de las paredes de la cámara pulpar (*3,*4).
- Se trazaron dos líneas paralelas entre sí y paralelas al eje dentario que pasan por cada uno de los puntos centrales seleccionados (E1 y E3) y una tercera línea equidistante (E2) paralela a éstas.

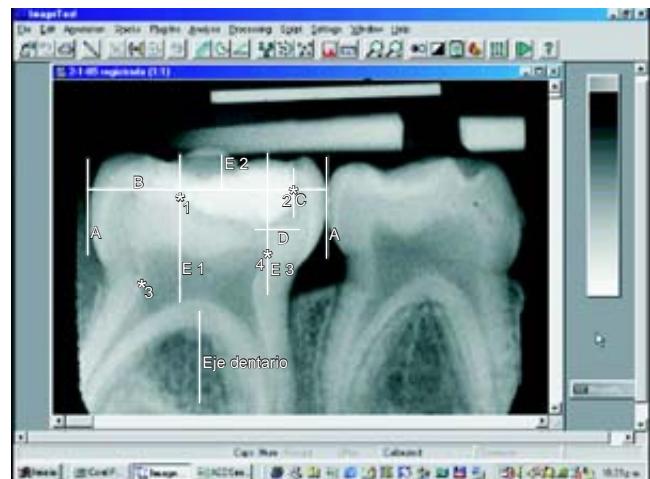


Figura 3. Imagen radiográfica digitalizada con las “líneas guías” (E1, E2 y E3) y (D) y A, B, C trazadas en una imagen inmediata postratamiento. Eje dentario = Eje dentario de referencia. *1, 2, 3, 4 = Puntos extremos de la restauración y de la cámara pulpar determinados.

Sobre estas líneas se realizaron las mediciones del espesor dentinario del techo de la cámara pulpar, siendo transferidas posteriormente a las imágenes de seguimiento tomadas en cada una de las evaluaciones.

Medición del espesor dentinario: Se consideró espesor dentinario al espacio comprendido entre el piso cavitario (PC) y el techo de la cámara pulpar (TCP). Se observó en el monitor la imagen inicial junto a la de seguimiento, para facilitar la ubicación de los mismos reparos anatómicos en ambas imágenes mediante técnica «side by side». En cada imagen se marcó con el puntero del mouse, un punto correspondiente al PC, y a continuación el TCP. El punto PC se identificó como la intersección de cada una de las tres líneas verticales E con el borde del piso de la restauración, y el punto del TCP se definió como la intersección de las líneas guía E correspondientes con el punto más coronal donde la cámara pulpar pierde su tono radiolúcido uniforme (Figura 4). El espesor dentinario fue evaluado a los 90, 180 y 360 días.

La densidad del tejido dentinario fue registrada, mediante el análisis densitométrico de imágenes asistido por computadora (CADIA) (<http://ddsdx.uthscsa.edu/>) con el software UTHSCSA Image Tool 2.0. En cada pieza dentaria, se analizaron tres sitios de dentina denominados regiones de interés (RDI) de forma cuadrangular de 16 x 16 píxeles, ubicados entre el PC y el TCP (Figura 5), de acuerdo a las siguientes referencias:

- Posición en sentido horizontal (mesio/distal), siguiendo las líneas guías E:
- Sitio 1, mesial: El borde lateral de la RDI coincidió con la línea E1 correspondiente, ubicando la RDI hacia el centro de la pieza dentaria.

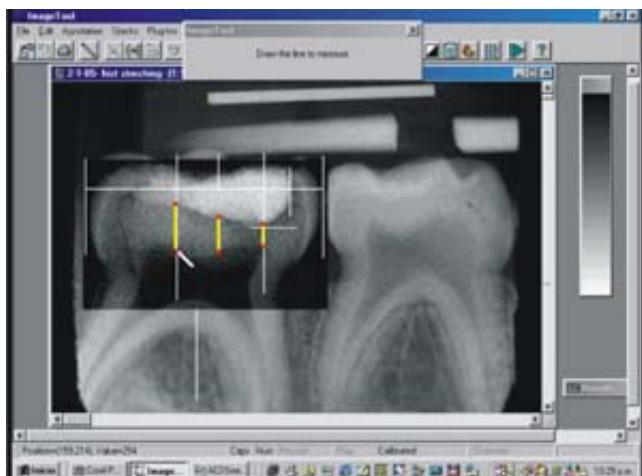


Figura 4. Imagen radiográfica digitalizada con el proceso de mejoramiento de imagen «histogram stretching», en la zona coronaria de la pieza dentaria, lo que facilitó la ubicación del TCP y PC para la medición del espesor.

Sitio 2, central: La prolongación de la línea E2 pasó por el centro de la RDI.

Sitio 3, distal: El borde lateral externo de la RDI coincidió con la línea E3 correspondiente, ubicando la RDI hacia el centro de la pieza dentaria.

- Posición en sentido vertical (occluso/apical), ubicadas equidistantes del PC y TCP.

El programa calculó el promedio de valores de gris en cada RDI, lo que fue registrado como valores CADIA, que reflejaron la densidad radiográfica tanto de la imagen como del tejido dentinario.¹⁵ Un valor CADIA alto (> 128), representó un tono de gris claro en la imagen digital, lo que correspondía a una mayor densidad dentinaria/radiográfica, en cambio un valor CADIA bajo (< 128) representó un tono de gris oscuro en la imagen digitalizada y por lo tanto, una baja densidad dentinaria/radiográfica.

Se midieron tres sitios en cada pieza dentaria (*Figuras 4 y 5*), calculándose, para cada sitio, las diferencias entre el día 0 y el día 360, utilizando el término medio de las diferencias registradas en los 3 sitios como valor correspondiente al diente (unidad experimental).

Resultados

Los resultados obtenidos, mediante este diseño experimental, demostraron que las radiografías estandarizadas y posteriormente digitalizadas, permitió cuantificar los cambios tanto en espesor como en densidad producidos en el tejido dentinario en molares primarios con caries profundas, obturados con distintos materiales terapéuticos.

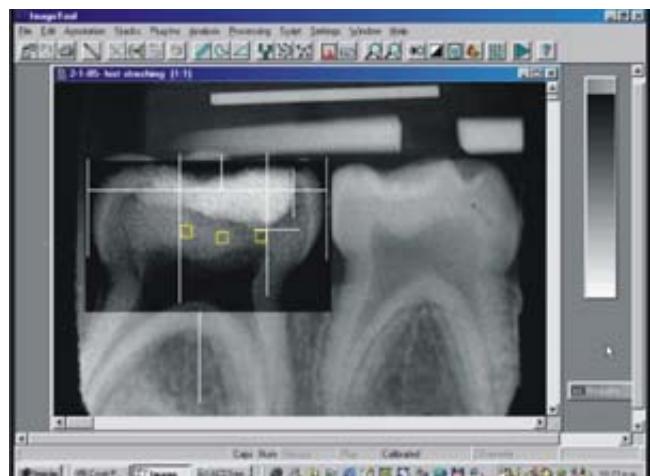


Figura 5. Ubicación de las RDI para la medición de la densidad dentinaria mediante CADIA.

Cuadro I. Cantidad de molares primarios, en cada uno de los grupos experimentales, a lo largo de la experimentación.

	Piezas dentarias primarias			
	Día 0	Día 90	Día 180	Día 360
Grupo I (HC + OZE)	11	11	8	6
Grupo II (Fluoroplat + OZE)	10	10	10	10
Grupo III (Fluoroplat + Ionómero vítreo)	9	9	9	9
Grupo IV (Ionómero vítreo)	10	10	10	10
Grupo V (Vitremer)	10	10	9	9

Para este estudio cada pieza dentaria fue considerada como unidad de análisis estadístico, iniciándose con 50 molares primarios, completando los controles respectivos 44 de ellos.

Los resultados obtenidos corresponden a la evaluación de 180 radiografías, distribuidas, para cada uno de los grupos experimentales en los días 0, 90, 180 y 360 de experimentación, como se detalla en el cuadro I. En la figura 6 se observa que todos los materiales tuvieron un comportamiento similar, produciendo aumento del espesor dentinario a lo largo de la experimentación.

Cuadro II. Aumento en el espesor dentinario observado radiográficamente en las evaluaciones a los 90, 180 y 360 días con respecto al día 0 en los diferentes grupos experimentales (media ± ESM).

Grupos	Día 90	Días de evaluación			MW-ANOVA
		Día 180	Día 360		
I. HC + OZE	0.23 ± 0.08 NS	N S	0.22 ± 0.14 NS	N S	0.31 ± 0.23 NS
II. Fluoroplat + OZE	0.22 ± 0.12 NS	N S	0.34 ± 0.07 NS	N S	0.36 ± 0.12 NS
III. Fluoroplat + ionómero vítreo	0.27 ± 0.12 NS	N S	0.53 ± 0.12 NS	N S	0.49 ± 0.22 NS
IV. Ionómero vítreo	0.15 ± 0.13 NS	N S	0.29 ± 0.16 NS	N S	0.61 ± 0.17 NS
V. Vitremer	0.09 ± 0.07	N S	0.33 ± 0.11 <i>p</i> = 0.0063	N S	0.40 ± 0.08
MW-ANOVA					<i>p</i> = 0.3914

NS: No hay diferencias estadísticamente significativas

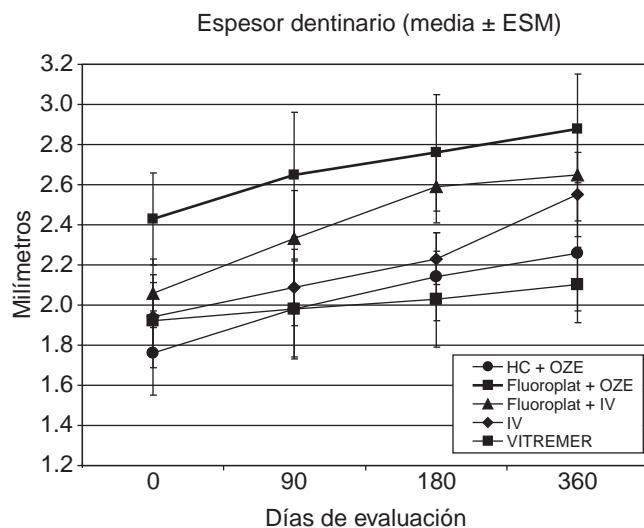


Figura 6. Cambios radiográficos en el espesor dentinario en cada uno de los grupos experimentales.

El cuadro II corresponde al aumento del espesor dentinario, registrado entre la evaluación del día 0 y los días 90, 180 y 360, respectivamente en cada uno de los grupos experimentales. El análisis de los datos, mediante una vía de análisis de varianza, no demostró diferencias significativas entre los grupos y entre las distintas evaluaciones. ANOVA demostró diferencias significativas ($p = 0.063$) a lo largo del tiempo (días 90 y 360).

La figura 7, corresponde a la media calculada con los datos unificados del espesor dentinario, en milímetros, al juntarse todos los materiales (pool data) en cada una de las evaluaciones, demostrándose diferen-

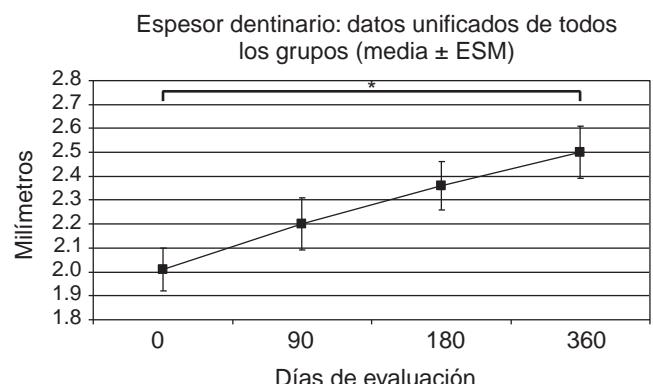


Figura 7. Término medio ± ESM del espesor dentinario radiográfico en milímetros de todos los materiales, en cada uno de los días de evaluación. * = diferencia significativa con día 0 ($p < 0.05$).

cias estadísticamente significativas ($p = 0.0099$) entre el día 0 y 360.

La evaluación de la densidad dentinaria, mediante CADIA demostró una tendencia al aumento de la misma a lo largo del tiempo. El grupo IV demostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.01290$), a los 360 días con respecto al día 0 como se detalla en la figura 8.

Discusión

Numerosos materiales han demostrado tanto clínica como radiográficamente, capacidad terapéutica, al estimular la remineralización del tejido dentinario afectado por caries,^{9,10,14} adquiriendo gran importancia en la práctica odontopediátrica al permitirnos realizar métodos alter-

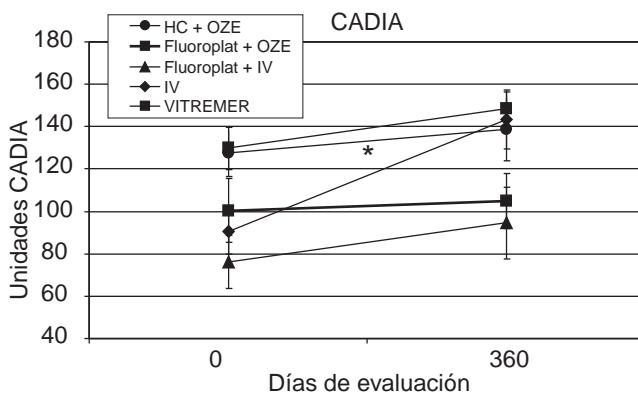


Figura 8. Aumento de la densidad dentinaria observada en las radiografías de control a los 360 días con respecto al día 0 en los diferentes grupos experimentales (media \pm ESM). * = diferencia significativa con día 0 ($p < 0.05$).

nativos para manejar el tejido cariado en dientes primarios, aceptados por los niños.¹⁵⁻¹⁷

La radiografía constituye un método no invasivo de diagnóstico que nos brinda información sobre el estado de los tejidos duros de la cavidad bucal, jugando un importante rol en la detección temprana y evolución de las caries. La aplicación de la tecnología informática a la radiología, mediante técnicas digitales directas o indirectas, nos permiten optimizar la calidad de dichas imágenes en términos de contraste para mejorar la percepción de los cambios que sufren los tejidos a lo largo del tiempo. Estas técnicas, si bien han sido ampliamente utilizadas en periodoncia para evaluar altura ósea,^{18,19} son escasos los trabajos publicados en cariología. Halse y colaboradores,²⁰ utilizando sustracción digital, evaluaron el efecto del fluoruro estanooso en caries oclusales, posteriormente, Minah y colaboradores⁷ en un estudio longitudinal *in vitro*, indujo la producción de caries dentinarias molares permanentes y cuantificó, mediante sustracción digital, los cambios producidos en el tejido dentinario.

La utilización de técnicas radiográficas, en estudios longitudinales, requieren de gran precisión y alta reproducibilidad durante el proceso de la toma radiográfica, tarea que muchas veces se ve dificultada en el niño, por la conducta como por la incomodidad que produce la película en los tejidos óseos pediátricos. A fin de obtener radiografías estandarizadas de la pieza seleccionada fue necesario realizar algunas modificaciones al dispositivo XCP, consistentes en la colocación de un pin que coincidía con el vértice del canino primario, que permitía la correcta ubicación de la película en sentido mesiodistal, la colocación de un tope de acrílico en la barra de conexión que mantenía constante la distancia foco-película y la adición de un sistema de abrojos que daba estabili-

dad al aparato de rayos X, durante la toma de la radiografía (*Figuras 1 y 2*).

La remineralización del tejido dentinario, estimulada por distintos materiales produce cambios que se manifiestan, radiográficamente, por un aumento en la densidad del tejido que lleva en los dientes primarios a una disminución en el tamaño de la cámara pulpar. Si bien, en este estudio todos los materiales produjeron una remineralización del tejido dentinario, el ionómero vítreo fue el único que demostró producir cambios estadísticamente significativos, tanto en la cantidad como en calidad del tejido formado.

Conclusiones

1. Las radiografías estandarizadas y digitalizadas de molares primarios tratados con técnica atraumática nos permitió detectar cambios radiográficos a lo largo de los 360 días de experimentación.
2. El hidróxido de calcio, el fluoruro diamino de plata, el ionómero vítreo y el Vitremer®, produjeron cambios, con tendencia al incremento, tanto en la densidad como en espesor en el tejido dentinario en cada uno de los días de experimentación,
2. El ionómero vítreo produjo el mayor espesor, y cambios significativos en la densidad dentinaria, a los 360 días.

Bibliografía

1. Mol A. Image processing tools for dental applications. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 299-318.
2. Ando S, Nishioka T, Shinoda U, Yamano H, Ozawa M. Computerized numerical evaluation of radiographic images. The destruction and reduction of bone tissue in periodontal area. *Journal of Nihon University School of Dentistry* 1969; 11: 41-47.
3. Ando S, Nishioka T, Osawa M, Yamano H, Shinoda K. Computer analysis of radiographic images. *Journal of Nihon University School of Dentistry* 1968; 10: 65-70.
4. Jean A, Soyer A, Epelboin Y, Ouhayoun JP. Digital image ratio: A new radiographic method for quantifying changes in alveolar bone: Part II: Clinical application. *J Periodont Res* 1996; 31: 533-539.
5. Rosa GM, Lucas GV, Lucas ON. Medición de la altura ósea en radiografías digitalizadas. *Rev Asoc Odontol Argent* 2001; 89: 347-353.
6. Hausmann E, Allen K. Reproducibility of bone height measurements made on serial radiographs. *J Periodontol* 1997; 68: 839-841.
7. Minah GE, Vandre RH, Talaksi R. Subtraction radiography of dentinal caries-like lesions induced *in vitro* by cariogenic bacteria. *Pediatric Dentistry* 1998; 20: 345-349.
8. Wenzel A, Halse A. Digital subtraction radiography after stannous fluoride treatment for occlusal diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74: 824-28.

9. Gao W, Smales RJ, Yip HK. Demineralization and remineralization of dentine caries, and the role of glass-ionomer cements. *Int Dent J* 2000; 50(1): 51-6.
10. Gotjamanos T. Pulp response in primary teeth with deep residual caries treated with silver fluoride and glass ionomer cement (atraumatic technique). *Australian Dental J* 1996; 41(5): 328-34.
11. Hihara T, Nishino M, Yasutomi Y, Tominaga T, Mori Y, Arita K. Effect of diamine silver fluoride on arrestment and prevention of caries in primary tooth. *Pediatric Dent* 1994; 31: 93-95.
12. Frenken JE, Phantumvanit P, Pilot T. *Manual atraumatic restorative treatment technique of dental caries*, ed 2, Groningen, The Netherlands: WHO Collaborating Centre for Oral Health Service Research, 1994.
13. Baxes G. *Digital imaging processing, principles and applications*. 1º Ed. New York, Edit John Wiley 1994: 25, 37-67, 83-84, 267-304.
14. Chu CH, Lo EC, Lin HC. Effectiveness of silver diamino fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 2002; 81: 767-70.
15. Ranly DM, Garcia GF. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dentistry* 2000; 28: 153-161.
16. Murray PE, Smyth TW, Hafez AA, Cox CF. Analysis of pulpal reactions to restorative procedures, materials, pulp camping and future therapies. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002; 13: 509-520.
17. Foley J, Evans D, Blackwell A. Partial caries removal and cariostatic materials in carious primary molar teeth: a randomized controlled clinical trial. *Br Dent J* 2004; 197: 697-701.
18. Hausmann E, Allen K, Carpi L et al. Computerized methodology for detection of alveolar crestal bone loss from serial intraoral radiographs. *J Periodontol* 1992; 63: 657-62.
19. Brägger U. Digital imaging in periodontal radiography: A review. *J Clin Periodontol* 1988; 15: 551-57.
20. Halse A, White SC, Espelid I, Tveit AB. Visualization of stannous fluoride treatment of carious lesion by subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69: 378-81.

Reimpresos:

Dra. Gabriela Quintero Lucas Ph.D.
Av. Libertador San Martín 3355
3503, Barranqueras Chaco
Argentina
Teléfono: 00 54 3722 410172
Este documento puede ser visto en:
www.medigraphic.com/adm