

ODONTOLOGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA: UNA ALTERNATIVA PARA EL  
TRATAMIENTO DE LA CARIES DENTAL  
MINIMAL INTERVENTION DENTISTRY: ALTERNATIVE TREATMENT OF DENTAL  
CARIES

---

Rojas de León A<sup>[a]</sup>, Rivera Gonzaga JA<sup>[a]</sup>, Zamarripa Calderón  
JE<sup>[b]</sup>, Cuevas Suárez CE<sup>[b]</sup>, Balderas Delgadillo C<sup>[b]</sup>, Álvarez  
Gayosso <sup>[c]</sup>

---

RESUMEN

La diferenciación histológica de las zonas de la caries dentinal descrita por Fusayama en 1945 ha dado lugar al desarrollo de nuevas tecnologías para su tratamiento, basándose en un enfoque más conservador y preventivo, y teniendo como objetivo alargar el tiempo funcional del órgano dental dentro de la cavidad oral en condiciones óptimas. La Odontología Mínimamente Invasiva es una corriente que propone técnicas alternativas al tratamiento convencional de la caries y que implican la eliminación selectiva de dentina infectada por bacterias, preservando dentina afectada sin microorganismos y con capacidad remineralizable; entre estas técnicas encontramos la remoción químico-mecánica. El éxito en la aplicación de este método radica en la manipulación correcta de la técnica y se encuentra estrechamente relacionado con la elección del material que formara la interfase diente-adhesivo-restauración; aquellos que apuestan por una odontología ultraconservadora han realizado gran cantidad de estudios para sustentar resultados clínicos favorables.

**Palabras clave:** Odontología mínimamente invasiva, remoción químico-mecánica, dentina afectada por caries.

ABSTRACT

The histological differentiation of the areas of dental caries described by Fusayama in 1945 has led to the development of new technologies for caries treatment, based on a more conservative and preventive approach, and pursuing as objective to extend the functional time of the dental organ within the oral cavity under optimum conditions. Minimally Invasive Dentistry is a current that proposes alternative techniques to the conventional treatment of caries and that involve the selective elimination of infected dentin by bacteria, preserving affected dentin without microorganisms and with remineralizable capacity, among these techniques find the chemical-mechanical removal. Success in the application of this method lies in the correct manipulation of the technique and is closely related to the choice of the material that forms the tooth-adhesive-restoration interface, an effort to which a great number of studies have dedicated those who bet by ultraconservative dentistry.

**Keywords:** Minimally Intervention Dentistry, chemomechanical caries removal, caries-affected dentin.

La caries dental es un proceso patológico, localizado, de origen externo y multifactorial con elevadas tasas de incidencia y prevalencia alrededor del mundo, lo cual la constituye como problema de Salud Pública Bucal<sup>1,2,3</sup>. La comprensión del proceso carioso resulta fundamental para el desarrollo e impacto de las nuevas biotecnologías y biomateriales con el fin de reducir la incidencia de caries. En la última década se han reportado reducciones significativas en la prevalencia, resultados que reflejan la efectividad de una odontología más preventiva que curativa. Sin embargo, continúa siendo una realidad prevalente, lo cual ha permitido el surgimiento de nuevas tecnologías para su tratamiento oportuno y limitación del daño<sup>4</sup>.

## CARIES DENTINARIA

Cuando inicialmente ocurre la caries, los ácidos producidos por las bacterias de la placa, debido a la fermentación de los carbohidratos, provocan la solubilización del componente mineral del esmalte. Cuando ésta progresa, los túbulos dentinarios proporcionan un acceso para los ácidos y la invasión posterior de bacterias, lo cual se traduce en una disminución del pH y un fuerte ataque ácido con la consecuente desmineralización. Cuando la matriz orgánica ha sido desmineralizada, el colágeno y otros componentes son susceptibles a la degradación enzimática, principalmente por proteasas bacterianas y otras hidrolasas<sup>5,6</sup>.

En la caries dentinaria se reconocen dos zonas sucesivas y diferenciables por sus características clínicas, microscópicas y estructura química, descritas en 1975 por Fusayama: dentina afectada y dentina infectada<sup>8</sup>. La dentina afectada es definida como la capa interna del tejido cariado que contiene fibras de colágena, la cual conserva su conformación de triple hélice y entrecruzamientos intermoleculares. Histológicamente es muy similar a la dentina sana, con dentina peritubular densa menos desmineralizada, en la cual las fibras de colágena se aprecian intactas, no existe invasión bacteriana y es más resistente al ataque proteolítico y progresión de la lesión cariosa<sup>3,5,7-9</sup>. Al examinarse mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM), la matriz de colágena muestra bandas cruzadas, con diferentes grados de desmineralización por lo que es fisiológicamente remineralizable<sup>10,11</sup>.

La capa exterior, conocida como dentina infectada, tiene una consistencia suave, húmeda, alta concentración de bacterias y no cuenta con capacidad remineralizable debido a la degradación irreversible de las fibras de colágena; se encuentra desmineralizada en gran parte y clínicamente está indicada su eliminación debido a las limitadas alternativas de reparación y regeneración<sup>10,11</sup>.

Después de la eliminación de la caries, el sustrato clínico de adhesión, dependiendo de la técnica utilizada, probablemente será una combinación de dentina sana en la periferia y de dentina afectada por caries en el centro de la lesión. La distribución mineral en la dentina afectada por caries es variable y la profundidad de la lesión puede extenderse varios micrómetros por debajo de la superficie excavada<sup>11</sup>.

Se ha demostrado, bioquímicamente, una disminución del contenido de hidroxiprolina y glicina en el colágeno, indicativos de la biodegradación del mismo. Sin embargo, no existen diferencias significativas en la composición de aminoácidos entre las capas de dentina afectada y dentina sana. La dureza y el módulo de elasticidad de la dentina infectada, propiedades relacionadas con el contenido mineral de la dentina, se encuentran disminuidas, por lo tanto, la es menos rígida y su contenido de agua es mayor que la dentina sana<sup>12</sup>.

## TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE CARIES

La excavación del tejido dental cariado juega un papel importante en los enfoques de la odontología restaurativa. Los objetivos principales de este proceso son la eliminación de tejido infectado para controlar la progresión de la lesión y la eliminación de dentina necrótica reblandecida para permitir el soporte adecuado para la restauración<sup>13</sup>. Convencionalmente, la eliminación de la caries se lleva a cabo hasta la verificación visual y táctil de dentina dura. Sin embargo, existen criterios más selectivos en el manejo actual de la caries; la elección de la técnica de debe estar guiada por los requerimientos clínicos del paciente y resultados evidenciados científicamente<sup>14</sup>.

Las técnicas tradicionales de eliminación de caries incluyen generalmente el uso de pieza de mano de alta y baja velocidad e instrumentos cortantes manuales<sup>15</sup>. El avance de los sistemas de diagnóstico ha logrado un conocimiento más preciso del proceso de caries, materiales mejorados, instrumentos de corte y técnicas de remoción novedosas con un mínimo enfoque invasivo<sup>13, 16,17</sup>. Un criterio mínimamente invasivo en el tratamiento de la caries hace hincapié en la conservación de la estructura dental sana y puede minimizar el ciclo de reposición de la restauración inicial<sup>18</sup>.

## ODONTOLOGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA

El término *Odontología Mínimamente Invasiva* (MID, por sus siglas en inglés) se puede definir como el manejo de la caries con un enfoque biológico en vez de quirúrgico, el cual se encuentra más relacionado con la Odontología tradicional.

El triángulo dorado de la MID está constituido por:

1. La histología del sustrato dental que va recibir tratamiento.
2. La química y manipulación de los materiales adhesivos utilizados para restaurar la cavidad
3. Las consideraciones de las técnicas operativas disponibles para la eliminación selectiva de la caries.

Esta corriente integra conceptos de prevención, control y tratamiento incluyendo la detección de lesiones tempranas, la identificación de factores de riesgo (evaluación del riesgo) y establecimiento de estrategias de prevención y educación para la salud del paciente. Cuando los efectos de la enfermedad están presentes, en forma de una lesión de caries, se requieren estrategias terapéuticas con soluciones menos invasivas<sup>19</sup>.

En la actualidad la máxima conservación de tejido sano representa la mejor manera de asegurar vida útil de un diente restaurado en la cavidad oral, debido a esta necesidad diversas técnicas alternativas al tratamiento convencional de la caries han sido introducidas en los últimos años, métodos como el aire a la abrasión, ozono, láseres y remoción química, pretenden ganar mayor selectividad por eliminación de dentina infectada por caries y evitar de esta forma la eliminación excesiva de dentina sana.

Las técnicas de preparación de cavidad mínimamente invasivas están destinadas a mantener el esmalte y dentina sanos durante el tratamiento de lesiones de caries y limitar el posible aumento de la temperatura durante la eliminación, que podría provocar daños irreversibles en el tejido pulpar<sup>15</sup>.

De acuerdo con el concepto de Odontología Mínimamente Invasiva, la dentina afectada debe conservarse después de la eliminación del tejido infectado. Por lo tanto, la dentina afectada es un sustrato clínicamente predominante para la restauración de preparaciones cavitarias<sup>20</sup>.

Este nuevo enfoque del tratamiento de la caries cambia el objetivo de la odontología tradicional desde el diagnóstico inicial de lesiones cariosas y un ciclo de repetición de las restauraciones, al diagnóstico del desequilibrio oral y la posibilidad de modificar biológicamente la biopelícula. El objetivo de la MID es detener el progreso de la enfermedad y, a continuación, restaurar la estructura dental perdida y su función, maximizando el potencial de curación del diente<sup>21</sup>.

## REMOCIÓN QUÍMICO-MECÁNICA

La remoción químico-mecánica de caries parte de la corriente de odontología mínimamente invasiva se basa en la acción de un agente químico que reblandece la dentina alterada por la acción del proceso carioso, desnaturalizada e infectada y que se complementa con una remoción mecánica por medio de instrumentos manuales no cortantes<sup>5</sup>. Esta técnica ha demostrado disminuir el riesgo al dolor debido a la eliminación selectiva de la caries. En general un agente químico para la remoción de caries debe ser capaz de causar una mayor degradación de la colágena parcialmente degradada por la acción de las bacterias, esto se logra por la ruptura de las uniones no covalentes de la triple hélice en estructura del colágeno, El fenómeno mencionado genera que la aplicación de agentes químicos como los removedores de caries no actúen sobre el colágeno íntegro si no que disuelven solamente la dentina que se encuentra alterada permitiendo la remoción selectiva de esta<sup>6</sup>.

La técnica de remoción de caries químico-mecánica data de 1970, con estudios realizados por Habib, Goldman y Kronman en Estados Unidos. Sus estudios estuvieron enfocados en conocer el efecto del hipoclorito de sodio sobre la dentina cariada. Sin embargo, resultó ser altamente corrosivo para los tejidos dentales por lo cual se incorporó a la fórmula glicina, cloruro de sodio e hidróxido de sodio, en un intento de minimizar este problema. El producto resultante fue más eficaz en la eliminación de la dentina cariada e implicó la cloración de glicina para formar N-monocloroglicina (NMG) y el reactivo se dio a conocer como GK-1019. En estudios posteriores encontraron que el sistema era más eficaz si se sustituía la glicina por ácido amino butírico, el producto se dio a conocer como GK-101E<sup>6,8</sup>.

En 2003, un proyecto de investigación en Brasil se desarrolló una nueva fórmula para la remoción de caries químico-mecánica, que se comercializó con el nombre de Papacarie, compuesta básicamente por papaína, cloraminas, azul de toluidina, sales y un vehículo espesante, las cuales en conjunto son responsables de las propiedades bactericidas, bacteriostáticas y antiinflamatorias<sup>22</sup>.

La papaína es una enzima proteolítica, extraída del látex de hojas y frutos de la papaya verde adulta (*carica papaya*). Actúa de forma similar a la pepsina humana, como un agente antiinflamatorio, promoviendo el desbridamiento químico, la granulación y la epitelización, lo cual acelera las fases de cicatrización. En 2005 se demostró que la papaína actúa sólo en los tejidos infectados, ya que éstos carecen de una anti-proteasa plasmática llamada a1-anti-tripsina, presente en los tejidos sanos, la cual inhibe la digestión de proteínas. La ausencia de la a1-anti-tripsina en los tejidos infectados, permite a la papaína romper las moléculas de colágeno parcialmente degradadas<sup>9,22</sup>; posee también propiedades bactericidas y bacteriostática inhibiendo el crecimiento de organismos grampositivos y gramnegativas<sup>23</sup>. La cloramina T, es un compuesto de cloro activo que se ha demostrado inactiva las bacterias grampositivas y gramnegativas. El colágeno parcialmente degradado de la dentina cariada al ser clorada por soluciones de eliminación de caries químico-mecánica, afecta la estructura secundaria y/o cuaternaria, mediante la interrupción de la unión de hidrógeno y por lo tanto facilita la eliminación de tejido cariado. El azul de toluidina es un pigmento fotosensible que se fija en la membrana bacteriana<sup>12,24,25</sup>.

El instrumento empleado para la remoción del tejido cariado, después de la aplicación de los geles a base de papaína, debe eliminar el tejido cariado sin promover ningún tipo de estímulo o presión. La principal característica de la eliminación completa del tejido dentinal infectado, es el aspecto vítreo de la cavidad que aparece después de aplicar el gel<sup>22</sup>.

Debido a la ausencia de un diseño mecánico para la retención de la restauración, las cavidades preparadas por medio de esta técnica requieren de ser restauradas por medio de materiales adhesivos<sup>5</sup>; como en toda técnica de eliminación de caries, la elección del material restaurador resulta vital. La restauración por medio de resinas compuestas se ha consolidado como el material de elección para la técnica de remoción de caries químico-mecánica. Sin embargo, se han reportado altas tasas de fracaso, presentando como principal factor relacionado la caries secundaria en los márgenes de la restauración debido a la falta de control en la contracción por polimerización de la resina<sup>7,26</sup>.

Recientemente se han introducido nuevas formulaciones que adicionan algunas otras enzimas, por ejemplo, en México se distribuye desde el 2013 Carie-ozon que contiene papaína y bromelina (enzima extraída del fruto de la piña) y en 2016 se comercializó en Argentina Brix 3000 hecho a base de papaína que a diferencia de su presentación convencional, se encuentra bioencapsulada lo que le confiere mayor estabilidad y aumentando la actividad enzimática.

## ADHESIÓN EN DENTINA DESPUÉS DE LA ELIMINACIÓN QUÍMICO-MECÁNICA DE CARIES

En general, después de la excavación mecánica, la topografía de la superficie dentinal mejora su unión micromecánica con el material restaurador<sup>27</sup>; en contraparte, se ha demostrado que las superficies de la dentina formadas después de la eliminación de la caries son irregulares, con salientes y zonas retentivas. Algunos estudios sugieren que el método bioquímico elimina completamente el smear layer exponiendo los túbulos dentinarios como lo haría el ácido grabador<sup>28</sup>.

Un aspecto importante a considerar es que la eliminación de la caries por medios químicos implica la ruptura de las cadenas polipeptídicas de la colágena. Estos enlaces cruzados dan estabilidad a las fibras de colágena, que se debilitan y por lo tanto son más propensas a ser eliminados cuando se expone al gel. Dado que estas fibras posteriormente son una parte de la zona de interdifusión resina-dentina, podría resultar en una formación de capa híbrida de mala calidad<sup>13</sup>.

En general los valores de resistencia adhesiva en dentina afectada han sido significativamente más bajos en comparación con los encontrados en el sustrato sano, debido a que los túbulos dentinarios se encuentran ocluidos por depósitos minerales. Esta situación es promovida por los ciclos de desmineralización y remineralización que se producen durante el proceso de la caries, formándose cristales de fosfato de calcio más grandes y menos solubles que los de la dentina sana. Aunado a lo anterior, la matriz orgánica de la dentina afectada también es diferente de la del sustrato normal, como resultado de las fibras de colágeno desnaturalizadas<sup>29</sup>.

## CONCLUSIÓN

La odontología moderna de alta calidad debe estar centrada en la prevención y control de la enfermedad, de la mano con los procedimientos restaurativos. La eliminación de dentina infectada por caries está indicada en la mayoría de los casos y la conservación de dentina afectada con características similares a la dentina sana, debe ser uno de los objetivos actuales de la odontología restauradora.

Un punto en el cual tenemos que prestar atención, es lograr una unión periférica adecuada entre el diente y la restauración, aspecto fundamental para prevenir la progresión histopatológica de la caries; este sellado puede lograrse utilizando biomateriales dentales adhesivos que penetren micro o nanomecánicamente en el componente mineral del esmalte y colágena de la dentina. Es necesario contar con una comprensión profunda de la química de los materiales dentales, sus propiedades bacteriostáticas y bactericidas; así también cómo se relacionan con la histología de los tejidos dentales para garantizar el mejor pronóstico de la restauración. La selección de una cualquier técnica, sea tradicional o mínimamente invasiva, para el tratamiento de la caries deberá estar basada en las características clínicas y patológicas del paciente.

## REFERENCIAS

1. Medina C, Maupomé G. Políticas de salud bucal en México: Disminuir las principales enfermedades. Una descripción. *Rev Biomed.* 2006;17(4):269-86.
2. Guerrero V, Godínez A. Epidemiología de caries dental y factores de riesgo asociados a la dentición primaria en preescolares. *Rev ADM.* 2009;LXV(3):10-20.
3. Elkholy N, Abdelaziz K. Chemo-mechanical method: A valuable alternative for caries removal. *J minimal Interv Dent.* 2002;9(3):248-60.
4. Pineda M, Salcedo D. Influencia del uso de Papacarie en el sellado marginal de obturaciones directas. *Odontol Sanmarquina.* 2008;11(2):51-5.
5. Beeley J, Yip H. Conservative dentistry: Chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J.* 2000;188:427-30.
6. López J, Schiaffino A. Proteólisis enzimática del colágeno dentinario. *Rev Odontoestomatol.* 2010;8(14):35-44.
7. Wahby R, ElMasry S. In vitro Study Evaluating the Micro-Tensile Bond Strength of Different Restorative Materials After Treatment by Chemo-Mechanical Agent. *Nat Sci.* 2014;12(5):22-6.
8. Banerjee A. Minimal intervention dentistry: part 7. Minimally invasive operative caries management: rationale and techniques. *Br Dent J.* Nature Publishing Group; 2013 Feb;214(3):107-11.
9. Pereira A, Freitas I. A utilização do gel de papaína na remoção de lesões cariosas dentinárias. *Rev Odontol Univ Cid São Paulo.* 2013;25(1):68-76.
10. Mauro S, Sundfeld R. Fuerza de adhesión del ionómero de vidrio modificado por resina a la dentina: el efecto del tratamiento de superficie dentinal. *Rev Mínima Interv en Odontol.* 2009;2(1):215-24.
11. Dai L, Liu Y. Can Caries-Affected Dentin be Completely Remineralized by Guided Tissue Remineralization? *Dent Hypotheses.* 2011;1(2):74-82.
12. Bedran-Russo A, Karol S. Site specific properties of carious dentin matrices biomodified with collagen cross-linkers. *Am J Dent.* 2013;26(5):244-8.

13. Piva E, Ogliairi F. Papain-based gel for biochemical caries removal: influence on microtensile bond strength to dentin. *Braz Oral Res.* 2008;22(4):364–70.
14. Schwendicke F, Paris S. Effects of using different criteria for caries removal: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(1):1–15.
15. Saraswathi N. A microtensile bond strength evaluation of a single-bottle adhesive to caries-affected dentin in conventional versus minimal invasive caries removal techniques: An in-vitro study. *Indian Jorunal Dent.* 2014;5(3):127–31.
16. Banerjee A. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J.* 2000;188(9):476–82.
17. Ramnarayan B, Manjula M. Evaluation of the Efficiency and Effectiveness of Three Minimally Invasive Methods of Caries Removal: An in vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2014;7(1):11–8.
18. Brennan D, Balasubramanian M. Treatment of caries in relation to lesion severity: Implications for minimum intervention dentistry. *J Dent.* 2014;43:58–65.
19. Featherstone J. Minimal intervention dentistry: part 1. From “compulsive” restorative dentistry to rational therapeutic strategies. *Br Dent J.* 2012;213(9):441–5.
20. Joves G, Nakashima S. Mineral density, morphology and bond strength of natural versus artificial caries-affected dentin. *Dent Mater J.* 2013;32(1):138–43.
21. Vivek R, Sonali S. Fill without Drill - Minimally Invasive Dentistry: A Review and Update. *J Contemp Dent.* 2014;2(2):21–6.
22. Bussadori SK, Castro L. Papain gel: a new chemo-mechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent.* 2005;30:115–9.
23. Dawkins G, Hewitt H. Antibacterial effects of *Carica papaya* fruit on common wound organisms. *West Indian Med J.* 2003;52:290–2.
24. Maragakis G, Hahn P. Chemomechanical caries removal: a comprehensive review of the literature. *Int Dent J.* 2001;51:291–9.
25. Ganesh M, Dhaval P. Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *J Dent Oral Hyg.* 2011;3(3):34–45.
26. Spencer P. Adhesive/Dentin Interface: The Weak Link in the Composite Restoration. *Ann Biomed Eng.* 2010;31(6):1989–2003.
27. Banerjee A, Kidd EA. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *J Dent.* 2000;28(3):179–86.
28. Arvidsson A, Liedberg B. Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv treatment. *J Dent.* 2002;30(2-3):67–75.
29. Ogawa K, Yamashita Y. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res.* 1983;62(1):7–10.