

## Evaluación de la extracción quimio-mecánica de caries (Carisolv™) utilizando la prueba de dureza Vickers "Un estudio *in vitro*"

Qasim AS<sup>1</sup>, Suliman AA<sup>1</sup>

### Resumen

**Se evaluó tanto la dureza Vickers de la dentina a nivel del piso de la cavidad (luego de extracción *in vitro* de la caries con gel Carisolv™), como la microdureza de dentina sana. Se quitó la dentina cariada de 18 molares permanentes extraídos de seres humanos, utilizando Carisolv™ por espacio de un minuto. La remoción de las caries se verificó de acuerdo al color y dureza de la lesión. Se determinó el número de dureza Vickers (DV) del piso de la cavidad y se usó la dentina sana contigua a cada diente como elemento referencial de control. Los resultados mostraron que el gel Carisolv™ no causa un cambio significativo en la microdureza de la dentina sana. Publicado primero en *Int Dent S Afric* 2007; 9: 34-45.**

---

<sup>1</sup> Department of Operative Dentistry, College of Dentistry, University of Mosul, Mosul, Iraq. Currently as a Visiting Professor at Restorative Dentistry Department, Faculty of Dentistry, Ajman University of Science and Technology Network.

### Dirección del primer autor:

**Department of Operative Dentistry,  
College of Dentistry, University of Mosul,  
Mosul, Iraq.**

### Introducción

Se ha mostrado un considerable interés en el desarrollo de métodos alternativos para la preparación y remoción de caries, dadas las desventajas que presenta el uso de instrumentos rotatorios tradicionales que puede resultar en calor, presión, desecación de la dentina, vibración y dolor<sup>1</sup>. Además, para los pacientes con ansiedad dental, la remoción de caries mediante el uso de instrumentos convencionales, es a menudo relacionada con malestar<sup>2</sup>. Lo que es más, el tejido debería preservarse siempre que sea posible; el tratamiento invasivo debería ser mantenido a un mínimo y el tejido natural reemplazado con sustitutos artificiales sólo cuando sea absolutamente inevitable<sup>3</sup>.

Nuestra insistencia tradicional de que el piso de la cavidad debe de estar limpia de manchas y ser dura luego de la preparación de la cavidad, puede destruir material dental innecesariamente y llevar a exposición cariada de la pulpa. Las preguntas que se originan inmediatamente son: cuán 'limpia' debe de estar una cavidad antes de una restauración, cuál es el destino de una dentina ligeramente suave que se deje como resultado, y si ello es una fuente para caries secundaria<sup>4</sup>. Kidd et al.<sup>5</sup> tomaron muestras de dentina cariada durante la preparación de cavidades, y

cultivaron las muestras de manera que pudieran contar el número de bacterias. El número de bacteria recuperado disminuyó significativamente a medida que la caries se secaba y endurecía, y la cavidad se hacía más profunda. No hubo diferencia significativa entre el número de organismos cultivados provenientes del medio en comparación a la dentina dura. El color de la muestra no estuvo asociado con el número de bacteria recuperada. Esto sugiere que, luego de remoción de la dentina suave húmeda, la remoción posterior de dentina dura manchada puede que no contribuya a una mayor reducción de material infectado.

La técnica usada en la remoción de dentina cariada, se ha desarrollado desde GV Black en 1893, quien inicialmente propuso el principio para prevención en el tratamiento operativo de lesiones cariadas. También propuso que la extracción de estructuras dentales sanas y formas anatómicas en puntos que podrían de otra forma incentivar la inactividad de placa (por ejemplo, fisuras oclusales, punto de contacto proximal), ayudarían a minimizar el comienzo y la progresión de caries. Estos principios de preparación de cavidades se basaron en la presentación clínica de las caries y fueron impuestos por el conocimiento del proceso de la enfermedad y los materiales restaurativos disponibles en esos momentos. Sin embargo, en años más recientes, con el advenimiento de materiales restaurativos adhesivos y el subsiguiente desarrollo en los diseños de cavidades mínimas<sup>6,7</sup>, el principio que fuera ampliamente aceptado es ahora considerado un método de remoción de caries muy destructivo<sup>2</sup>. Teorías más recientes respecto a la remoción tradicional de dentina cariada, también comienzan a cuestionar la cantidad de tejido que tiene que ser excavado al extraer dentina desmineralizada para que

una lesión cariada sea tratada con éxito. No es siempre fácil saber cuándo parar la excavación puesto que existe una aparente falta de marcadores clínicos objetivos<sup>8</sup>. Sin embargo, la dureza de la dentina puede ser un marcador útil a este respecto. La dureza de la dentina cariada es significativamente menor que la de la dentina no cariada<sup>9-11</sup>. La extracción de la dentina infectada y manutención de la dentina capaz de remineralización, ha sido uno de los objetivos de la odontología conservadora. La odontología mínimamente invasiva se confía en esta técnica para minimizar la pérdida de la estructura dental<sup>12</sup>. Un método confiable de limitar la remoción de caries a la dentina infectada, será un avance de la odontología mínimamente invasiva<sup>13</sup>. La mejor manera de asegurar una máxima vida del diente natural, es respetando los tejidos sanos y protegiéndolos de daño alguno. Se han presentado varias alternativas a la preparación convencional de cavidades con instrumentos rotatorios y excavación manual. Estos métodos incluyen abrasión por aire, pulido por aire, instrumentos de ultrasonido, sonoabrasión, diferentes tipos de técnicas láser, y preparación quimio-mecánica de la dentina cariada. En interés común con estas técnicas, se encuentra la intención de ganar mayor selectividad en la remoción sólo de tejido cariado, evitando la preparación dolorosa y excesiva de dentina sana<sup>14,15</sup>.

La eliminación quimio-mecánica de dentina cariada ha sido a la fecha el método más promisorio como procedimiento alternativo, particularmente en la odontología pediátrica, y para el tratamiento de pacientes ansiosos y comprometidos médicamente<sup>16</sup>. Este nuevo método de tratamiento involucra la remoción selectiva de dentina cariada suave, sin la remoción dolorosa de dentina sana<sup>17</sup>. También puede aplicarse a pacientes con contraindicación de administración de analgésicos

locales, puesto que con esta técnica los analgésicos locales no son necesarios para el 82-92% de los pacientes<sup>18</sup>. Miller et al.<sup>19</sup> encontraron que las experiencias negativas respecto a olor, sabor y ruido, fueron limitadas con la técnica de remoción de caries quimio-mecánica.

La remoción quimio-mecánica de caries es un método para remover caries de la dentina de manera suave y mínimamente invasiva, que se basa en principios biológicos. El sistema utiliza un gel e instrumentos especiales que preservan el tejido sano y se aumenta significativamente la comodidad del paciente. El sistema de remoción quimio-mecánica involucra la aplicación de un gel al área dentinal afectada por la caries, suavizando la porción enferma del diente, mientras que se preserva el tejido sano. La dentina cariada suavizada se remueve con instrumentos especiales y el tratamiento es silencioso y efectivo<sup>20</sup>. Las superficies dentinales formadas luego de la remoción quimio-mecánica de caries son muy irregulares, con presencia de varias sobreobturaciones y socavaciones de patrones visibles y túbulos dentinales ocluidos. La dentina restante es sana, adecuadamente mineralizada y apropiada para restauración y unión con los materiales restaurativos modernos<sup>16</sup>.

Las indicaciones para el uso de remoción quimio-mecánica de caries son las lesiones bucales expuestas, caries cervicales o radiculares, lesiones cariadas muy profundas (puede reducirse la exposición potencial de pulpa), así como el tratamiento de pacientes no cooperativos pediátricos o ancianos y tratamiento de niños asustados. Las contraindicaciones incluyen sesiones que requieren de un corto tiempo de tratamiento, y caries en fosas y fisuras que no son profundas y en donde la preparación rotatoria sería

suficiente para remover la caries causando poco fastidio<sup>21</sup>.

En comparación con el taladrado, el método quimio-mecánico toma a menudo más tiempo<sup>22</sup>. Para optimizar la eficacia y efectividad del gel Carisolv™ respecto a la disolución química de la caries y efecto mínimo en dentina sana, se ha desarrollado un nuevo gel mejorado. El gel rojo original Carisolv™ contiene tres aminoácidos cargados distintamente, los cuales son mezclados con hipoclorito sódico antes del tratamiento. El nuevo gel no tiene agente de color; además, contiene la mitad de la concentración de aminoácidos y una mayor concentración de hipoclorito sódico (al 0.475%), casi el doble del 0.250% contenido en el gel Carisolv™ original<sup>23</sup>.

Este procedimiento evita remoción dolorosa de dentina sana pero no es efectivo en la remoción de la parte dura eburnada de la lesión; sin embargo, esto podría no ser necesario<sup>5</sup>. El propósito de este estudio *in vitro* es averiguar si la remoción completa de dentina cariada es posible usando sólo el sistema Carisolv™, y comparar el efecto en la microdureza de dentina sana del gel "Carisolv™" y la solución de hipoclorito sódico al 0.25% (que es la misma concentración usada en el gel Carisolv™ luego de mezclar sus componentes). Este estudio fue también realizado para evaluar el efecto de los aminoácidos presentes en el gel Carisolv™ en el control de hipoclorito sódico durante la remoción de caries utilizando gel Carisolv™.

## Materiales y métodos

### *Preparación de la Muestras Cariadas*

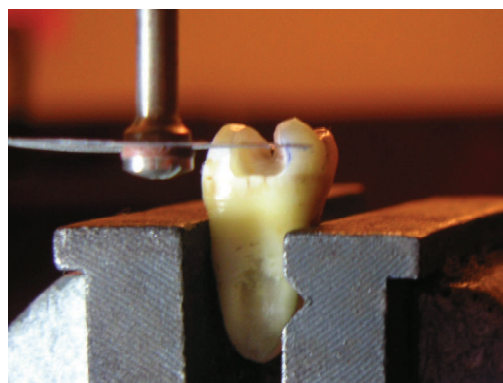
En este estudio se utilizaron dieciocho molares permanentes con dentina cariada en la superficie proximal, y diez premolares libres de

caries extraídos de pacientes de edades entre 20 y 45 años de edad. Los dientes fueron almacenados en una solución de timol al 0.1% (BDH Chemicals Ltd., Inglaterra) a temperatura ambiente para evitar deshidratación y ulterior crecimiento microbial, y fueron usados dos semanas después de la extracción. Se analizó cada lesión cariada de los dieciocho dientes de acuerdo con el color y dureza de la lesión. Se seleccionaron para este estudio lesiones cariadas de color marrón a negro y de consistencia media (resistentes a exploración pero penetradas fácilmente al ser probadas con un explorador afilado).

Ninguna de las lesiones presentaba cubierta de esmalte y la dentina fue fácilmente accesible a través de las aberturas de la cavidad. Además, cada diente fue evaluado por radiografía, para verificar que la lesión cariada se extendía más o menos a la mitad de la longitud de la superficie de la dentina. La muestra fue omitida si la caries se extendía a más de la mitad de la longitud de la dentina durante el tratamiento de la muestra con gel Carisolv™. El sistema Carisolv™ (MediTeam, GoteborgAB, Suecia) se aplicó de acuerdo a las instrucciones del fabricante usando instrumentos manuales Carisolv™. Para cada diente se preparó una porción fresca de Carisolv™ a temperatura ambiente. Antes del tratamiento mecánico, la solución se aplicó al tejido cariado por espacio de un minuto. Luego se excavó la caries cuidadosamente usando instrumentos especialmente diseñados. El procedimiento continuó mientras se pudo retirar tejido cariado. Luego se enjuagó la cavidad minuciosamente con agua, y se secó cuidadosamente. La remoción de la caries se verificó de acuerdo al color y dureza de la lesión, mediante la verificación de la dureza de la dentina con un explorador dental hasta llegar a una textura de dureza como cuero o

escuchar un sonido agudo de raspado, como sugerido en estudios previos<sup>14,24</sup>.

Todas las cavidades fueron cortadas transversalmente, perpendicular al eje del diente, en el tercio oclusal de la corona, utilizando una máquina cortadora de disco de diamante con enfriamiento de agua para evitar daño a la dentina. El diente fue colocado en un *jig* para evitar el movimiento de la muestra durante el cortado (Figura 1). Se aplanaron las secciones de la cavidad y se suavizaron con lija de grit 400, 500 y 600, en una máquina pulidora universal. Luego se empotraron las secciones en una resina acrílica químicamente curada de modo tal que la superficie oclusal permaneciera expuesta a la superficie externa. Inmediatamente en la etapa de estado pastoso de la polimerización de la resina, se introdujeron los moldes en un contenedor llenado con agua destilada con unos cuantos cristales de timol. En la etapa pastosa, la temperatura aumenta, y como resultado el autocurado es muy bajo<sup>25,26</sup>, y no afectará los tejidos dentales. Después de la polimerización de la resina, cada modelo se alisó con lija 400, 500 y 600. Los modelos se mantuvieron en agua destilada conteniendo timol al 0.1%, a temperatura ambiente, hasta que se completó la medición de dureza dentro de las 24 horas.



**Figura 1.** Diente fijado en soporte para facilitar el cortado.

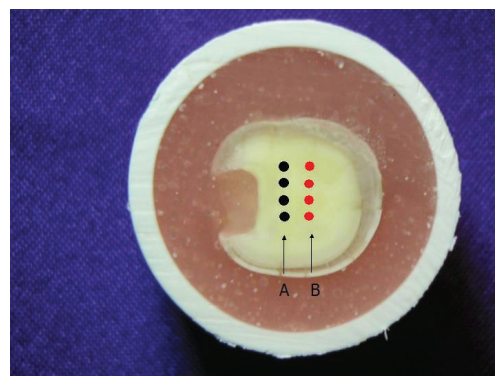
### *Medidas de la dureza del piso de la cavidad*

La microdureza se midió con un probador de dureza Vickers (Wolpert, Alemania). La prueba se realizó con indentadores de diamante en forma de pirámide, que tienen un indentador de diamante de base cuadrada con un ángulo de 136°. Debido a que la identificación fue muy pequeña como para ser vista o medida a simple vista, la medida se tomó usando un microscopio de aumento de 200x. La prueba se determinó usando una fuerza de 1 Newton (100 gm), aplicada a los especímenes durante 15 segundos como recomendado en el estudio piloto (conducido para escoger la preparación más apropiada de las muestras). La prueba de dureza fue inicialmente determinada por el uso de una fuerza de 0.5 Newton (50 gm) aplicada durante 15 segundos sobre cuatro puntos en la cavidad. La indentación fue muy pequeña y sus límites no fueron claros o definidos bajo el microscopio, de manera que la fuerza se aumentó a 1 Newton (100 gm), dando una indentación clara. Esta fuerza y tiempo fueron constantes para todas las muestras a través del estudio.

El número de dureza Vickers (DV) se midió en cuatro puntos de cada cavidad tratada, donde la distancia mínima entre dos indentaciones consecutivas fue superior a 40µm. La indentación nunca estuvo próxima a borde alguno del espécimen, o a otra indentación. Los criterios para aceptar una indentación fueron la definición de sus bordes diagonales, la uniformidad de forma diagonal (geometría), y la no presencia de irregularidades en el área de prueba.

Para determinar el grado de dentina residual suavizada, se evaluó el cambio de dureza de la dentina sana adyacente (control referencial) en los mismos especímenes. Dado

que fue imposible la obtención de una medida de dureza Vickers de la superficie de la cavidad, se obtuvieron grabaciones en las proximidades al piso de la cavidad. La dureza de la subsuperficie en un punto 25 µm próximo al piso de la cavidad, fue tomada como aquella del piso de la cavidad y considerada como la dentina tratada con Carisolv™<sup>27</sup>. Como referencia para control se usó la dentina sana adyacente (áreas de por lo menos 1000 µm próximas a la cavidad del suelo) de las mismas muestras (Figura 2). El promedio de las medidas se usó como la DV de la dentina, y con la prueba T se determinó una diferencia estadística significativa entre la DV del piso de la cavidad Carisolv™ y la dentina sana adyacente; un valor de  $p \leq 0.05$  fue considerado como significativo.



**Figura 2.** La foto muestra puntos de medidas de microdureza en la muestra.

- Dentina tratada con Carisolv™, área localizada a 25µm próxima al piso de la cavidad.
- Puntos de control, área ubicada a 1000µm próxima al piso de la cavidad.

### **Preparación de las muestras libres de caries**

En este estudio se utilizaron diez premolares permanentes sanos extraídos por motivos ortodónticos. Las muestras fueron cortadas en el tercio oclusal de la corona usando una máquina cortadora de disco de diamante con enfriamiento por agua,

y colocadas en moldes tal como se hizo con las muestras cariadas, y fueron alisadas y pulidas. Los moldes fueron colocados en un contenedor llenado con agua destilada, conteniendo cristales de timol al 0.1%, a temperatura ambiente, hasta el momento de medición.

#### *Medición de la microdureza de dientes libres de caries*

Luego de la preparación, la muestra se fijó en un aparato acrílico y se hizo un surco poco profundo (bucolingualmente) en la línea media, utilizando una pequeña fresa de diamante en una pieza de mano de alta velocidad fijada en un explorador. Este procedimiento se realizó a fin de obtener una línea paralela que separara las superficies de prueba y control en dos mitades iguales, creando un surco que pudiera ser visto en el microscopio de la máquina de dureza Vickers. Este surco es considerado el límite entre la superficie de prueba y de control de la dentina. Luego se colocó cinta adhesiva en la superficie cortada de la dentina, en dirección paralela próxima al surco previamente hecho, para separar el área de control del área probada en dos mitades iguales. Los cinco dientes seleccionados al azar fueron luego tratados con gel Carisolv™, el cual fue aplicado durante 3 minutos a la dentina cortada transversalmente, y luego se limpió lavando con agua. Los otros cinco dientes fueron tratados con solución de hipoclorito sódico al 0.25% (NaOCl 0.25%), que se aplicó a la superficie cortada de la dentina durante 3 minutos y fue enjuagada con agua. Se retiró la cinta adhesiva tanto de las muestras tratadas con Carisolv™ como con NaOCl, y se usó así la misma muestra como control.

Los puntos en donde se aplicó el indentador de la prueba de dureza Vickers, se encontraron a distancia media de la dentina, moviéndose paralelamente y cerca al surco

límitrofe entre el área de prueba y de he control (Figura 3). Se tomaron las medidas a intervalos de 50 micrómetros y se aplicó la prueba de dureza Vickers tanto a la prueba tratada con Carisolv™ como a la tratada con NaOCl, además de aquellas áreas no tratadas. La información fue tabulada y analizada estadísticamente.

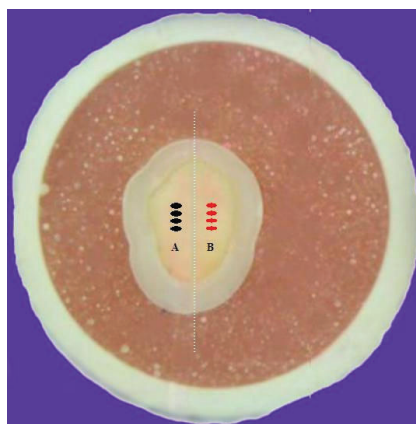


Figura (3): Foto de muestra libre de caries.

a: Puntos de medidas de DV en área de control no tratada.

b: Puntos de medidas de DV para área tratada con Carisolv™.

### **Análisis de la Información**

En el caso de las muestras cariadas, la información fue analizada usando la prueba T; un valor de  $p \leq 0.05$  fue considerado significativo. Para las muestras libre de caries, se usó la prueba T para la DV de dentinas tratadas con Carisolv™ y NaOCl, seguido del análisis de variante (ANOVA) para indicar si hubo alguna diferencia estadística entre dentina sana tratada con Carisolv™, con NaOCl y de control ( $p \leq 0.05$ ). Se utilizaron luego pruebas de amplitudes múltiples de Duncan para comparar entre los diferentes grupos significativos.

### **Resultados**

Los resultados de este estudio pueden ser analizados estudiando por separado los dos tipos de

muestras utilizados en el estudio, es decir, muestras cariadas y muestras libres de caries.

#### *Muestras Cariadas*

Los resultados revelaron que el número de dureza Vickers del piso de la cavidad preparada con Carisolv™ varió de 60 a 63.5 Kg./mm<sup>2</sup> (promedio  $\pm$ SD: 61.85  $\pm$ 1.23) que no difiere estadísticamente en forma significativa del número de dureza Vickers de la dentina sana adyacente, la cual varió de 61 a 64.6 Kg./mm<sup>2</sup> (promedio  $\pm$ SD: 62.58  $\pm$ 1.03). Los resultados no mostraron cambio alguno en la microdureza de la dentina en el piso de la cavidad luego del tratamiento con gel Carisolv™ en comparación con el control adyacente ( $p = 0.064$ ).

La microdureza de la dentina en el piso de la cavidad tratada con gel Carisolv™ no mostró diferencia estadística en los valores promedios en comparación con la dentina sana no tratada adyacente.

#### *Muestras libres de Caries*

El valor promedio del número de dureza Vickers para la dentina tratada con Carisolv™ fue 61.77  $\pm$ 0.599, y para la dentina no tratada adyacente (control) fue 62.57  $\pm$ 0.576. Para las muestras en que la dentina sana fue tratada con gel Carisolv™, la microdureza de la dentina no mostró diferencia significativa cuando se le comparó con la dentina adyacente no tratada.

El valor promedio del número de dureza Vickers para dentina tratada con NaOCl al 0.25%, fue 56.72  $\pm$ 1.07, y para la dentina adyacente no tratada (control) 62.55  $\pm$ 0.779. La microdureza para las muestras cuya dentina sana fue tratada con hipoclorito sódico al 0.25%, mostró una diferencia significativa al ser comparada con la dentina adyacente no tratada.

Se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para hacer una comparación entre la dentina sana (tratada con Carisolv™ y con hipoclorito sódico) y su control, el cual mostró una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ); los resultados (ANOVA) se muestran en la Tabla (1). Las pruebas de amplitudes múltiples de Duncan para DV revelaron que la dentina sana tratada con Carisolv™ y su control, no tuvieron diferencia importante y que ambas son significativamente diferentes de la dentina sana tratada con NaOCl (Tabla 2).

#### **Discusión**

La remoción quimio-mecánica de caries involucra el ablandamiento químico de la dentina cariada, seguida de limpieza del material ablandado usando instrumentos similares a los excavadores. Los cloraminos son los químicos típicamente usados para tales procedimientos, y son preparados mediante la mezcla de hipoclorito sódico con aminoácidos. Los efectos adversos del hipoclorito sódico en dentina sana y tejido suave, son minimizados con el uso de cloraminos, pero el efecto en la dentina cariada se retiene<sup>28</sup>.

Las variaciones en dureza de la dentina dentro de un diente pueden deberse a diversos factores, siendo el primero de ellos el nivel de calcificación de la dentina (se encontró que la dentina transparente es más dura que la dentina adyacente). El segundo factor es la diferencia en la densidad del túbulo dentinal en diferentes ubicaciones (se mostró que una densidad de túbulo aumentada cerca a la pulpa, corresponde con reducción en la dureza). El tercer factor es la dureza disminuida de la dentina intertubular cuando próximo a la pulpa.

**Tabla 1.** Resultados ANOVA para la DV (kg/mm<sup>2</sup>) de dentina sana tratada con Carisolv™, NaOCl y grupos de control no tratados

Fuente	DF	SS	MS	Valor F	Valor P
Factor	2	118.702	59.351	103.17	0.000
Error	17	9.780	0.575		
Total	19	128.482			

DF = Grado de libertad, SS = Suma de Cuadrados, MS = Cuadrado promedio, Valor F = F calculado, Valor P = Valor de Probabilidad.

El cuarto, es la distancia desde la UED (dureza dentinal aumentada con distancia desde la UED) (Kinney et al., 1996). Es por ello que las ubicaciones para indentación en este estudio fueron cuidadosamente seleccionadas. Se inspeccionó la dentina para evitar áreas irregulares, y se mantuvieron constantes las distancias equitativas desde la UED hasta la pulpa para todas las indentaciones.

Collys et al.<sup>30</sup> sugirieron una carga de 50 g y más, para estudios de dureza en dientes debido a que encontraron que cargas menores influyen el tamaño de indentación. Se indicaron dos aspectos para esta influencia de carga: 1) la superficie de la muestra se altera durante el proceso de pulido, produciendo una capa más grande que la mayor profundidad alcanzada para el indentador; y 2) con cargas menores, aumenta la dificultad para leer las marcas de indentación. Sin embargo, en este trabajo el uso de una carga de 100g dio una indentación que se pudo observar nítidamente bajo el microscopio. En este estudio, se evaluó el cambio de dureza de dentina humana (luego de remoción de dentina cariada con

Carisolv™) mediante medición *in vitro* de la dureza Vickers del piso de la cavidad. Se usó el gel Carisolv™, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, en dentina cariada por un minuto seguido de excavación con instrumentos hasta que la cavidad estuvo limpia. Además, se estudió la dureza de dentina sana al ser expuesta a gel Carisolv™ e hipoclorito sódico al 0.25% (la concentración está relacionada a la cantidad de cloro activo, el cual es al 0.25% luego de mezclar el hipoclorito sódico con el aminoácido líquido<sup>23</sup>). Esto se llevó a cabo con el fin de averiguar si el gel Carisolv™ afecta la dureza de dentina sana y si los aminoácidos presentes en el gel Carisolv™ juegan algún papel en minimizar el efecto del hipoclorito sódico en la dentina sana. Desde el punto de vista clínico, se escogió para estudio un lapso de 3 minutos para el uso del gel Carisolv™; es decir, el material debía de estar en contacto con la dentina sana adyacente por lo menos durante 3 minutos durante el trabajo clínico, antes de que la cavidad estuviera completamente limpia<sup>31</sup>.

**Tabla 2.** Prueba de Amplitudes Múltiples Duncan para DV (Kg/mm<sup>2</sup>) de la dentina tratada con Carisolv™ y NaOCl, y dentina sana de control no tratada.

Fuente*	Promedio**	N***	Grupo Duncan****
Control	62.56	10	A
Carisolv™	61.77	5	A
NaOCl	56.72	5	B

\*: Fuente de significancia.      \*\*\*: Número de muestras.  
\*\*: Promedio de DV (Kg/mm<sup>2</sup>).      \*\*\*\*: Promedios con las mismas letras no son significativos.

Puesto que el material ha sido recientemente desarrollado, existe un número limitado de investigaciones concernientes a la dureza del piso de la cavidad tratada. Sin embargo, estudios previos han indicado que la remoción completa de dentina cariada es difícil con el tratamiento Carisolv™, y que la posibilidad de caries remanente posterior a dicho tratamiento, es una gran preocupación. La remoción de caries utilizando Carisolv™ deja hasta un promedio de más de 50 µm de dentina cariada que al usar las fresas redondas<sup>14</sup>. Las pautas clínicas son, por ende, necesarias para identificar dentina cariada residual. Splieth et al.<sup>14</sup> y Cederland et al.<sup>24</sup> verificaron la remoción de caries de acuerdo al color y dureza de la lesión utilizando un explorador puntiagudo. La dureza de la dentina fue verificada con un explorador dental hasta que se encontró una textura dura tipo cuero o se escuchó un fuerte sonido de raspado.

El grado de remoción de dentina ablandada se determinó mediante la medición del número de dureza Vickers del piso de la cavidad y dentina sana adyacente, como sugerido por Aoki et al.<sup>32</sup>.

Los resultados de las medidas de dureza Vickers del piso de cavidad Carisolv™, confirmaron en este estudio que la posibilidad de dentina ablandada residual remanente fue mínima, ya que no se notó diferencia estadística significativa en la microdureza de la dentina del piso de la cavidad Carisolv™ y la dentina sana adyacente (control referencial). Además, los resultados indicaron que la eficacia en la remoción total de la dentina cariada con el sistema químico-mecánico Carisolv™ no es ya difícil cuando se utiliza una guía clínica apropiada. El gel Carisolv™ parece no tener efecto en la dentina sana, en comparación con la solución de hipoclorito sódico que tiene un efecto ablandador en ella al utilizársele en la misma concentración presente en el gel Carisolv™ mezclado. Esto quiere decir que los aminoácidos tienen un efecto de control sobre el hipoclorito sódico, limitando su efecto a la dentina desnaturalizada o desmineralizada sin afectar la dentina sana.

El hipoclorito sódico posee dos propiedades principales dependiendo del pH de la solución. La primera es el efecto esterilizador en un valor de alrededor de pH 7; y

la segunda es un efecto solvente en material orgánico con un valor pH mayor. Las cloraminas son generalmente producidas por la combinación de un hipoclorito sódico y amino nitrógeno, que hace que el efecto del hipoclorito sódico sea menos agresivo y prolongado. Mientras que las cloraminas son usadas comúnmente como desinfectantes, se espera el efecto solvente en la aplicación de remoción químico-mecánica de caries.

Los resultados concuerdan también con Hanning<sup>33</sup> quien comparó Carisolv™ con el hipoclorito sódico e informó que el Carisolv™ disolvió selectivamente una dentina artificialmente desmineralizada y desnaturalizada, pero no disolvió una dentina desmineralizada de desnaturalización alguna. El hipoclorito sódico disolvió no selectivamente tanto la dentina desmineralizada como la desnaturalizada. La diferencia entre la acción del Carisolv™ conteniendo hipoclorito sódico y la solución pura de hipoclorito sódico, podría explicarse por los aminoácidos añadidos al Carisolv™. Los aminoácidos podrían reaccionar con el hipoclorito sódico, disminuyendo así las propiedades solventes de tejido orgánico del hipoclorito sódico en el gel Carisolv™.

Tonami et al.<sup>31</sup> informaron que Carisolv™ ablandó solamente la capa exterior de la dentina cariada, y que la dureza de la capa interior de dentinas cariadas y sanas no fue modificada. Añadieron que Carisolv™ disolvió selectivamente el colágeno degenerado en la dentina cariada. Los resultados concuerdan con aquellos obtenidos en el presente estudio.

Ericson et al.<sup>34</sup> explained the Ericson et al.<sup>34</sup> explicaron el comportamiento de los aminoácidos en el gel Carisolv™ a partir de dos aspectos: la reducción del efecto agresivo del hipoclorito sódico en

tejido sano, y que los tres aminoácidos clorados de diferente carga eléctrica reaccionaron a diferentes grupos de dentina cariada.

Hossain et al.<sup>35</sup> evaluaron la composición dentinal y las medidas de dureza Knoop del piso de la cavidad luego de la extracción de la dentina cariada con el sistema de remoción químico-mecánico Carisolv™ *in vitro* y no encontraron diferencias significativas entre las cantidades de contenido de calcio (Ca peso %), contenido de fósforo (P peso %) y el peso ratio Ca/P de las cavidades Carisolv™, con aquel de la dentina sana adyacente ( $P < 0.01$ ). El número de dureza Knoop del piso de la cavidad Carisolv™ fue casi similar al de la dentina sana adyacente. El análisis con microscopio de escaneo de electrones reveló una superficie extremadamente tosca o irregular, y quedó una capa mínima de frotis tipo 'escombros'; la mayoría de los túbulos dentinales fueron abiertos. Los resultados indican que Carisolv™ no produce efecto secundario adverso alguno en composiciones dentinales de cavidades tratadas. La posibilidad de permanencia de dentina ablandada residual fue también mínima en este estudio.

Los resultados en este estudio fueron comparados con los de estudios previos llevados a cabo por Hossain et al.<sup>35</sup> quienes trabajaron con la microdureza Knoop basados en un estudio de Ryge et al.<sup>36</sup> quien demostró que, al trabajar con cargas entre 50 y 100 g., la microdureza es equivalente. Los resultados concordaron el uno con el otro.

En este estudio se aplicó la prueba de dureza Vickers en lugar de la prueba de dureza Knoop, siguiendo lo sugerido por Maria y Jorge<sup>37</sup>, es decir, que el indentador

Vickers tiene que ser usado siempre en estudios de dureza de dientes; y de acuerdo a Gutiérrez-Salazar y Reyes-Gasga<sup>38</sup>, en los

estudios de dureza de dientes el indentador Vickers es más útil que el Knoop debido a que se tiene que mantener siempre una forma cuadrada, y a que cerca de la superficie exterior y a la UDE, se detecta fácilmente un pequeño alargamiento de las diagonales de las indentaciones que producen errores en las medidas de dureza. Por ello, se propuso que el indentador Vickers fuera usado siempre en los estudios de dureza de piezas dentales.

Los resultados en este estudio no concuerdan con Splieth et al.<sup>14</sup> ya que se encontró que la remoción total de caries no es difícil usando sólo Carisolv™; pero concuerdan con aquellos de varios investigadores que estudiaron la dureza de la dentina cariada luego de remoción quimio-mecánica de caries con Carisolv™, y concluyen que cuando se utiliza una técnica apropiada, este tratamiento resultará en la remoción completa de la caries sin afectar la dentina sana<sup>31,33,35</sup>.

Los resultados de microdureza en este estudio, indicaron que la solución Carisolv™ no produce efectos secundarios adversos en la microdureza dentinal. Más aún, la remoción completa de dentina cariada con Carisolv™ ya no es difícil cuando se sigue un procedimiento clínico apropiado. Por ello, la preparación de la cavidad con Carisolv™ provee de una superficie dentinal limpia sin afectar la dentina sana adyacente, lo que puede ser favorable en la odontología clínica.

### Conclusión

El gel Carisolv™ no causa un cambio significativo en la microdureza de dentina sana y la dentina cariada tratada. Además, los aminoácidos presentes en el gel Carisolv™ juegan un papel en el control de hipoclorito sódico y minimizan su efecto agresivo en dentina sana. Esto se debe a que cuando se usa sólo NaOCl en una concentración del 0.25%

(que es la misma concentración usada en el gel Carisolv™ mezclado), ello causará un efecto ablandador en la dentina sana. Sin embargo, cuando se mezcla con aminoácidos tales como los encontrados en el gel Carisolv™, este efecto es minimizado. Lo que es más, se encontró que la remoción completa de dentina cariada es posible usando sólo el sistema Carisolv™ cuando se aplica un procedimiento clínico apropiado.

---

### 摘要

本文评估了使用Carisolv™胶生物体外去除齿龋后牙洞底壁的牙釉质维氏硬度及健康牙釉质的微硬度。

18颗拔出的人类恒白齿中的龋化牙釉质通过使用Carisolv™一分钟去除。

齿龋去除根据牙损的颜色和硬度核实。

牙洞底壁的维氏硬度数值(VHN)被测定, 每颗牙齿的相邻健康牙釉质用作控制参照。

结果表明Carisolv™胶不会引起健康牙釉质微硬度的显著变化。首次发表于 *Int Dent S Afric* 2007; 9: 34-45。

---

### Abstract

**The Vickers hardness of dentin at the cavity floor after in vitro removal of caries with Carisolv™ gel and the microhardness of sound dentin was evaluated. The carious dentin of 18 extracted human permanent molars was removed using Carisolv™ for one minute. Caries removal was verified according to the colour and hardness of the lesion. The Vickers hardness number (VHN) of the cavity floor was determined and the adjacent sound dentin for each tooth was used as a control reference. The results show that Carisolv™ gel does not cause a significant change in the microhardness of sound dentin. First published in *Int Dent S Afric* 2007; 9: 34-45.**

---

## Referencias

1. Bulut G, Zekioglu O, Eronat C and Bulut H. Effect of Carisolv™ on the human dental pulp: a histological study. *J Dent* 2004; 32: 309-14.
2. Banerjee A, Kidd EAM and Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *J Dent* 2000b; 28: 179-86.
3. Haak R, Wicht M J and Noack M J. Does chemomechanical caries removal affect dentine adhesion. *Eur J Oral Sci* 2000; 108: 449-55.
4. Kidd EAM. (2004): How 'clean' must a cavity be before reformation? *Caries Res* 2004; 38: 305-13.
5. Kidd EAM, Joyston-Bechal S and Beighton D. Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. *Caries Res* 1993a. 27: 402-8.
6. Elderton RJ. New approaches to cavity design with special reference to the class II lesion. *Br Dent J* 1984; 157: 421-7.
7. Banerjee A, Watson TF and Kidd EAM. Relation between the autofluorescence and excavation of carious dentine. *J Dent Res* 1998; 77: 632-4.
8. Banerjee A, Kidd EAM and Watson TF. In vitro Evaluation of Five Alternative Methods of Carious Dentine Excavation. *Caries Res* 2000a; 34: 144-50.
9. Fusayama T, Okuse, K, and Hosoda HA. Relationship between hardness, discoloration, and microbial invasion in carious dentin. *J Dent Res* 1966; 45:1033-46.
10. Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T. And Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res* 1983; 62: 7-10.
11. Hosoya H, Marshall SJ, Watanabe LG and Marshall GW. Microhardness of carious deciduous dentin. *Oper Dent* 2000; 25: 81-9.
12. Massler M. Changing concepts in the treatment of carious lesions. *Brit Dent J* 1967; 123:547-8.
13. Banerjee A, Watson TF and Kidd EAM. Dentine caries: take it or leave it? *Dent Update* 2000c; 27: 272-6.
14. Splieth C, Rosen M and Gellissen B. Determination of residual dentin caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with Carisolv™. *Clin Oral Invest* 2001; 5: 250-3.
15. Fluckiger L, Waltimo T, Stich H and Lussi A. Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv™ or conventional hand excavation in deciduous teeth in vitro. *J Dent* 2005; 33: 87-90.
16. Ansari G, Beeley JA and Fung DE. Chemomechanical caries removal in primary teeth in a group of anxious children. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 773-9.
17. Masouras C, Staikou O, Kakaboura A and Vougiouklakis G. A comparative clinical study of Carisolv™ caries removal method. *J Dent Res* 2001; 80: 1201-10.
18. Haffner C, Benz C, Folwaczny M and Hickel R. Chemomechanical caries removal –a clinical study. *Caries Res* 1999; 33: 312-15.

19. Miller CC, Decup F, Orliaguet SD, Gillet D, Guigand M, Kaleka R, Laboux O, Lafont J, Medioni E, Serfaty R, Toumelin-Chemla F, Tubiana J and Lasfargues JJ. Clinical evaluation of the Carisolv™ chemomechanical caries removal technique according to the site/stage concept, a revised caries classification system. *Clin Oral Invest* 2003; 7: 32-37.
20. Beeley J A, Yip H K and Stevenson A G. Chemomechanical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J* 2000; 188: 427-30.
21. Ziskind D, Ziskind A and Ziskind N. First-choice treatment alternatives for caries removal using the chemomechanical method. *Quintessence Int* 2005; 7: 9-14.
22. Lager A, Thornqvist E, Ericson D. Cultivable bacteria in dentine after excavation using rose-bur or Carisolv™. *Caries Res* 2003; 37: 206-11.
23. Fure S and Lingström P. Evaluation of the chemomechanical removal of dentin caries in vivo with a new modified Carisolv™ gel. *Clin Oral Invest* 2004; 8: 139-44.
24. Cederlund A, Lindskog S and Blomlof J. Efficacy of Carisolv™ assisted caries excavation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999; 19: 464-9.
25. Ferracane, JL. *Materiales in Dentistry: Principles and Applications*. 1995; 1<sup>st</sup> ed. Lippincott Co. Philadelphia, PN.
26. Craig RG, and Power JM. *Restorative Dental Materials*. 2002; 11<sup>th</sup> ed. The Mosby Co. St. Louis MS.
27. Harnirattisai C, Inokoshi S, Hosoda H and Shimada Y. Interfacial morphology of an adhesive composite resin and etched caries affected dentin. *Oper Dent* 1992; 6: 222-8.
28. Hosoya Y, Shinkawa H and Marshall GW. Influence of Carisolv™ on resin adhesion of two different adhesive systems to sound human primary dentin and young permanent dentin. *J Dent* 2005; 33: 283-91.
29. Kinney JH, Balooch M, Marshal SJ, Marshal GW and Weihs TR. Hardness and young's modulus of human peritubular and intertubular dentin. *Arch Oral Biol* 1996; 41: 9-13.
30. Collys K, Slop D, Cleymaet R, Coomans D and Michotte Y. Load dependency and reliability of microhardness measurements on acid etched enamel surfaces. *Dent Mater* 1992; 8: 332-5.
31. Tonami K, Araki K, Mataka S and Kurosaki N. Effect of chloramines and sodium hypochlorite on carious dentin. *J Med Dent Sci* 2003; 50: 139-46.
32. Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabi H, Tagami J, Ando Y and Yamamoto H. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res* 1998; 77: 1404-14.
33. Hanning M. Effect of Carisolv™ solution on sound, demineralized and denatured dentin – an ultrastructural investigation. *Clin Oral Invest* 1999; 3: 155-9.
34. Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Gotrick B, Bornstein R and Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries: A multi-centre study. *Caries Res* 1999; 33: 171-7.

35. Hossain M, Nakamura Y, Tamaki Y, Yamada Y, Jayawardena JA and Matsumoto K. Dental composition and Knoop Hardness measurements of cavity floor following carious dentin removal with Carisolv™. Oper Dent 2003; 28: 346-51.
36. Ryge G, Foley DE and Fairhurst CW. Micro-indentation hardness. J Dent Res 1961; 40: 116-26.
37. Maria DPG and Jorge RG. Microhardness and chemical composition of human tooth. Mater Res 2003; 6: 367-73.
38. Gutierrez-Salazar MP and Reyes-Gasga J. Microhardness and chemical composition of human tooth. Mater Res 2003; 3: 367-73.