

# Eliminación de caries asistida por fresas de polímero. Evaluación con fluorescencia laser y colorantes detectores. Reporte clínico preliminar.

Assisted caries removal using a polymer bur. A laser fluorescence and caries detector dye assessment. Preliminary clinical report.

## Autor

---

### Dr. Gustavo Parodi Estellano.

*Profesor de Clínica de Cariología, Facultad de Odontología de la*

*Universidad Católica del Uruguay, UCU*

*Ex Profesor Adjunto, Clínica de Operatoria Dental II, Facultad de Odontología de la Universidad de la República, UDELAR*

---

Entregado para revisión: 3 de mayo de 2014

Aceptado para publicación: 23 de junio de 2014

## Resumen

Recientemente se ha propuesto una nueva clase de fresas de polímero para la remoción asistida de la lesión de caries dentinaria. Serían una alternativa a los métodos convencionales y permitirían una remoción auto-limitante y menos invasiva de los tejidos, removiendo solo la "zona infectada" de la lesión (zona externa, reblandecida, infectada, no remineralizable), conservando y ahorrando tejidos. De este modo se conservaría la "zona afectada", (capa interna, con una degradación limitada del colágeno, ligeramente infectada y remineralizable). En este informe se revisan intentos previos realizados con fresas de polímero, las llamadas SmartPrep y SmartBurs (SS White, USA) y se realiza una prueba clínica de las nuevas fresas (PolyBur, Komet Brasseler, Germany), como la primera parte de un estudio comparativo de la eliminación asistida con fresas de polímero evaluadas por fluorescencia laser y detectores de caries.

**Palabras claves:** Fresas de polímero, fresas auto-limitantes, caries dentinaria, colorantes detectores, fluorescencia laser.

## Abstract

Recently, a new class of polymer burs have been proposed for assisted dentin caries removal, as a possible alternative to conventional methods. Allegedly, they allow a "self-limiting," less invasive excavation, selectively removing only the "infected zone" (outer layer, softened, infected, nonremineralizable dentin) and thus conserving tooth substance. In this way, the "affected zone" (inner layer, limited collagen degradation, lightly infected, capable of remineralization) is preserved.

In this paper we review previous attempts on self-limiting polymer burs, the so-called SmartPrep and SmartBurs (SS White, USA), and perform a clinical test of the new burs (PolyBurs, Komet, Brasseler, Germany) as the first part of a laser fluorescence and caries detector dye assessment.

**Key-words:** Polymer burs, self-limiting burs, dentin caries, detector dyes, laser fluorescence.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los paradigmas actuales en Odontología Restauradora se refiere a la Operatoria Dental Mínimamente Invasiva, basada en criterios de diagnóstico preciso, mínima intervención-máxima conservación, remineralización y control de la progresión de la enfermedad caries. Dentro de este marco resulta indispensable la eliminación de los tejidos infectados e irreversiblemente dañados, con la finalidad de permitir una efectiva restauración del diente y prevenir la progresión de la enfermedad. Sin embargo, la frontera entre la dentina irrecuperable que requiere eliminación, y la más profunda, afectada pero recuperable, no es siempre obvia y evidente. Esa subjetividad en el momento de la decisión de qué tejidos eliminar puede resultar en significativas diferencias clínicas que determinen, en principio la cantidad y calidad de la dentina removida, y en el futuro, el destino final de la restauración.

La lesión de caries de dentina puede ser dividida en las siguientes zonas:

- 1.- Dentina infectada
- 2.- Dentina afectada
- 3.- Dentina esclerótica
- 4.- Dentina sana
- 5.- Dentina terciaria o de compensación

El diagnóstico de las zonas de la dentina cariada puede fundamentarse en métodos convencionales (denominados genéricamente “criterios ópticos y táctiles”) o en lo que nosotros hemos denominado “*eliminación asistida*”.

La *eliminación asistida* se basa en el hecho de que las decisiones tomadas en los criterios ópticos y táctiles son subjetivas y distintas investigaciones y estudios clínicos han demostrado que no son totalmente fiables. En ese sentido los errores de diagnóstico oscilan entre 54%, (Kidd et al, 1989), 72%, (Anderson & Charbeneau, 1985) y hasta 78.4% (Cadalfach et al, 2001). Es de hacer notar que el estudio de 1985 encontró 82% de error de diagnóstico en el límite amelo-dentinario, lo que llevó a que los autores concluyeran que: “... aparentemente los dentistas serían incapaces de detectar dentina cariada por discriminación táctil o pruebas visuales basadas en la coloración natural...” (Anderson & Charbeneau, 1985).

Es por eso que la clínica y la investigación han ideado distintas maneras de identificar los tejidos, discriminando entre las distintas capas con la finalidad

de eliminar aquellas zonas de la lesión que se consideran irreversiblemente dañadas.

## COLORANTES

A efectos de añadir precisión al diagnóstico, especialmente en operadores con escasa experiencia, se han desarrollado diferentes colorantes detectores de caries que han sido preconizados durante muchos años como alternativas confiables al mero uso del espejo y la sonda. El uso de estos elementos puede rastrearse hasta la década del 40, con la utilización de la solución de Lugol, cuyo inconveniente más notorio era el color amarillento similar a la dentina con que teñía. Turell en 1963 propuso la fucsina en solución hidroalcohólica y Fusayama en 1972 la fucsina en propilenglicol como colorantes detectores capaces de teñir los tejidos irreversiblemente dañados. Fusayama y su grupo cambiaron más tarde la fucsina por rojo ácido (Fusayama et al, 1979), porque algunos estudios atribuían capacidad cancerígena a la fucsina en grandes dosis (Bonser et al, 1956). Es de hacer notar que llevada a escala humana, la dosis supuestamente carcinogénica sería de más de 2 Kg de fucsina para una persona que pesara 65 Kg. Para tener utilidad clínica un colorante detector de caries debe teñir selectivamente la dentina infectada y así servir de guía para su eliminación. El fundamento teórico de los colorantes es su capacidad de diferenciar entre las capas infectada y afectada de la dentina cariada, términos que no son para nada novedosos, (Davis, 1917).

Se ha sugerido un mecanismo bioquímico para explicar la tinción de la dentina cariada, mecanismo que se basa en la desmineralización del colágeno. Según Kuboki et al (1977), el colágeno de la zona más coloreada (dentina infectada) tendría los enlaces cruzados completamente destruidos, lo que permitiría al colorante penetrar más eficiente y profundamente, mientras que la zona de la dentina afectada (rosa pálido) tendría los enlaces cruzados solamente virados a los precursores, lo que permitiría su remineralización. Estudios más actuales son consistentes con la idea de que los enlaces cruzados alterados del colágeno contribuyen a la tinción y a las propiedades mecánicas disminuidas de la dentina cariada (Pugach et al, 2007, 2009).

Algunos estudios muestran correspondencia entre carga bacteriana y tinción (Kuboki et al, 1983), pero permanecen dudas al respecto (Kidd et al, 1993; Zacharia & Munshi, 1995). Por consiguiente, los colorantes podrían simplemente revelar zonas de porosidad incrementada, como ocurre por ejemplo en la

cercanía de la pulpa dentaria (Parodi, 2007). Por estas razones, aún es necesaria una mayor comprensión de su mecanismo de acción.

A lo largo de los años la industria odontológica ha ido proporcionando nuevos colorantes, en la búsqueda constante de inocuidad y contraste. Es así que al color rojo original de la fucsina y el rojo ácido, se han agregado tintes verdes, negros y azules. Del mismo modo y frente a la posibilidad de que el propilenglicol, debido a su bajo peso molecular (PM. 76), pueda producir sobre-tinciones en zonas de dentina menos calcificada (Parodi, 2007), se han desarrollado colorantes con vehículos de mayor peso molecular como el polipropilenglicol (PM. 300), lo que lo haría más específico (Oikawa et al, 2004; Hosoya et al, 2007, 2008).

### FLUORESCENCIA LASER

Con la finalidad de mejorar la detección de la lesión de caries, se han desarrollado algunas técnicas auxiliares como las que miden la conductividad eléctrica (ECM) y la fluorescencia laser (LF). Específicamente este procedimiento objetivo y no destructivo se basa en el hecho de que al ser iluminadas con una longitud de onda de 655 nm (Hibst & Gall, 1998), las superficies cariadas emiten mayor fluorescencia que las sanas.

La cantidad de fluorescencia depende de la cantidad de productos metabólicos presentes en la lesión cariada, más específicamente de las protoporfirinas presentes. Éstas representan pasos intermedios en la síntesis de Hemo, son también producidas por múltiples bacterias presentes en la cavidad oral y en los tejidos cariados y emiten fluorescencia en la región roja del espectro. La duración de la fluorescencia y las características espectrales son típicas de las porfirinas libres de metal (Konig et al, 1999), especialmente de la protoporfirina IX. Se ha determinado que la cantidad mínima detectable de estos elementos es aproximadamente 1pmol (Hibst et al, 2001). Con la base en estos hallazgos la firma KaVo desarrolló un instrumento (DIAGNOdent), capaz de emitir luz laser roja (655 nm, modulada, 1 mW) que es transmitida al diente por una fibra óptica y luego captada nuevamente por un foto diodo. Luego de filtrada y procesada, la señal activa un display digital que muestra cuantitativamente y por sonido, la

intensidad de la fluorescencia captada.

A pesar de que la indicación original del DIAGNOdent era para el diagnóstico, ya desde su introducción en el mercado se comenzó a investigar en su utilidad para la eliminación de caries asistida (Lussi, 2000; Lennon et al, 2002, 2003).

Se ha establecido que los datos del DIAGNOdent se corresponden muy bien con el porcentaje de bacterias halladas en la lesión cariada por PCR (polymerase chain reaction). Para valores de corte inferiores a 15.6 no se encontraron bacterias en las muestras (Iwami et al, 2004), lo que pone en evidencia de la seguridad de su utilización.

### FRESAS AUTOLIMITANTES DE POLÍMERO

Hace una década se propuso un novedoso concepto de autolimitación (Boston 2003), seguido por la aparición en el mercado de fresas de polímero (SmartPrep, SS White Burs Inc., Lakewood, NJ, USA) (Figs. 1 y 2). Están construidas de un poliéter-ketona-ketona (PEKK) y poseen una particular dureza y resistencia (dureza Knopp promedio 23.9) que les permitiría remover solamente la dentina infectada, dejando intacta la capa afectada (dureza Knoop promedio: 24.8). El valor promedio de la dentina sana es cercano a 70 (Esquema 1). Trabajando a bajas velocidades, (500-800 rpm), la fresa se embota rápidamente al encontrar los tejidos más calcificados de la capa afectada o de la dentina sana (Figs. 3 y 4). Un estudio (Peters et al, 2005) midió la dureza de la fresa de polímero, de la dentina afectada y de la dentina sana, siendo los valores promedio respectivos de 23.9, 24.8 y 70 KH. Concluyeron que el uso de estos instrumentos resultaría en una remoción ultraconservadora del tejido cariado, lo que dejaría una dentina blanda pero consistente. Sugirieron el desarrollo de una fresa con un material de una dureza KHN en el rango de 40-50. La misma sugerencia fue hecha por Silva y colaboradores (Silva et al, 2006), quienes a un nivel ultraestructural, (TEM), encontraron dentina infectada no removida por las fresas de polímero. Otro estudio (Schilke et al, 2005), concluyó que las fresas de polímero dejan una dentina más blanda, (promedio: 17.4 KH) que las fresas de tung-

**La eliminación asistida de caries dentinaria se basa en el hecho de que las decisiones tomadas en los criterios ópticos y táctiles son subjetivas, y distintas investigaciones y estudios clínicos han demostrado que no son totalmente fiables.**

La cantidad de fluorescencia depende de la cantidad de productos metabólicos presentes en la lesión cariada, más específicamente de las protoporfirinas presentes. Éstas representan pasos intermedios en la síntesis de Hemo, son también producidas por múltiples bacterias presentes en la cavidad oral y en los tejidos cariados y emiten fluorescencia en la región roja del espectro. La duración de la fluorescencia y las características espectrales son típicas de las porfirinas libres de metal (Konig et al, 1999), especialmente de la protoporfirina IX. Se ha determinado que la cantidad mínima detectable de estos elementos es aproximadamente 1pmol (Hibst et al, 2001). Con la base en estos hallazgos la firma KaVo desarrolló un instrumento (DIAGNOdent), capaz de emitir luz laser roja (655 nm, modulada, 1 mW) que es transmitida al diente por una fibra óptica y luego captada nuevamente por un foto diodo. Luego de filtrada y procesada, la señal activa un display digital que muestra cuantitativamente y por sonido, la

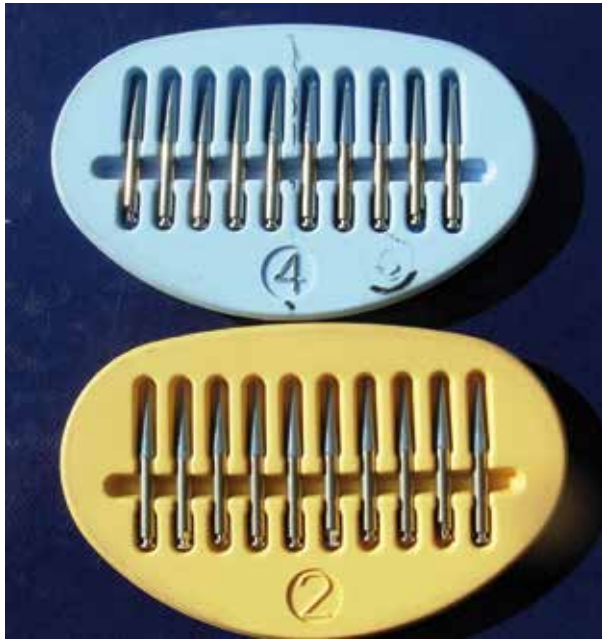


Fig. 1. Presentación de las fresas SmartPrep.



Fig. 2. Dos tamaños de fresas SmartPrep.



Fig. 3. Fresas SmartPrep ya utilizadas.



Fig. 4. Acusado desgaste de una fresa SmartPrep embotada

teno (promedio: 24 KH) lo que representaría una remoción menos “invasiva”. Esto está de acuerdo con un trabajo anterior de Banerjee y colaboradores (Banerjee et al, 2003) quienes concluyeron que las fresas de tungsteno producen rutinariamente sobreextensiones hacia la dentina afectada.

Schilke y colaboradores (2005b), usaron el examen con laser confocal y autofluorescencia para comparar las áreas de la lesión luego de la eliminación con fresas de polímero y de tungsteno, hallando que más dentina autofluorescente quedaba luego de la eliminación con las fresas de polímero. La dentina no infectada no produce autofluorescencia. Por el contrario existe una correlación entre la zona de autofluorescencia y la dentina que ha sido ablandada por el proceso carioso (Banerjee et al, 1999). Esto podría deberse a que la desmineralización que se produce durante el proceso carioso dejaría expuesta más matriz dentinaria a la interacción bacteria-matriz generando la señal de autofluorescencia detectada, (Banerjee et al, 2004).

Lopes y colaboradores (2005) observaron la ultra-morfología de la dentina remanente por FESEM (Field Emission Scanning Electron Microscopy), y concluyeron que el sustrato dejado por la fresa de polímero podría ser más susceptible a degradación porque a pesar de quedar aparentemente libre de caries, quedarían fibras colágenas sin su envoltura de hidroxapatita, sugiriendo la presencia de áreas de desmineralización.

En otro estudio, (Dammaschke et al, 2006), utili-

zando la coloración de Mallory-Azan, se comprobó que solo un 25.6% de los ejemplares con lesiones de caries eliminada por el sistema autolimitante, estaba histológicamente libre de caries. Esto está de acuerdo con el trabajo de Silva y colaboradores, (Silva et al, 2006), quienes observaron túbulos dentinarios colapsados con fibras colágenas desnaturalizadas y fuerte presencia bacteriana.

Un estudio relacionó eliminación asistida por fresas de polímero, fluorescencia laser y colorantes dentinarios. Oikawa et al, en 2005, concluyeron que la eliminación de caries con fresas de polímero (SmartPrep) no sería efectiva, porque luego de efectuada, la dentina permanece con valores bajos de dureza ( $24.1 \pm 4.3$  MVH) y lecturas altas de Diagnodent, además de teñirse con un colorante a base de polipropilenglicol y rojo ácido (Caries Check). Luego de eliminada la dentina teñida por el colorante, los valores que arroja el Diagnodent descienden y los valores de dureza (Vickers) aumentan ( $35.6 \pm 10.9$  VH).

El mismo autor, en 2006, comparó el grado de invasión bacteriana en dentina saneada con fresas de polímero (SmartPrep) con dentina saneada por medio del mismo colorante de alto peso molecular (Caries Check) y fresas convencionales de tungsteno. Los resultados arrojaron la presencia de bacterias en los túbulos de los especímenes donde se utilizaron fresas de polímero, no así en los que se realizó la eliminación asistida por colorante.

Evaluadas clínicamente en la eliminación de caries asistida, las fresas SmartPrep dejaron zonas de dentina pasibles de ser teñidas por un colorante detector (Figs. 5-8).

Evaluadas por Microscopía Electrónica de Barrido, las fresas SmartPrep dejaron evidencia de barro dentinario y restos de polímero en la superficie de la dentina (Figs. 9 y 10) (MEB Parodi 2007).

Posteriormente apareció en el mercado una versión mejorada (SmartBurs, SS White Burs) (Fig. 11) con una dureza superior (26.6 KH). Evaluadas con autofluorescencia en dientes primarios se obtuvo una coincidencia de valores, pero también se hallaron cantidades significativas de caries residual (Celiberti et al, 2006), especialmente en lesiones detenidas. Esto se debe a que la dureza promedio de estas lesiones es de 39.2 KH (Esquema 1). Reis et al en 2008 compararon ambas versiones comprobando una mayor efectividad en la nueva fresa de dureza incrementada, aunque se observaron zonas infectadas.



Fig. 5. Lesión de caries teñida con rojo ácido en propilenglicol.



Fig. 6. Barro dentinario y restos de polímero la superficie dentinaria.



Fig. 7. Finalización del procedimiento por embotamiento de la fresa.

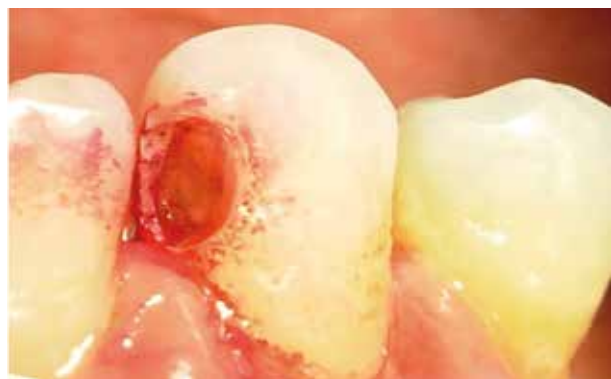


Fig. 8. Permanencia de zonas teñidas por el colorante detector.



Esquema 1

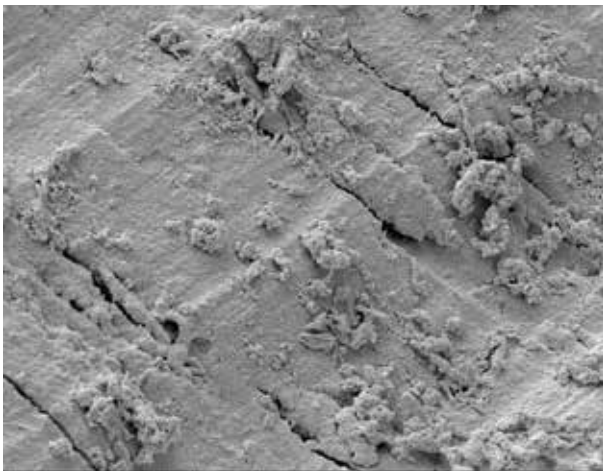


Fig. 9. Barro dentinario y restos de polímero la superficie dentinaria.

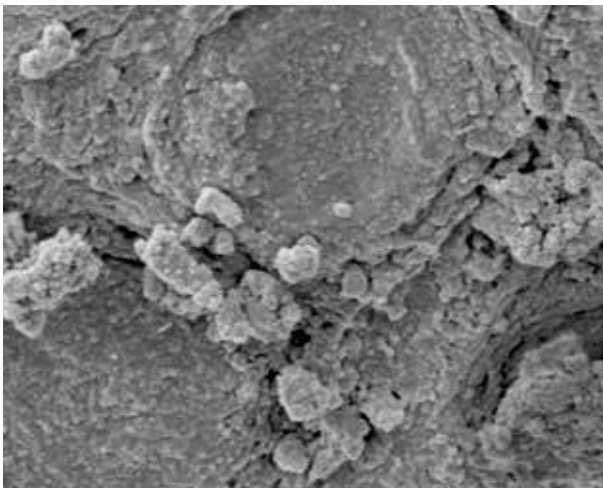


Fig. 10. Restos de polímero sobre túbulos dentinarios esclerosados (20000x) (MEB Parodi, 2007).

### LAS FRESAS DE POLÍMERO HOY

Recientemente ha aparecido en el mercado una nueva generación de fresas de polímero que aparentemente recoge las sugerencias dadas por la investigación en años anteriores. Se denominan PolyBur (Komet, Brasseler, Germany) y el fabricante las indica para remover tejido cariado en la vecindad de la pulpa (Figs. 12 y 13). Su dureza es de 40 KH (esquema 1), y también es auto limitante. Al eliminar tejidos cercanos a la pulpa dentaria podría ahorrarse 0.72 mm de espesor de dentina en esa zona comparado con las fresas de tungsteno, lo que sería de relevancia clínica (Kunzelmann & Wellisch, 2011).

### EVALUACIÓN CLÍNICA DE LAS FRESAS POLYBUR

Como paso previo a la segunda parte de este trabajo, evaluación de estas fresas por autofluorescencia, se realizó una prueba clínica de las mismas.

### OBJETIVOS

- Comparar en forma subjetiva el desempeño de estas fresas de polímero con una versión anterior de las mismas (*SmartPrep*).
- Realizar el saneamiento asistido de lesiones de caries dentinaria por medio de las fresas PolyBur, controlando los resultados obtenidos con un colorante a base de rojo ácido en propilenglicol (Redamin, Tedequim SRL.)



Fig. 11. Caja de fresas SmartBurs. Instrumentos para la "eliminación conservadora de caries".



Fig. 12. Caja de fresas PolyBur.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento de eliminación de caries asistida se realizó sobre cavidades de clase I en molares. Como primer paso, y tal como es indicado por el fabricante para evitar dañar la fresa, el esmalte socavado fue eliminado por medio de una fresa de diamante en turbina de alta velocidad y refrigeración por agua (Fig. 17).

A continuación se procedió a la eliminación de la dentina infectada por medio de las fresas de polímero en contra-ángulo de baja velocidad (500-800 rpm) con movimientos suaves del centro a la periferia, con la misma intención de evitar contactos iniciales innecesarios con esmalte o dentina sana que desgasten prematuramente el instrumento. Se eliminó la dentina más superficial y blanda para luego remover capa tras capa a través de la lesión. Luego se trabajó el piso cavitario. El procedimiento se realizó hasta que la fresa fue incapaz de remover más dentina. Se evaluó en forma subjetiva el saneamiento realizado por medio de criterios ópticos y táctiles (dureza y color).

A continuación la dentina remanente se sometió a un test colorimétrico con rojo ácido al 1% en propilenglicol (Redamin, Tedequim SRL.) siguiendo el siguiente protocolo:

- a.- aislamiento relativo, lavado y secado de la lesión.
- b.- colocación del colorante en la lesión con torunda de algodón por 10 segundos.
- c.- lavado de la dentina de la lesión con agua de la jeringa triple por 10 segundos
- d.- secado y observación

A grandes rasgos, la utilización de fresas autolimitantes de polímero se basa en que su dureza es mayor que la dentina afectada pero menor que la afectada, por lo que respetarían la integridad de esta zona.



Fig. 13. Dos tamaños de fresas PolyBur.



Fig. 14. Desgaste de la parte activa de una fresa PolyBur.



**Fig. 15.** Fresas PolyBur con distinto grado de uso (se aprecia una que se ha partido)



**Fig. 16.** Desgaste del vástago de una fresa PolyBur por roce contra paredes de esmalte.

## RESULTADOS

Utilizadas sobre dentina cariada y comparada con las fresas SmartPrep, inmediatamente se detecta una resistencia superior al desgaste y al embotamiento (Fig. 14 y 15), aunque se deterioran rápidamente en contacto con filos de esmalte residual dejados por una técnica incorrecta (Fig. 16).

Usando criterios ópticos y táctiles y a pesar de su ya comentada subjetividad, se advierte que el sustrato dentinario resultante de su utilización presenta características de dureza y color que mejoran notoriamente los obtenidos a partir del uso de las SmartPrep (Fig. 8).

Al realizar la comparación cualitativa con el colorante, puede constatar que la dentina residual teñida es más escasa, de color rosa pálido y se sitúa en la periferia de la lesión, es decir cercana al LAD, zona en que su uso es difícil y está contraindicado (Figs.17-23) así como en la zona circumpulpar en una lesión profunda (Fig.24).

## DISCUSIÓN

La teoría de utilización de las fresas de polímero se basa en que, al ser su dureza superior a la de la dentina infectada pero inferior a la de la afectada, podrían ser usadas para la eliminación de una capa respetando la otra. De este modo se cumplirían preceptos fundamentales de máxima conservación del remanente.

Las dos versiones anteriores de estas fresas han merecido distintas objeciones por parte de los investigadores, aparentemente porque no reunían los requisitos de dureza necesarios (23.9/26.6 KH). Se-



**Fig. 17.** Eliminación de bordes de esmalte en un 3.6.



**Fig. 18.** Eliminación inicial y tinción.



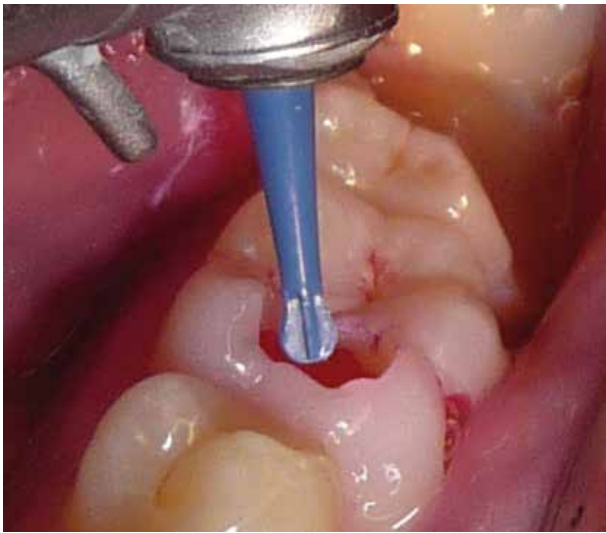


Fig.19. Eliminación de caries asistida con fresa de polímero polybur.



Fig.20. Aspecto de la lesión luego de embotarse la fresa de polímero.



Fig.21. Colocación del colorante.



Fig.22. Eliminación inicial y tinción.



Fig.23. Aspecto de la lesión remanente tratada con rojo ácido. Se observan zonas ligeramente teñidas, especialmente en la zona del lado.



Fig. 24. Otro caso donde se puede observar tinción de la zona circumpulpar y límite amelo-dentinario.

Sin embargo se plantean dudas en cuanto a que su dureza establecida (40 KH), sin llegar a lesionar dentina sana, (65-70 KH), podría eventualmente eliminar la capa de dentina afectada.

gún el fabricante, la versión actual (PolyBur) tendría una dureza de 40KH. Si tenemos en cuenta los valores propuestos por Peters et al (2005) esta fresa entonces no solamente removería la dentina infectada (dureza promedio 0-20 KH), sino también la afectada (dureza promedio  $\geq 24.8$  KH)

De cualquier manera, la dureza de la dentina no se corresponde necesariamente con el grado de infección, ya que tejidos ligeramente reblandecidos e in-

fectados, pero con el colágeno apenas degradado, pueden remineralizar, por lo que desde un punto de vista biológico, clínico y terapéutico no deben ser eliminados. Por otra parte, aún zonas muy teñidas contienen hasta un 25% de mineral, seguramente en la zona intrafibrilar (Pugach et al, 2007). En consecuencia, la dureza de estas fresas (40 KH) a nuestro entender sería excesiva

#### CONCLUSIONES PRELIMINARES

La utilización en la confección de fresas de materiales más duros que la dentina infectada, pero menos que la afectada representa un concepto atrayente y una idea promisorio en la búsqueda de métodos nuevos de eliminación asistida de lesiones de caries dentinaria. Como conclusión preliminar de la utilización clínica de las fresas PolyBur, y dentro de las limitaciones y subjetividad de esta prueba clínica, puede establecerse que aparentemente mejorarían la performance de las fresas anteriores. Sin embargo se plantean dudas en cuanto a que su dureza establecida (40 KH), sin llegar a lesionar dentina sana, (65-70 KH), podría eventualmente eliminar la capa de dentina afectada.

#### AGRADECIMIENTOS

A la firma VK Import, por el gentil suministro de las fresas de polímero necesarias para este trabajo.

#### REFERENCIAS

- Anderson MH, Charbeneau GT.** (1985) A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. *J Prosthet Dent*;53:643-646
- Banerjee A, Sherrif M, Kidd EA, Watson TF.** (1999) A confocal microscopic study relating the autofluorescence of carious dentine to its microhardness. *Br Dent J*; 187:206-210
- Banerjee A, Kidd EA, Watson TF.** (2003) In vitro validation of carious dentin removed using different excavation criteria. *Am J Dent*; 16:228-230
- Banerjee A, Gilmour A, Kidd E, Watson T.** (2004) Relationship between S. Mutans and the autofluorescence of carious dentin. *Am J Dent* ;17(4):233-6
- Bonser GM, Glayson DB, Jull JW.** (1956) The induction of tumors of the subcutaneous tissues, liver and intestine in the mouse by certain dye stuffs and their intermediates. *British Journal of Cancer*;10:653
- Boston DW.** (2003) New device for selective caries removal. *Quintessence Int.*;34(9):678-85.
- Cadalfach J, Casanellas JM, Cerdá I, Alemany J, Caballero R.** (2001) Estudio sobre la aplicación de un colorante detector de caries en cavidades preparadas. *Revista Europea de Odonto-Estomatología*;13(2):67-72
- Celiberti P, Francescut P, Lussi A.** (2006) Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res.*;40(2):117-23.
- Dammaschke T, Rodemberg TN, Schafer E, Ott KH.** (2006) Efficiency of the polymer bur smartprep compared with conventional tungsten carbide bur in dentin caries excavation. *Oper Dent*;31:256-60
- Davis WC.** (1917) *Essentials of Operative Dentistry.* 2nd rev ed. St.Louis. CV. Mosby Company
- Fusayama T, Terashima S.** (1972) Differentiation of two layers of carious dentin by staining. *J Dent*

Res;51(3):866

- Fusayama T, Takatsu T, Itoh K.** (1979) New composition of caries detector. Japanese Journal of Operative Dentistry; 22:37
- Hibst R, Gall R.** (1998) Development of a diode laser-based fluorescence caries detector. Caries Res;32: 294.
- Hibst R, Paulus R, Lussi A.** (2001) Detection of Occlusal Caries by Laser Fluorescence: Basic and Clinical Investigations. Medical Laser Application;16(3): 205-213
- Hosoya Y, Taguchi T, Tay FR.** (2007) Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. J Dent;35:137-143.
- Hosoya Y, Taguchi T, Arita S, Tay FR.** (2008) Clinical evaluation of polypropylene glycol-based caries detecting dyes for primary and permanent carious dentin. J Dent;36:1041-1047.
- Iwami Y, Shimizu A, Narimatsu M, Hayashi M, Takeshige F, Ebisu S** (2004) Relationship between bacterial infection and evaluation using a laser fluorescence device, DIAGNOdent. Eur J Oral Sci. 2004 Oct;112(5):419-23.
- Kidd EAM, Joyston-Bechal S, Smith MM, Allan R, Howe L, Smith SR.** (1989) The use of a caries detector dye in cavity preparation. Br Dent J;167:132-134
- Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D.** (1993) Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. Caries Res 27: 402-408
- König K, Schneckenburger H, Hibst R.** (1999) Time-gated in vivo autofluorescence imaging of dental caries. Cell Mol Biol.;45(2):233-9.
- Kuboki Y, Ohgushi K, Fusayama T.** (1977) Collagen Biochemistry of the Two Layers of Carious Dentin. J Dent Res; 56:1233-1237
- Kuboki Y, Liu CF, Fusayama T.** (1983) Mechanism of differential staining in carious dentin. J Dent Res;62(6):713-714
- Kunzelmann KH, Wellisch L.** (2011) 2922 Self-limiting Caries Therapy using a new Type of Polymer Bur. The IADR 89th General Session, San Diego, California, USA
- Lennon AM, Buchalla W, Switalski L, Stookey GK.** (2002) Residual caries detection using visible fluorescence. Caries Res;36:315-319
- Lennon AM.** (2003) Fluorescence-aided caries excavation (FACE) compared to conventional method. Oper Dent;28:341- 345.
- Lopes MM, Perdigao J, Gomes G, Perdigao JR.** (2005) Removal of carious dentin-carbide vs. Polymer burs. IADR/AADR/CADR 83rd General Session (March 9-12)
- Lussi A, Francescut P, Achermann F, Reich E, Horz P, Megert B.** (2000) The use of DIAGNOdent during cavity preparation. Caries Res;34:327
- Oikawa M, Kusunoki M, Itoh K, Hisamitsu H.** (2004) The experimental caries detector containing polypropylene glycol. IADR/AADR/CADR 82nd General Session. Abstract
- Oikawa M, Kusunoki M, Itoh K, Kinoshita, Hisamitsu H.** (2005) The Removal of Carious Dentin Using a Polymer Bur. IADR /AADR/CADR - 83rd General Session- Baltimore- USA
- Oikawa M, Kusunoki M, Itoh K, Hisamitsu H.** (2006) 0755 Bacterial Invasion After Removal of Caries Using a Polymer Bur. The IADR 84th General Session , Brisbane- Australia
- Parodi G.** (2007) Especificidad de cinco colorantes detectores de caries. Actas Odontol; 4(1):29-38
- Peters MC, Wagner WC, Klemptner A.** (2005) 2031 SmartPrep Instruments: A Self-Limiting Endpoint for Caries Removal? IADR/ADR/CADR (83rd General Session)
- Pugach MK, Darling CL, Marshall SJ, Fried D, Marshall GW.** (2007) Staining, mineral content and nano-mechanical properties of carious dentin. IADR/AADR/CADR 85th General Session and Exhibition (March 21-24)
- Pugach MK, Strother J, Darling CL, Fried D, Gansky SA, Marshall SJ, Marshall GW.** (2009) Dentin caries zones: mineral, structure, and properties. J Dent Res.;88(1):71-6..
- Reis AF, Kasaz AC, Dias RA, Thompson VP, Silva NR.** (2008) 1097 Controlled Caries Removal with a Novel Polymer Bur: TEM observation. The IADR 86th General Session , Toronto

- Schilke R, Kleine R, Bauss O.** (2005) Dentin hardness after caries removal with polymer versus carbide burs. IADR/AADR/CADR 83rd General Session (March 9-12)
- Schilke R, Kleine R, Bauss O.** (2005) Dentin autofluorescence after caries removal with polymer versus carbide burs. IADR/AADR/CADR 83rd General Session (March 9-12)
- Silva NR, Carvalho RM, Pegoraro LF, Tay FR, Thompson VP.** (2006) Evaluation of a self-limiting concept in dentinal caries removal. J Dent Res; 85(3):282-286
- Turell JC.** (1963) El diagnóstico clínico de la dentina cariada. Método de la fucsina básica. Odontología Uruguay;13(71):8-11
- Zacharia MA, Munshi AK.** (1995) Microbiological assessment of dentin stained with a caries detector dye. J Clin Pediatr Dent 19:111-115

*Dr. Gustavo Parodi Estellano*  
gustavoparodi@hotmail.com