

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA  
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**EL TRATAMIENTO DE LA CARIES DENTAL A TRAVÉS  
DE LOS SISTEMAS QUÍMICO-MECÁNICOS.**

Trabajo especial presentado ante  
la ilustre Universidad Central de  
Venezuela por la Odontólogo  
María Alejandra Robles Mujica para  
optar por el título de  
Especialista en Odontología  
Operatoria y Estética.

Caracas, Junio 2006

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA  
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**EL TRATAMIENTO DE LA CARIES DENTAL A TRAVÉS  
DE LOS SISTEMAS QUÍMICO-MECÁNICOS.**

Autor: Od. María Alejandra Robles Mujica

Tutor: Prof. Amarelys Pérez Sánchez

Caracas, Junio 2006

Aprobado en nombre de la  
Universidad Central de Venezuela  
por el siguiente jurado examinador:

---

(Coordinador) Nombre y Apellido C.I.	FIRMA
--	-------

---

Nombre y Apellido C.I.	FIRMA
---------------------------	-------

---

Nombre y Apellido C.I.	FIRMA
---------------------------	-------

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Caracas, Mayo 2006

## DEDICATORIA

*A mis padres, a mi esposo Jesús, y a mis pequeños hijos Luciana y Lorenzo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutora, profesora Amarelys Pérez Sánchez, Especialista en Prostodoncia, por su valiosa orientación, ayuda bibliográfica y por haber dedicado parte de su tiempo a la lectura y discusión de las partes de éste trabajo.

A la profesora Ana María Acevedo, Master en Biología mención Bioquímica, PhD, por su apoyo, aporte bibliográfico, y orientaciones a cerca de bioquímica para el desarrollo de esta monografía.

Al profesor Pedro González, Especialista en Operatoria y Estética, por las orientaciones y el apoyo recibido durante mis estudios de postgrado así como por su aporte bibliográfico para el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros de postgrado, Ana Fabiola, Leslie, Heidi, Eduardo, Dorienn, Lisbeth y Samanta por haber compartido largos ratos de reflexión, inquietudes e intereses comunes a lo largo de estos años.

## LISTA DE CONTENIDOS

	<b>Página</b>
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Lista de gráficos	viii
Lista de tablas	x
Resumen	xi
Introducción	1
II. Revisión de la literatura	4
1. Caries dental. Generalidades	4
2. Eliminación de la caries dental	20
3. Métodos de eliminación de la caries dental	28
3.1. Manual	30
3.2 Instrumental rotatorio	33
3.3 Láser	36
3.4 Aire abrasivo	40
3.5 Sistemas oscilatorios sónicos	42
3.6 Pulido a través de partículas impulsadas por Aire	44
3.7 Ozono	45
3.8 Sistemas químico-mecánicos	47
4. Sistemas químico-mecánicos para el tratamiento de la caries dental	48
4.1 Descripción de los sistemas químico-mecánicos	

para el tratamiento de la caries dental	48
4.1.1 GK101	48
4.1.2 Caridex™	53
4.1.3 NMAB y Urea	59
4.1.4. Carisolv™	61
4.1.5 Sistemas enzimáticos	71
4.2. Indicaciones del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos	73
4.3 Contraindicaciones del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos	75
4.4 Efecto del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos sobre los tejidos dentales	76
4.4.1 Esmalte	76
4.1.2 Complejo dentino-pulpar	77
4.5 Ventajas del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos	83
4.6 Desventajas del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos	88
4.7 Técnica del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos	90
III. Discusión	101
IV. Conclusiones	108
V. Referencias	110

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>Páginas</b>
Gráfico 1. Distribución del tamaño de los poros en una lesión de caries incipiente	9
Gráfico 2. Estructura de las fibras de colágeno	10
Gráfico 3. Dentina normal	14
Gráfico 4. Caries Oclusal	15
Gráfico 5. Dentina con caries	16
Gráfico 6. Lesión de caries activa	26
Gráfico 7. Excavadores manuales	32
Gráfico 8. Sistema Sonicsys®	43
Gráfico 9. GK101	49
Gráfico 10. Estructura del colágeno	57
Gráfico 11. Instrumentos Carisolv™	63



**Páginas**

Gráfico 12. Dentina tratada con Caridex™ vista al SEM	80
--	----

## LISTA DE TABLAS

	<b>Páginas</b>
Tabla 1. Técnicas de corte dentario	29
Tabla 2. Resistencia de unión PSI con Instrumental rotatorio y convencional	87

## RESUMEN

La profesión odontológica se ha caracterizado en los últimos años por realizar una odontología preventiva, adoptando sistemas y métodos más conservadores que preservan estructura dentaria. El tratamiento operatorio de la lesión cariosa a menudo resulta en la eliminación considerable de estructura dentaria, por eso nuevos sistemas mínimamente invasivos han ido ganando paso. La eliminación de la caries dental con los sistemas químicos-mecánicos involucra la aplicación de una solución en la lesión, que reblandece selectivamente la dentina cariada facilitando su eliminación. De esta manera se limita la eliminación de estructura dentaria sana, el corte de los túbulos dentinarios, la irritación pulpar y el dolor en comparación con los sistemas mecánicos convencionales.

## I. INTRODUCCIÓN

La caries dental es una enfermedad multifactorial que afecta un gran número de personas a nivel mundial, es un problema de salud pública, por esto la eliminación de la misma es uno de los aspectos fundamentales en la odontología restauradora.

En los últimos 20 años se ha visto una disminución de su prevalencia principalmente en países desarrollados, sin embargo en países en vías de desarrollo específicamente en grupos de escasos recursos económicos y en grupos minoritarios de países desarrollados se ha reportado un incremento significativo de lesiones de caries sobre todo en edades tempranas. En Venezuela, de acuerdo a diferentes estudios llevados a cabo <sup>(1-3)</sup>, la caries dental representa una de las patologías de mayor prevalencia.

La eliminación de la caries dental tiene por finalidad detener el progreso de la lesión, promover la salud de las estructuras dentales remanentes y proceder luego a la restauración del diente a la forma y función normal<sup>(4)</sup>.

Los métodos tradicionales de preparación cavitaria están basados en la filosofía de extensión por prevención que incluían piezas de manos de alta velocidad e instrumental rotatorio de baja velocidad. Con el instrumental cortante rotatorio se incrementó la eficiencia en la eliminación de la caries. Sin embargo su desventaja fundamental radica en factores como: la incomodidad en el paciente por sonidos y vibración, necesidad de anestesia local, y potenciales efectos adversos a la pulpa debido al calentamiento y presión por el fresado<sup>(5)</sup>.

El fresado con frecuencia elimina partes sanas del diente, además de las que se encuentran cariadas, lo que conlleva al debilitamiento del diente y por lo tanto lo hace menos duradero en el tiempo<sup>(5,6)</sup>.

Dentro de un nuevo modelo de promoción de salud se han desarrollado métodos alternativos para la eliminación del tejido cariado: el láser, el aire abrasivo, tratamiento con ozono y los sistemas químico-mecánicos.

El enfoque químico-mecánico para la eliminación de la caries dental se desarrolló para superar los inconvenientes producidos por los métodos convencionales ya mencionados.

Este enfoque se introdujo en 1972 por Goldman y Kronman<sup>(7)</sup> y se han ido produciendo modificaciones debido a la evolución de los materiales dentales. Se considera como un método mínimamente invasivo ya que elimina el tejido cariado sin remover o afectar la estructura dental sana.

Este trabajo especial describe los diferentes sistemas químico-mecánicos que existen actualmente, y se analizan sus indicaciones, contraindicaciones, ventajas, desventajas, técnica e implicaciones del sistema químico-mecánico en los tejidos dentales, debido a que los sistemas químico-mecánicos son un enfoque diferente, alternativo que promueve el ahorro de la estructura dentaria y reduce la necesidad de anestesia local.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 1. Caries Dental. Generalidades

Caries dental (*caries* del latín, putrefacción, destrucción) significa destrucción o ruptura de los dientes <sup>(8)</sup>. En 1986 Ten Cate<sup>(9)</sup> definió la caries como una enfermedad infectocontagiosa que produce una destrucción localizada de los tejidos duros del diente por acción de los ácidos que resultan del metabolismo de las bacterias de la placa.

Malone<sup>(10)</sup> en 1991 define la caries dental como una enfermedad infecciosa y transmisible en los tejidos duros del diente de origen principalmente bacteriano y multifactorial, anatómicamente específica, patológicamente destructiva, que determina una pérdida del equilibrio biológico del diente.

Keyes en 1962<sup>(11)</sup> explica que para el desarrollo de la caries deben estar presente un conjunto de factores: el huésped susceptible, el sustrato, los microorganismos y el tiempo <sup>(8)</sup>.

Fejerskov<sup>(12)</sup> en 1997 refiere que la caries dental es un proceso dinámico de desmineralización y remineralización producto del metabolismo bacteriano sobre la superficie

dentaria, que con el tiempo, puede producir pérdida de minerales y dar lugar a la aparición de una cavidad .

Actualmente se conoce que la caries dental es el reflejo de desórdenes de un balance fisiológico producido por una multitud de factores que en conjunto determinan la composición del fluido de la placa sobre la superficie dentaria. Estos factores hacen que se considere a la caries una enfermedad de etiología multifactorial (factores sociales, psicológicos, conductuales), asociada a la interrelación de varios factores biológicos que deben considerarse como determinantes de la enfermedad.<sup>(12,13)</sup>. Dichos factores biológicos son: los microorganismos, la dieta (composición y frecuencia), el huésped (susceptibilidad dentaria), la saliva (composición, flujo, capacidad amortiguadora), la exposición a fluoruros y el tiempo <sup>(14)</sup>. La destrucción localizada de los tejidos dentarios o "Lesión" es el signo de la enfermedad <sup>(15)</sup>.

En el 2002 Kidd y Fejerskov<sup>(15)</sup> enfatizan que resulta desafortunado que el termino caries sea usado para referirse tanto al "proceso de caries" como a la lesión que se forma como resultado de ese proceso. El proceso de caries se inicia en la biopelícula<sup>(15,16)</sup>, sin embargo las biopelículas se forman



sobre cualquier superficie sólida expuesta a cantidades apropiadas de agua y nutrientes<sup>(15)</sup>.

En la cavidad bucal los tejidos dentales; el esmalte, dentina y cemento son las superficies sólidas que están cubiertas por una película a la cual las células microbianas se adhieren. Los colonizadores primarios y los organismos secundarios generan una matriz de exopolímeros dentro de la cual las células crecen. Las bacterias en la biopelícula están siempre metabólicamente activas, generando fluctuaciones en el pH<sup>(15)</sup>.

Esas fluctuaciones pueden causar una pérdida de minerales en el diente cuando el pH cae, o una ganancia de minerales cuando éste se incrementa. El resultado acumulativo de ese proceso de des- y re- mineralización puede ser una pérdida neta de minerales, permitiendo la disolución del tejido dental duro y la formación de una lesión de caries<sup>(15-16)</sup>.

El rol de la biopelícula en el manejo del proceso de caries tiene implicaciones clínicas importantes. Si la biopelícula es eliminada, parcial o totalmente, la pérdida de minerales puede ser detenida o revertida en una ganancia de minerales.

En otras palabras, la lesión puede ser detenida y esto puede ocurrir en cualquier etapa de la formación de la lesión<sup>(15-16)</sup>.

Sin embargo como la biopelícula está siempre formándose, siempre presente, y siempre metabólicamente activa, Manji *et al*<sup>(17)</sup> han sugerido que el proceso de caries debe ser considerado como un fenómeno ubicuo y natural. Kidd y Fejerskov<sup>(15)</sup> por esto refieren que el proceso no puede ser prevenido, pero lo que sí se puede controlar es, que una lesión de caries clínicamente visible nunca se desarrolle.

La lesión inicial de caries es la evidencia más temprana del proceso en el esmalte y se aprecia como una mancha de color blanco, generalmente aparece en el área cervical, y en el área de contacto. Esta lesión puede aparecer también de color marrón debido a los materiales exógenos absorbidos dentro de sus porosidades que la pigmentan<sup>(18)</sup>.

Si el área afectada aumenta superficialmente en volumen, la superficie del esmalte colapsa, la lesión altamente porosa permite la difusión de los ácidos dentro de la dentina, desencadenando la respuesta del complejo dentinopulpar<sup>(19,20)</sup>.

Microscópicamente según Silverstone<sup>(21)</sup> la lesión en el esmalte presenta 4 zonas bien definidas (gráfico 1), la zona superficial, cuerpo de la lesión, zona oscura y zona translúcida que observadas mediante luz polarizada presentan las siguientes características<sup>(22)</sup>:

1. Zona superficial; presenta la superficie adamantina relativamente intacta. Su espesor oscila entre 20 y 100 *um*. Se observa una desmineralización parcial que equivale a una pérdida de sales minerales entre el 1 y 10%. Tiene un volumen poroso de menos del 5% de espacios.
2. Cuerpo de la lesión; presenta un grado significativo de pérdida mineral es donde suceden los cambios morfológicos más destructivos. Tiene un volumen poroso mínimo del 5% en su periferia.
3. Zona oscura; se llama así por su aspecto al microscopio de luz polarizada, tiene un volumen poroso del 2 al 4%
4. Zona translúcida; es el frente de avance de la lesión, presenta pérdida mineral y un volumen poroso del 1%.

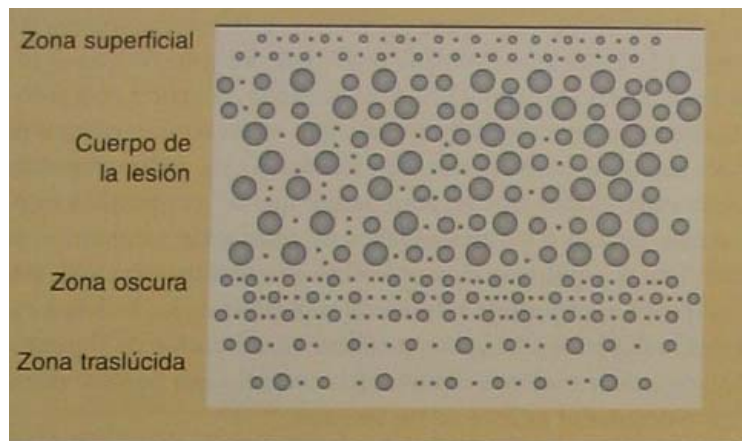


Gráfico 1. Distribución del tamaño de los poros en una lesión de caries incipiente. Tomado de Mount y Hume<sup>(66)</sup>, 1999.

La dentina consta de un contenido mineral en 70%, agua en 10%, y una matriz orgánica 20%. De esta matriz orgánica, 18% es colágeno y 2% componentes no colagenosos que incluyen el coindritin sulfato, otros proteoglicanos y fosforinas<sup>(19,20,22)</sup>. La parte mineral está constituida principalmente por cristales de hidroxapatita, cuya longitud promedio es de 60 nm. Además se encuentran también carbonatos y sulfatos de calcio, y otros elementos como fluoruro, hierro, cobre, cinc, en muy pequeñas cantidades<sup>(22)</sup>.

En la estructura de la dentina se encuentran fibras colágenas constituidas por moléculas alargadas y paralelas de una escleroproteína: el colágeno<sup>(19,22)</sup>.

El colágeno es una proteína fibrosa que contiene grandes cantidades de prolina y un tercio del contenido de aminoácidos es glicina<sup>(20)</sup>. La secuencia de aminoácidos favorece un tipo concreto de estructura secundaria<sup>(23)</sup> Esta estructura tiene una organización estructural helicoidal y plegado regular(gráfico2), que a su vez confiere un tipo concreto de propiedades mecánicas adecuadas<sup>(20)</sup>.

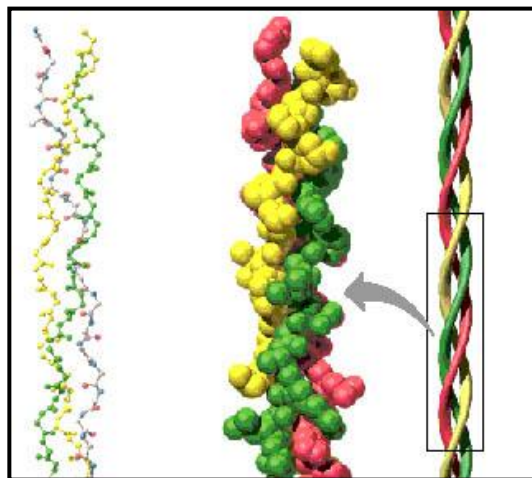


Gráfico 2. Estructura de las fibras de colágeno. De izquierda a derecha: estructura primaria y secundaria del tropocolágeno. Destaca la estructura secundaria de triple hélice. Tomado de Mathews<sup>(23)</sup>, 1998.

Las fibras colágenas presentan una estriación longitudinal debido a que están constituidas por fibrillas de 0,2um a 0,5um. A su vez cada fibrilla está constituida por

microfibrillas, que también tienen una estriación transversal típica <sup>(19,20,22)</sup>.

La unidad proteica que se polimeriza para formar microfibrillas colágenas es la molécula del tropocolágeno que mide 280nm de longitud y 1,5 nm de espesor, cada molécula se solapa con su vecina en aproximadamente 64nm, produciendo el aspecto característico de bandas de fibras. El tropocolágeno está formado por tres cadenas peptídicas con aproximadamente 1000 residuos de aminoácidos, arrolladas en hélice de izquierda a derecha, con aproximadamente 3,3 residuos por vuelta<sup>(23)</sup>. Tres de estas cadenas se enrollan una alrededor de las otras a derechas, con enlaces de hidrógeno que se extienden entre ellas. Cada tercer residuo que se encuentra cerca del centro de la triple hélice solo puede ser glicina<sup>(23)</sup>. Dos cadenas son iguales entre sí y se denominan  $\alpha_1$ ; la tercera es diferente y se llama  $\alpha_2$ . La diferencia entre las cadenas está en la secuencia de aminoácidos<sup>(19,20,22)</sup>.

La formación de las hélices individuales del colágeno típico resulta favorecida por la presencia de prolina o hidroxiprolina en la molécula de tropocolágeno. Un conjunto que se repite en la secuencia es la forma Gly X-Y donde X suele ser prolina e Y prolina o hidroxiprolina<sup>(23)</sup>.

Una característica en la estructura del colágeno es que esta proteína es excepcional en su extensa modificación de prolina a hidroxiprolina. La mayoría de los enlaces de hidrógeno entre las cadenas en la triple hélice se establecen entre protones amidas y oxígenos carbonilo, aunque los grupos -OH de la hidroxiprolina también parecen participar en la estabilización de la estructura. La hidroxilación de los residuos de lisina en el colágeno también se produce, pero es mucho menos frecuente y desempeña una función distinta, ya que sirven para formar lugares de unión para los polisacáridos<sup>(23)</sup>.

Es importante destacar que la estructura tridimensional nativa o natural del colágeno se puede "romper" cuando se cambian las condiciones ambientales que favorecen que se mantenga unida su configuración; esto puede ser aumentando la temperatura, cambiando el pH haciéndolo fuertemente ácido o alcalino, o añadiendo disolventes con moléculas orgánicas como alcohol o urea entre otros<sup>(23)</sup>.

Este proceso llamado "desnaturalización" hace que se despliegue la estructura del colágeno y se pierdan sus

propiedades específicas. Cuando el colágeno se desnaturaliza se pierde su estructura secundaria<sup>(23)</sup>.

La caries de dentina resulta de la desmineralización de su matriz inorgánica por acción de los ácidos bacterianos, seguida de la degradación proteolítica de su fase orgánica<sup>(20)</sup>. Cuando la matriz inorgánica ha sido desmineralizada, el colágeno y otros componentes de la matriz son susceptibles a degradación enzimática, principalmente por proteasas bacterianas y otras hidrolasas<sup>(19,20,22)</sup>.

Sturdevant<sup>(24)</sup> describe 5 zonas en la dentina cariada:

1. Dentina normal (gráfico 3), la cual contiene túbulos lisos con procesos odontoblásticos en su interior, y no se puede encontrar en la luz ningún cristal. La dentina intertubular posee colágeno estriado normal y cristales densos de apatita. No se encuentran bacterias en los túbulos.



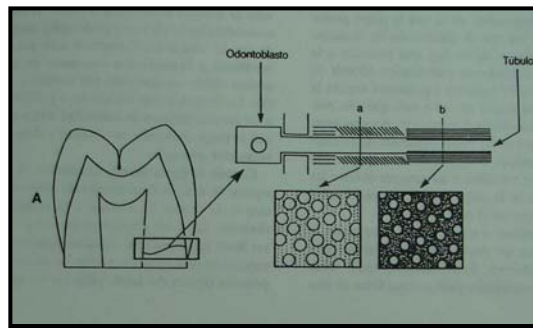


Gráfico 3. Dentina normal. (a) Dentina de formación más reciente, tiene túbulos grandes (b) dentina más antigua se caracteriza por unos túbulos más pequeños y espaciados y un mayor contenido mineral en la dentina intertubular. Tomado de Sturdevant<sup>(24)</sup>, 1996.

2. Dentina subtransparente, la cual es una zona de desmineralización de la dentina intertubular y de formación inicial de cristales muy finos en la luz de los túbulos del frente de avance. Los procesos odontoblásticos están dañados, pero no se encuentran bacterias en la zona. En esta zona la dentina es capaz de remineralizarse.

3. Dentina transparente (gráfico 4), es una zona de dentina cariada más blanda que la dentina normal, la dentina intertubular está más desmineralizada y los túbulos dentinarios presentan muchos cristales grandes en su luz. No se observan bacterias. Aunque los ácidos orgánicos atacan el componente mineral y orgánico de la

dentina, la red colagenosa de la zona permanece intacta. El colágeno intacto puede servir de base para la remineralización de la dentina intertubular.

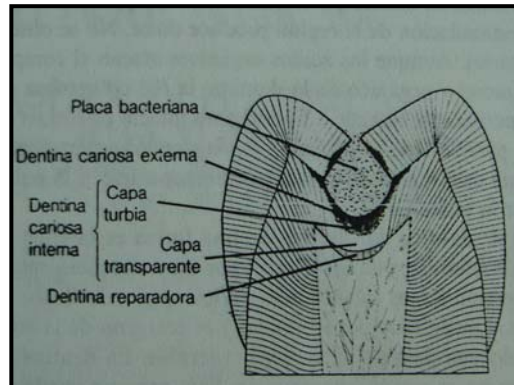


Gráfico 4. Corte transversal de una caries oclusal. Se observan las zonas de la dentina cariada. Tomado de Sturdevant<sup>(24)</sup>, 1996.

4. Dentina turbia (gráfico 4), es la zona de invasión bacteriana y se caracteriza por un ensanchamiento y una distorsión de los túbulos dentinarios, que están llenos de bacterias. Queda muy poco mineral y el colágeno de la zona ha sufrido una desnaturalización irreversible.
5. Dentina infectada (gráfico 5), es la zona más externa y está compuesta por dentina descompuesta e infectada por bacterias. No se observa una estructura reconocible, y parece que carece totalmente de colágeno y minerales. En esta sustancia granular se encuentran grandes cantidades de bacterias dispersas.

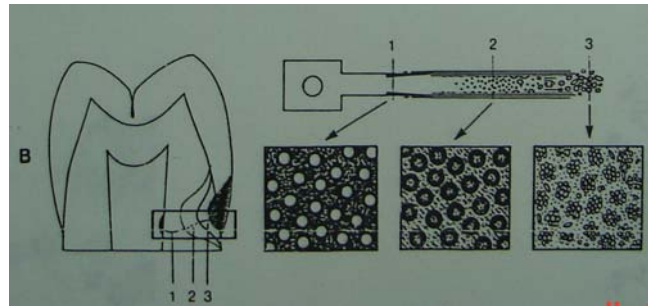


Gráfico 5. Dentina con caries. Se observa esquema del túbulo dentinario afectado. Zona infectada(3) . Zona afectada(2). Zona de la dentina normal(1)  
*Tomado de Sturdevant<sup>(24)</sup>, 1996.*

Fusayama *et al* <sup>(25)</sup> observaron que la dentina cariada posee dos capas bien diferenciadas una externa, infectada, no vital, con las cadenas peptídicas de tropocolágeno desnaturalizadas, por lo que su remineralización es imposible, y otra interna, afectada, vital, libre de bacterias, reblandecida por la desmineralización pero con capacidad para remineralizarse.

La capa de dentina afectada se refiere a la dentina cariada de la "capa transparente". El lumen de los túbulos dentinarios en esta zona contiene cristales de witlokita<sup>(26-28)</sup>, los cuales son productos intermedios debido a la lenta progresión de la caries. Se ha referido que la dentina afectada por caries es menos permeable que la dentina normal debido a

la presencia de esos depósitos minerales. Sin embargo esta dentina exhibe valores de dureza menores que la dentina normal, probablemente a causa de que los cristales de apatita de la dentina intertubular se han disminuido marcadamente en tamaño y número debido a la desmineralización<sup>(26-28)</sup>.

Vistas al microscopio electrónico la capa de dentina externa o infectada presenta cristales de apatita en la dentina intertubular y peritubular, la parte orgánica muestra ausencia de bandas en la estructura del colágeno, mientras que la capa interna o afectada muestra cristales de witlokita, y fibras colágenas bien definidas<sup>(22,26-28)</sup>.

La presencia de estos cristales se debe a que cuando la dentina es afectada por caries, comienza a depositarse en las paredes de la dentina peritubular adyacente a la lesión de caries, finos cristales de apatita con forma de plato. Esta deposición de apatita continúa en las capas transparente y subtransparente casi obliterando el lumen de los túbulos. Por otra parte el ácido en la dentina cariada penetra en el lado opuesto, bajo estas circunstancias, los cristales de apatita se disuelven y recristalizan en forma romboide, lo cual son cristales definidos como "witlokita" por Frank<sup>(29)</sup> *et al.* Esta forma cristalina es más blanda, menos resistente al corte, y

más resistente al ácido, probablemente debido a una menor solubilidad por su contenido orgánico con disminución de sustancia mineral<sup>(27,28)</sup>.

En cuanto a la ácido resistencia de la dentina que ha sido afectada por caries, los hallazgos no son consistentes, la dentina afectada por caries tiene cristales ácido-resistentes y proteínas extrínsecas que pueden haber penetrado dentro la fase mineral durante el ciclo de desmineralización y remineralización en el proceso de caries, lo cual puede resultar en mayor resistencia al grabado ácido, Nakajima y otros<sup>(30,31)</sup>, han sugerido que es necesario un ácido más fuerte para disolver la fase mineral de la dentina afectada por caries con el objetivo de obtener suficiente infiltración de resina para una alta resistencia de unión.

Por el contrario, Kubo *et al*<sup>(26)</sup> sugieren que la dentina que ha sido afectada por caries es más susceptible al efecto del tratamiento ácido debido a que el espesor de la capa híbrida creada en la dentina afectada por caries es mayor que en la dentina normal. La dentina intertubular de la dentina afectada por caries puede ser más porosa ya que está todavía parcialmente desmineralizada. Sin embargo estudios realizados<sup>(28,30,31)</sup> han determinado que la resistencia de unión

en la dentina afectada por caries es menor que la resistencia de unión en la dentina normal.

En la prueba de microanálisis de electrones (EPMA) se demostró que las regiones descalcificadas de la dentina cariada tienen una marcada reducción en la concentración de Ca, P, Mg y Cl, usualmente acompañado por un incremento en concentraciones de S y Zn<sup>(32)</sup>.

Clínicamente, desde la superficie hacia la profundidad de la lesión se distinguen<sup>(19)</sup>:

1. Dentina necrótica: masa pigmentada de color pardo u ocre, húmeda, blanda, dehiscente y fácilmente extraíbles con instrumentos manuales, se encuentra contaminada por los microorganismos de la placa dental.

2. Dentina infectada: más profunda, de color pardo amarillento, también blanda, de aspecto seco y curtido, puede eliminarse con instrumentos manuales y se desprende en capas paralelas al límite amelodentinario.

3. Dentina afectada: dentina reblandecida, desmineralizada. Todavía no ha sido invadida por las bacterias y su matriz orgánica aún no se ha desnaturalizado irreversiblemente.

4. Dentina esclerótica: se encuentra si la lesión es de avance lento. Es dura y de aspecto vítreo.

## **2. Eliminación de la caries dental**

Debido a que la caries es un proceso de origen multifactorial, su manejo requiere programas preventivos, reconocimiento individual del problema, educación del paciente y restauración del tejido perdido. Los cuidados restauradores modernos de la lesión cariosa se basan en monitorear la progresión de las lesiones tempranas y acompañarlas por un enfoque de mínima intervención<sup>(13,33-36)</sup>. La intercepción temprana del proceso de caries a través de aplicaciones de fluoruros, sellantes, restauraciones preventivas, tratamientos antibacteriales específicos debe preceder cualquier tratamiento operatorio<sup>(8,13,35-37)</sup>.

El enfoque operatorio para el manejo de la caries consiste en realizar una preparación cavitaria con el objetivo de eliminar toda la dentina cariada infectada, y restaurar posteriormente la integridad del diente, para que el paciente pueda realizar una higiene adecuada<sup>(6,13,15,38)</sup>. Solo la dentina húmeda y blanda está infectada con bacterias<sup>(33,36,37)</sup>, por esto, cualquier técnica que efectivamente elimine esta dentina

debe detener el proceso carioso después de un adecuado sellado cavitario<sup>(33,34,38)</sup> .

Las técnicas usadas en la eliminación de la dentina cariada han sido desarrolladas desde que G.V Black<sup>(39)</sup> en 1893 propuso inicialmente los principios de extensión por prevención en el tratamiento operatorio de la lesión cariosa. El propuso la eliminación de la estructura dentaria sana y la forma anatómica de aquellos sitios en los cuales se iba a fomentar el atrapamiento de placa dental por ejemplo las fisuras oclusales y los puntos de contacto proximales, esto ayudaría a minimizar el inicio y progresión de la lesión de caries<sup>(8,39,40)</sup> .

Sin embargo con el advenimiento de los materiales restauradores adhesivos y los subsecuentes desarrollos en diseños cavitarios mínimos, este principio ampliamente aceptado ha sido cambiado y ahora es considerado como un método muy destructivo para la eliminación de la caries<sup>(13,33,40)</sup> .

Las últimas teorías que consideran la eliminación racional de la dentina cariada también comienzan a cuestionar la



cantidad de tejido que es necesario excavar con el fin de tratar exitosamente a la lesión de caries <sup>(40,41)</sup>.

Se ha aceptado que no siempre es posible eliminar las bacterias completamente de la cavidad a través de la eliminación rigurosa de todo el tejido cariado reblandecido inclusive con la técnica de eliminación de caries convencional, por eso un hecho importante es determinar cual dentina eliminar y cual dejar. La eliminación completa de la dentina cariada en cavidades profundas puede resultar en invasión de bacterias dentro de la pulpa por exposición mecánica<sup>(34,40)</sup>.

Fisher<sup>(42)</sup> en 1966 demostró que microorganismos viables en el piso pulpar pueden ser recubiertos por una obturación cavitaria. Sin embargo esto no necesariamente significa que los microorganismos remanentes perjudiquen la integridad de la pulpa<sup>(5,33,34)</sup>.

Así mismo se ha demostrado que las bacterias viables encontradas debajo de las obturaciones presentan características morfológicas diferentes, debido al origen de los suplementos nutrientes que requieren para sobrevivir. Hay dos posibles vías para que estos nutrientes lleguen a las bacterias en el tejido cariado remanente, una es de la pulpa a

través de los túbulos dentinarios y la otra por filtración de sustrato de la cavidad bucal entre la interfase de las paredes cavitarias y la restauración <sup>(5,43)</sup>.

También autores como Frecken *et al*<sup>(33)</sup> y Yazici *et al*<sup>(5)</sup> refieren que la cariogenicidad así como el número de bacterias puede disminuir cuando estas son separadas del ambiente bucal.

Algunos de los factores que determinan el crecimiento bacteriano cerca de una restauración y que ocasiona daño a la pulpa incluyen: patogenicidad de los microorganismos, la permeabilidad de la dentina subyacente, y la capacidad de la pulpa irritada para producir dentina reparadora<sup>(5,13)</sup>.

De tal manera según los estudios de Kidd *et al*<sup>(41)</sup>, solo la dentina blanda, húmeda, está infectada con bacterias. La eliminación de la dentina dura, seca, la cual es esencialmente desmineralizada con relativamente pocas bacterias presentes, es innecesaria y puede resultar en la eliminación adicional de estructura dentaria sana cerca de la unión amelodentinaria, y por eso posible exposición pulpar<sup>(34,37,41)</sup>.

Reeves y Stanley<sup>(44)</sup> en 1966 estudiaron la relación entre la invasión bacterial y el compromiso pulpar. Cuando la distancia entre las bacterias que invaden y la pulpa es de 1 mm o más, la respuesta inflamatoria es insignificante<sup>(43)</sup>. Más todavía con el uso de medicamentos bactericidas sobre el tejido cariado, el número de bacterias viables se reducirá y la caries no progresará<sup>(5,16)</sup>.

En los países escandinavos el procedimiento de la excavación progresiva se ha usado tradicionalmente en lesiones de caries profundas, tanto en dentición temporal como permanente<sup>(38,45-46)</sup>.

Este enfoque descrito por primera vez en 1939 por Bodecker<sup>(47)</sup> consiste en realizar una primera excavación de la dentina infectada durante la fase aguda de la lesión de caries, seguida por el sellado cavitario temporal, con el objetivo de evitar exposiciones pulpares, promover la esclerosis dentinal y cambiar el ambiente cariogénico, disminuyendo la actividad de caries y desacelerando el progreso de la lesión<sup>(38,45-46)</sup>.

Posteriormente luego de un periodo que puede variar de 6 a 9 meses, como máximo hasta 2 años, se retira el material de sellado y se realiza la excavación final<sup>(38,45-46)</sup>.

Este enfoque para la eliminación de la caries ha tenido un promedio de éxito de 92% a los 4 años y medio de seguimiento, aunque el procedimiento como tal ha sido investigado científicamente por más de 30 años, con investigaciones de la dentina cariada y re-análisis después de un periodo de sellado del diente, lo cual es una evidencia importante de la consecuencia del sellado en la dentina infectada en el diente<sup>(16,33,38,45,46)</sup>.

El monitoreo microbiológico del procedimiento de excavación por pasos indica que hay una reducción sustancial de la flora cultivable, algunos dientes parecen estériles, pero en muchos casos algunos microorganismos sobreviven, y la flora que persiste es menos cariogénica, existe la posibilidad de que sea un efecto de los materiales dentales, pero pocos estudios han llevado esto de una manera controlada<sup>(16)</sup>.

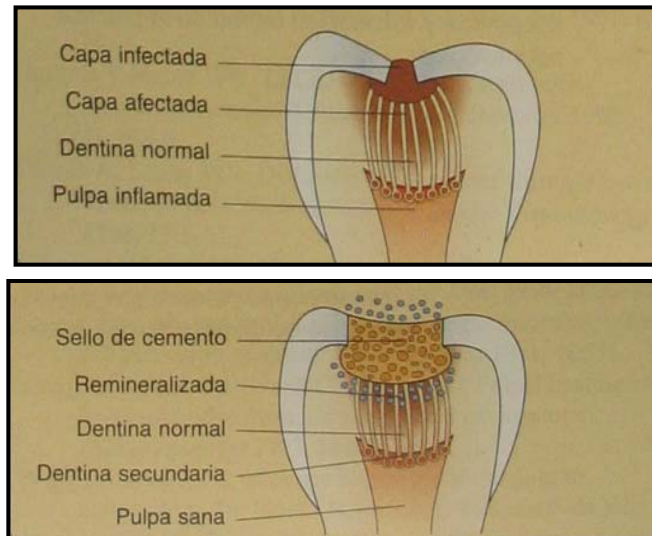


Gráfico 6. Superior. Lesión de caries activa donde se observa la capa de dentina infectada y afectada. Inferior. Posterior a 3 semanas como mínimo de sellada la cavidad, se observa la formación de una dentina remineralizada. Tomado de Mount y Hume<sup>(66)</sup>, 1999.

La persistencia de unos pocos microorganismos es irrelevante, ya que estos microorganismos se encuentran en un ambiente muy diferente, además de esto el proceso reparador de esclerosis tubular y dentina secundaria, reducen la permeabilidad de la dentina remanente<sup>(16,45)</sup>.

Para comprobar la validez de la técnica de excavación progresiva se han realizado varios estudios entre los que se encuentran: Law y Lewis<sup>(48)</sup>, Schouboe y Macdonald<sup>(49)</sup>, King *et al.*<sup>(50)</sup>, Kerkove *et al.*<sup>(51)</sup>, Magnusson y Sundell<sup>(52)</sup>, Weerheijm *et al.*<sup>(53)</sup>, Leskell *et al.*<sup>(54)</sup>, Kreulen *et al.*<sup>(55)</sup>, Weerheijm *et al.*

<sup>(56)</sup>, Bjorndal *et al* <sup>(57)</sup>, Bjorndal Y Thylstrup <sup>(58)</sup>, Bjorndal y Larsen <sup>(59)</sup>, Maltz <sup>(60)</sup>.

La mayoría de estos estudios no tienen grupo control, y muchos fueron llevados a cabo en dientes permanentes con lesiones profundas de caries. La cantidad de dentina cariada eliminada en la excavación inicial varía de acceder a la caries solamente hasta eliminar el bloque de dentina cariada<sup>(16)</sup>.

Los materiales restauradores son muy variables, incluyen el hidróxido de calcio, óxido de zinc eugenol, amalgama, cemento de vidrio ionómero y resina compuesta. El tiempo de reapertura también varía, los más cortos siendo a las 3 semanas y los más largos 2 años, la actividad de caries fue evaluada clínicamente, radiográficamente y a menudo por examen microbiológico al inicio de la apertura y reapertura<sup>(16,60)</sup>.

En resumen, la subdivisión de la caries de la dentina en dos capas de alto y bajo nivel de infección, y el hecho de que la dentina cariada con un bajo nivel de infección es inofensiva bajo las restauraciones, han permitido un nuevo concepto para el tratamiento de la caries en dentina<sup>(41,43)</sup>.

El objetivo debe ser eliminar solo la capa de dentina con alto nivel de infección (dentina infectada), preservando la capa con un bajo nivel de infección (dentina afectada), la cual consiste en tejido capaz de remineralizarse<sup>(45,46,61,62)</sup>.

La remineralización fisiológica de la capa interna de la dentina ocurre de dos maneras: a través de la exposición a fuentes minerales externas tales como la saliva y sales de calcio, y a través de los procesos odontoblásticos que suplen fosfato de calcio de la pulpa vital<sup>(33,46)</sup>.

Los estudios mencionados anteriormente llevaron diferentes metodologías, por lo cual es difícil hacer una revisión sistemática de todos en conjunto, sin embargo el porcentaje de éxito clínico en cada uno de ellos es alto<sup>(16,60)</sup>.

### **3. Métodos de eliminación de la caries dental**

Existen varias alternativas para la eliminación de la caries dental; de manera convencional con instrumental rotatorio y excavación manual, y a través de otros métodos entre los cuales se incluyen: el aire abrasivo, el pulido con aire, el tratamiento con ozono, la instrumentación ultrasónica

o sonoabrasión, diferentes clases de técnicas láser y la preparación químico-mecánica<sup>(32,40,63-65)</sup>.

Banerjee *et al*<sup>(40)</sup> realizan una clasificación de las técnicas de corte dentario en mecánicos y no mecánicos así tenemos:

CATEGORÍA	TÉCNICA
Mecánica rotatoria	Fresas con pieza de mano
Mecánica, no rotatoria	Excavadores manuales, aire abrasión, pulido de aire, ultrasonido, sonoabrasión
Químico-mecánica	Caridex <sup>TM</sup> , Carisolv <sup>TM</sup> , Enzimas
Fotoablación	Láser

Tabla 1. Técnicas de corte dentario. Tomado de Banerjee *et al*<sup>(40)</sup>, *British Dental Journal* 2000.Vol. 188; N° 9.

El fin común de todas estas modalidades es obtener una alta selectividad para eliminar únicamente el tejido cariado y evitar la excesiva preparación de la dentina sana<sup>(40)</sup>.

El instrumento ideal de corte debe llenar ciertos factores que satisfagan tanto al operador como al paciente. Estos factores incluyen<sup>(40)</sup>:



- De fácil y cómodo uso en el ambiente clínico
- Habilidad para discriminar y eliminar el tejido enfermo solamente
- Ser lo menos doloroso posible, silente, requiriendo solo mínima presión para un optimo uso
- No generar calor ni vibración durante el periodo operatorio
- Ser accesible al costo y de fácil mantenimiento

Ningún método mecánico en el presente se beneficia de todos esos atributos <sup>(40)</sup>.

### **3.1 Manual.**

Los instrumentos excavadores manuales convencionales comprenden una extensa variedad, son utilizados desde hace muchos años para remover el tejido deficiente cariado mediante acción manual, constan de tres partes: un tallo largo que se utiliza como mango del instrumento, la parte activa u hoja que lleva el borde cortante y es el extremo funcional del instrumento, y un conector en forma de huso denominado cuello, el cual puede ser recto o angulado(gráfico 7)<sup>(19,22)</sup>.

Sus hojas o parte activa tienen un diseño con ángulo de corte positivo, lo cual facilita la toma de dentina, teniendo la desventaja que si se aplica una fuerza excesiva hay pérdida de dentina sana <sup>(33,40)</sup>

Se utilizan con la finalidad de eliminar caries en dentina, cemento, y para terminar el alisado de las paredes en esmalte. Resultan adecuados cuando está imposibilitado el acceso para un instrumental rotatorio, y también cuando se requiere ser muy minucioso, preciso y cuidadoso durante la eliminación de la lesión cariosa<sup>(19,22,40)</sup>.

Entre los más conocidos se encuentran los excavadores en forma de cucharitas, los cleoides y discoides<sup>(19)</sup>.

- Las cucharitas son fabricadas generalmente por pares, se presentan de diferentes longitudes, con hoja curva y su extremo redondeado.
- Los cleoides tienen su extremo con diseño en forma de garra
- Los discoides tienen su extremo en forma de disco, con su borde desgastado de un modo tal que le da filo y así actúa por corte lateral.

Otros instrumentos manuales como los azadones, hachuelas para esmalte y recortadores de margen gingival sirven para alisar la preparación dentaria<sup>(19,22)</sup>.

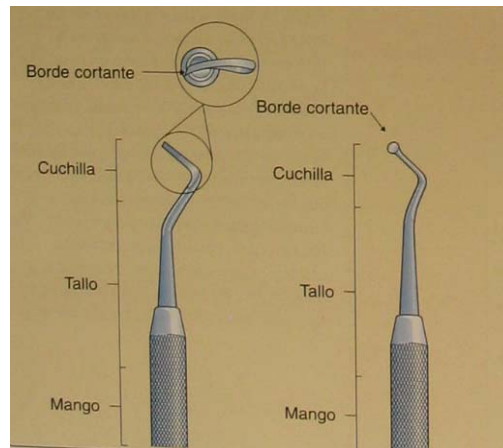


Gráfico 7. Diseño de los instrumentos cortantes a mano. Tomado de Mount y Hume<sup>(66)</sup>, 1999.

La excavación mecánica manual convencional sin ningún tipo de agente reblandecedor ha sido sugerida como la mejor combinación de eficiencia y efectividad para la eliminación de dentina cariada, sin embargo desde el punto de vista del odontólogo este método demanda más esfuerzo físico y más atención<sup>(61)</sup>.

### **3.2 Instrumental rotatorio.**

Son instrumentos accionados mediante equipos que los hacen girar a cierta velocidad, y de acuerdo al tipo que se use pueden producir corte o desgaste de la superficie dentaria<sup>(22)</sup>.

Cinco factores son potencialmente responsables de la incomodidad y dolor que están asociadas con la preparación cavitaria con el instrumental rotatorio<sup>(19,22,40)</sup>:

- La sensibilidad de la dentina vital
- La presión sobre el diente
- La vibración que es conducida al hueso
- Alto ruido producido por la turbina y pieza de mano
- Desarrollo de altas temperaturas en la superficie de corte

Al accionar el instrumental rotatorio sobre el tejido dentario este disipa energía en forma de calor, y en consecuencia al aumentar la velocidad de rotación aumenta la temperatura que se transmite al diente. Otros factores que afectan el aumento de la temperatura por fricción son la presión de corte y el filo del instrumento. En cuanto a la

presión de corte es la fuerza que ejerce el operador para que la fresa pueda cortar, se debe ejercer la menor presión posible y que a su vez permita un corte eficiente. El filo del instrumento influye directamente en el calor friccional, a medida que se pierde filo, se pierde corte y se ejercerá mayor presión sobre el tejido<sup>(5,19,22,40,43)</sup>.

La temperatura en la superficie de corte de las fresas puede fácilmente aumentar el dolor, inclusive con refrigeración, pudiendo ocasionar daños a la pulpa. Las fresas cortan fácilmente la dentina cariada y eventualmente abren los túbulos dentinarios, lo cual resulta en el dolor asociado con la preparación cavitaria<sup>(19,22,49,43,61)</sup>.

Además, el contacto del instrumento rotatorio sobre el diente origina una onda vibratoria que se repite a cada nuevo contacto de la fresa. Estas ondas se transmiten al diente, al hueso alveolar y a la caja craneana, y llegan al oído, donde se magnifican y producen un efecto desagradable en el paciente. Las fresas que giran a velocidad convencional originan vibraciones de gran amplitud y baja frecuencia. A medida que la velocidad de rotación aumenta, disminuye la amplitud y se incrementa la frecuencia<sup>(19,22)</sup>.

Otra de las complicaciones del instrumental rotatorio en el corte de los tejidos dentarios consiste en que tanto el esmalte como la dentina poseen en su estructura componentes de propiedades diferentes, especialmente en cuanto a dureza y fragilidad. La dentina posee apatita, componente inorgánico que reacciona como un material quebradizo, y por ende se requiere un tipo de corte de menor energía para eliminarlo. Por otra parte, la matriz colágena es un material blando y su corte se guía por elementos diferentes como los de un material dúctil. Además, existe la complicación adicional de la presencia de túbulos dentinarios con fluido en su interior, que se interponen en la superficie de corte, por esta razón es recomendado el uso de instrumental rotatorio a baja velocidad<sup>(5,22)</sup>.

En el esmalte existe un contenido orgánico de 3 a 4% y la dentina un 30%, por lo cual un mismo instrumento no puede ser útil para fresar tanto el esmalte como la dentina al mismo tiempo, porque si está específicamente diseñado para el esmalte resultará poco eficaz en la dentina y viceversa<sup>(22)</sup>.

En resumen las desventajas del modelo tradicional<sup>(5,19,22,40,43)</sup> a través del instrumental rotatorio son dolor, sonido, vibración y calor friccional. El fresado además

de eliminar el tejido cariado a menudo elimina partes del diente que se encuentran sanas, esto debilita al diente y lo hace menos duradero. En cuanto al tiempo estimado en la eliminación de caries con el instrumental rotatorio convencional se ha determinado de 3 a 6 minutos, dependiendo del tamaño de la lesión, lo cual podría considerarse una ventaja si se compara con otros sistemas<sup>(5)</sup>.

### **3.3 Láser.**

Por más de 30 años el láser ha sido objeto de investigación acerca de sus posibles aplicaciones en los tejidos duros. Hoy en día es considerado apropiado para la eliminación de la caries y la preparación dentaria. Como la dentina cariada es más oscura que la dentina sana, los niveles de energía del láser pueden ser ajustados de manera tal que la cantidad óptima de luz absorbida sea suficiente para eliminar solo la dentina cariada, dejando la dentina sana intacta <sup>(40,63)</sup>.

La eficiencia del láser depende de numerosos factores incluyendo las características de la longitud de onda, la energía de pulsado, el promedio de repetición y las propiedades ópticas del tejido incidido<sup>(40)</sup>.

Los tipos de láser que más se han investigado para el reblandecimiento selectivo del tejido cariado son:

- Er:YAG ( Erbium, Ytrium, aluminio, garnet)
- Nd:Yag( Neodimio, YAG)
- Láser dióxido de carbono
- Láser excimer ArF (argón Freón)

Entre estos tipos de láseres uno de los más usados es el láser Er:Yag, este posee una longitud de onda de 2,94nm y opera en el modo llamado termomecánico. Desde el momento de la emisión de la radiación ésta es absorbida por el agua contenida en el tejido superficial y provoca su recalentamiento, de modo que se produce vaporización y expansión; lo que se traduce en un aumento de la presión intratisular. Una vez que la presión ha aumentado lo suficiente como para provocar la desintegración de los cristales de apatita se genera una "microexplosión", debido a que existen diferencia en los volúmenes de agua contenidos en los tejidos del diente, el reblandecimiento de la dentina cariada por acción del láser es mayor y más veloz que en la dentina sana y mayor que en esmalte<sup>(19,40,63)</sup>.



Cuando se aplica el láser sobre el esmalte los prismas quedan desorganizados y dejan una superficie irregular, existiendo la posibilidad de dejar fisuras o grietas <sup>(13,32)</sup>. El láser se encuentra indicado en lesiones iniciales de caries en fosas , fisuras y en superficies lisas<sup>(19,40)</sup>.

Yamada *et al*<sup>(67)</sup>. en el 2001 investigaron el efecto de un láser Er: Yag y un agente químico-mecánico y concluyeron que la combinación de los dos pudo incrementar el potencial de eliminación de la caries lo cual lo hace una alternativa aceptable al convencional fresado.

Entre los riesgos en la utilización de la radiación láser se encuentran<sup>(19)</sup> :

- Daños oculares, generalmente se producen quemaduras puntuales en el cristalino o la córnea y en la retina que, de acuerdo con la potencia y tiempo de exposición pueden producir ceguera
- Daños en los tejidos blandos, quemaduras reversibles o irreversibles según la potencia y el tiempo de exposición
- Daños respiratorios, al inhalar residuos o vapores producidos al interactuar el láser con los tejidos

- Riesgos ambientales, puede producir fuego o una explosión al incidir el rayo sobre materiales inflamables o combustibles<sup>(19)</sup>

En cuanto a las reacciones pulpares seguida a la aplicación del láser Er:YAG a diferencia de otros láseres como el CO<sub>2</sub> de onda continua, este no produce una zona de necrosis. La zona de los tejidos que pudieran sufrir cambios térmicos es mínima y se limita a un espesor dado por unos pocos micrones, además el reblandecimiento de la dentina siempre se acompaña por refrigeración acuosa. En estudios realizados con animales, cavidades tratadas con láser Er:YAG la respuesta pulpar fue mínima, reversible y comparable a las respuestas generadas cuando una cavidad es tallada con instrumental rotatorio de alta velocidad<sup>(19,40)</sup>.

Este sistema tiene como ventajas que permite la localización de lesiones iniciales de caries, así como, se puede monitorear el progreso de la lesión de caries, el tratamiento se lleva a cabo "sin contacto de la superficie dentaria, el reblandecimiento de la dentina es selectiva ya que actúa principalmente en tejidos con mayor contenido acuoso como es el tejido cariado, genera una superficie irregular lo cual favorece la adhesión de algunos materiales y posibilita

trabajar sin anestesia, de modo que puede aplicarse en pacientes temerosos <sup>(40)</sup>.

Algunas de las desventajas del láser son:

1. La presencia de algunos materiales como resinas, vidrios ionómeros modificados con resina, muestran valores de fluorescencia similares al de la dentina cariada, esto puede llevar a un error en el diagnóstico
2. Tiene un uso cuestionable en caries proximales.
3. El profesional debe estar bien calibrado para un uso adecuado
4. El equipo tiene un alto costo y algunos son de gran tamaño
5. Hay un alto valor en el recambio de los insumos, y no es aplicable en todas las situaciones clínicas<sup>(19)</sup>.

### **3.4 Aire abrasivo**

El sistema aire-abrasión o preparación cavitaria cinética se basa en el principio de usar la energía cinética de una corriente bien definida y focalizada de óxido de aluminio. Las partículas son impulsadas a una alta velocidad por presión de aire. Su mecanismo de acción se basa en que las partículas

abrasivas golpean al diente y eliminan pequeñas cantidades de estructura dentaria<sup>(40,63)</sup>.

Este sistema ofrece comodidad al paciente ya que elimina la presión, la vibración asociada con el instrumental rotatorio y además permite la preparación con menos necesidad de anestesia local. Además crea rugosidades en la superficie del diente lo cual lo hace más apropiado para la adhesión. Algunos estudios han sugerido que con el sistema aire abrasivo se elimina la necesidad de realizar grabado ácido cuando se aplican sellantes de fosas y fisuras<sup>(40,43,63)</sup>.

Entre las desventajas de este sistema se incluye<sup>(68)</sup>:

- Pérdida total de la sensación táctil mientras se realiza la preparación cavitaria, y es a causa de que la punta no toca la superficie del diente.
- El operador debe ser capaz de prever la posición en la cavidad antes del corte, permitiendo un riesgo significativo de sobrepresar la cavidad y de eliminar inadecuadamente la caries.
- Producción de acúmulo de partículas de óxido de aluminio, el cual debe ser controlado con una adecuada dirección de la punta de la pieza de mano, una alta

succión y por el uso de dispositivos que filtren el aire potencialmente

- El polvo del aire abrasivo se puede esparcir a los ojos y sistema respiratorio del paciente y operador
- La visión del operador puede verse obstaculizada algunas veces por el acúmulo de partículas mientras se remueve la estructura dentaria

Los estudios clínicos en este sistema avanzan hacia el uso de mezclas abrasivas alternativas de partículas más suaves como por ejemplo policarbonato de resina, hidroxiapatita-alúmina, que deben ser más selectivas en la eliminación del tejido cariado, ya que son capaces de eliminar tejido de dureza equivalente o similar<sup>(40,43,63)</sup>..

### **3.5 Sistemas oscilatorios sónicos.**

Es un sistema especial para tratamiento mínimamente invasivo de lesiones proximales del sector posterior, donde el acceso se encuentra dificultado por la presencia del diente vecino y la falta de visibilidad. En vez de la acción rotatoria de los instrumentos estándar, actúan por oscilación de un instrumento diamantado (puntas diamantadas) a una frecuencia sónica (en el rango de 6 Khz., equivalente a seis mil oscilaciones por segundo). Las puntas únicamente oscilan,

y tienen un lado seguro que no dañan al diente adyacente durante la preparación <sup>(40,43,63)</sup>.

La punta cubierta de diamante (gráfico 8) se selecciona de acuerdo a las dimensiones de la cavidad y luego es adherida a un scaler de aire y usada en un movimiento oscilatorio lineal. Las puntas son utilizadas para ganar acceso y extender el contorno cavitario, así como también para biselar los márgenes <sup>(40,43)</sup>.

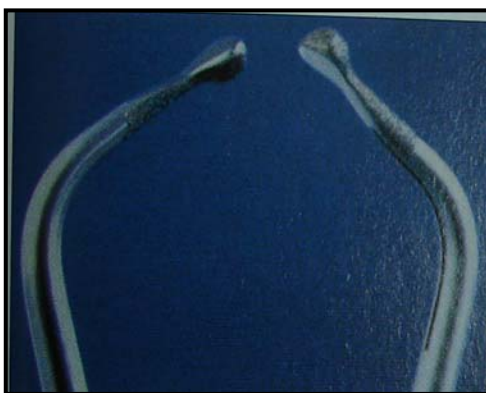


Gráfico 8. Puntas diamantadas del sistema Sonicsys®. Tomado de Banerjee et al<sup>(40)</sup>, *British Dental Journal* 2000.Vol. 188;

Las ventajas de este sistema son:

1. Mantiene las estructuras dentarias sanas
2. Permite realizar una invasión mínima y no lesiona el diente vecino<sup>(40)</sup>.

Sin embargo las desventajas del sistema sónico son su relativa baja abrasividad, alto costo, acceso dificultoso, poca visibilidad, la preparación es lenta en comparación con la realizada con turbinas y micromotores, difícil eliminación del tejido cariado<sup>(40)</sup> y limitada aplicación como resultado de su funcionamiento de oscilación lineal <sup>(40,43)</sup>.

### **3.6 Pulido a través de partículas impulsadas por aire**

El pulido a través de partículas impulsadas por aire es el proceso por el cual partículas de bicarbonato de sodio solubles en agua, a las cuales les ha sido adicionado fosfato tricálcico (0.08% en peso) para mejorar las características de fluido, son aplicadas a la superficie del diente usando presión de aire, y un chorro de agua concéntrico. Esta nueva técnica es comparada con la tecnología del aire abrasivo, sin embargo existen diferencias importantes con este sistema. El hecho de que el abrasivo es soluble en agua, significa que este no se dispersa tanto en el campo operatorio como ocurre con las partículas no solubles en agua del sistema aire abrasión; esto supone que no se corre el riesgo de que las partículas abrasivas se dispersen hacia los ojos y sistema respiratorio tanto del odontólogo como del paciente. <sup>(40,69)</sup>.

El bombardeo de partículas sobre la superficie de tejido duro resulta en una acción mecánica abrasiva la cual elimina depósitos de la superficie dentaria. La recomendación comercial del uso de esta técnica es para eliminar manchas y pigmentaciones del esmalte, placa y cálculo. Debido a que la abrasión no es selectiva se elimina considerable cantidad de estructura dentaria sana. Se ha sugerido su uso en operatoria para la eliminación de la dentina cariada al final de la preparación cavitaria, debido a que la dentina y el esmalte quedan con una superficie rugosa como si se hubiese "grabado", lo cual resulta en mejor adhesión para los materiales restauradores como las resinas <sup>(40,69)</sup>.

### **3.7 Ozono**

El tratamiento de la caries dental con ozono se realiza con un equipo que convierte el oxígeno en ozono, un agente oxidante, el cual es bombeado a través de un tubo y llega a una pieza de mano que posee en uno de sus extremos una copa de silicona especial que se aplica sobre el diente durante 20 segundos. Luego el ozono es bombeado hacia el equipo para ser transformado nuevamente en oxígeno<sup>(19)</sup>.

De esta manera las bacterias causantes de la caries son destruidas (en un 99,9%) por la aplicación controlada de



ozono por 20 segundos. Se indica para tratamiento de caries de puntos y fisuras, caries radicular, remineralizándolas en 4 a 12 semanas <sup>(10)</sup> con la utilización de geles fluorurados suplidos por el mismo sistema, luego de la acción del ozono el fluoruro puede entrar en la estructura desmineralizada del diente y facilita la formación de una apatita mineral más perfecta<sup>(19)</sup>.

El mecanismo de acción del ozono es por su efecto oxidante; normalmente para obtener energía los microorganismos de la placa dental metabolizan los hidratos de carbono y los convierten en ácido pirúvico, el cual en ausencia de oxígeno se transforma en ácido láctico que desmineraliza la estructura dentaria<sup>(19)</sup>.

La aplicación del ozono no permite que el ácido pirúvico se transforme en ácido láctico favoreciendo que este se transforme en dióxido de carbono y ácido acético. El dióxido de carbono se difunde en el aire, mientras que el ácido acético, que es más débil, no desmineraliza el diente ni puede ser utilizado por los microorganismos tanto acidúricos como acidófilos. El ozono también actúa rompiendo la pared de la célula, produciendo la lisis bacteriana <sup>(19)</sup>. Las ventajas de este tratamiento es que es indoloro, no requiere el uso de

anestesia, rápido de realizar, pero con la desventaja de un alto costo del equipo<sup>(19)</sup>.

### **3.8 Sistemas químico-mecánicos**

En 1970 Kronman *et al*<sup>(70)</sup>, estudiaron el efecto de un agente proteolítico no específico, hipoclorito de sodio (NaOCl), sobre la dentina cariada <sup>(7,20)</sup>.

Este agente disolvía el material orgánico necrótico y además afectaba la dentina sana, ya que era muy corrosivo<sup>(11)</sup>. Con el objetivo de reducir este efecto agresivo el agente fue modificado, Para lo cual le incorporaron una solución de Sorensen, el cual contiene glicina, cloruro de sodio e hidróxido de sodio<sup>(7,20)</sup>.

Esta nueva solución resultó ser más efectiva en eliminar la dentina cariada que una solución salina placebo<sup>(20)</sup>. El mecanismo de acción involucraba la cloración de la glicina para formar N-monocloroglicina (NMG) y el agente comenzó a ser conocido con el nombre de GK101<sup>(20)</sup>.

Luego surge el agente basado en ácido monoaminobutírico (NMAB, GK101E o Caridex<sup>TM</sup>) y posteriormente este ácido monoaminobutírico es remplazado

por 3 aminoácidos: ácido glutámico, leucina, y lisina en el agente denominado comercialmente como Carisolv<sup>TM</sup> (20,71).

#### 4. Sistemas químico-mecánicos para el tratamiento de la caries dental

##### 4.1 Descripción de los sistemas químico-mecánicos para el tratamiento de la caries dental

El objetivo de los sistemas químico-mecánicos es proveer un tratamiento para la caries menos invasivo aplicando una solución en la parte externa infectada de la dentina, degradando la dentina cariada no remineralizable, ablandando esta capa , y por esto haciéndola más fácil de eliminar con instrumentos manuales<sup>(6,20,32,72)</sup>.

Los requerimientos para que un agente químico mecánico sea usado para la eliminación de la caries dental incluyen que sea capaz de degradar parcialmente el colágeno destruido; que las capas profundas de la dentina sean preservadas y solo las capas infectadas sean removidas<sup>(20,32,71,72)</sup>.

###### 4.1.1 GK101

El enfoque químico-mecánico fue inicialmente introducido en 1972 en la forma de la solución original GK101. Mediante

una pequeña bomba pulsátil que emitía chorros de la solución a través de una cánula que terminaba en una aguja de calibre 20, se llevó el GK101 con un pH de 11.4, sobre los dientes cariados, a una temperatura de 37°C durante 4 minutos<sup>(73)</sup>.

Esta fórmula esencialmente consistía de N-monocloroglicina (NMG) e hipoclorito de sodio. La indicación bioquímica del GK-101 era para desorganizar o romper la estructura fibrilar del colágeno<sup>(7,20,74)</sup>.

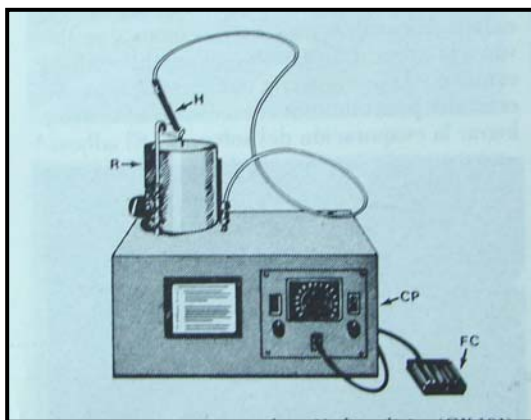


Gráfico 9. Sistema químico-mecánico GK101. Tomado de Barrancos<sup>(73)</sup>, 1988.

Este modo de acción ha sido descrito como una "cloración" de los grupos aminos libres, y posiblemente de los grupos aminos de las uniones péptidas de las proteínas y por eso formando compuestos N-cloroproteínas<sup>(7,74)</sup>.

Esta solución tenía la capacidad de convertir la hidroxiprolina, un importante factor de estabilidad de la fibra colágena y sus dipeptidos de glicina a pirrol 2 ácido carboxílico y posiblemente a pirrol 2 carboxiglicina respectivamente <sup>(7,73,74)</sup>.

El colágeno que se encuentra degradado parcialmente en la dentina cariada fue clorado por la solución NMG y el proceso de cloración afectó la estructura secundaria del colágeno, desorganizando las uniones de hidrógeno y facilitando de esta forma la eliminación del tejido cariado <sup>(19,70,73,74)</sup>.

La solución NMG fue probada por Kronman *et al*<sup>(70)</sup> sobre el colágeno de tendón de Aquiles de bovino, con el objetivo de obtener fibrillas colágenas en su configuración nativa y de diámetro relativamente uniforme, el colágeno fue cultivado *in vitro* basados en los principios de Gross *et al* <sup>(75)</sup>.

De esta manera los autores mencionados hicieron un estudio comparativo utilizando una solución amortiguadora que contenía hipoclorito de sodio, la cual se preparó agregando 2,5 ml de NaOH 2M, NaCl 2M, y glicina 2M, para un volumen

total de 100ml de agua deionizada con un pH final de 11.3-11.7. Estas dos soluciones formaron una solución de 0.1% de NMG al cual se le agregó 1ml de NaOCL al 4-6% a un volumen final de 100ml, y una solución NMG 0.3%<sup>(74)</sup>.

Los autores colocaron el colágeno en el agua deionizada, la solución amortiguadora, y las dos soluciones NMG a 2, 15 y 30 minutos en un baño de agua a 37<sup>a</sup> C. las evaluaciones al microscopio electrónico de barrido mostraron efectos mínimos de la fibrilla colágena en el agua deionizada y la solución amortiguadora. Las soluciones NMG de acuerdo al tiempo de exposición y la concentración de la solución causó varios grados de degradación; fibras deshilachadas (la estructura esencial intacta pero separación de unas pocas fibras en la periferia), fibrillas en espiral (atracción de fibras adyacentes con acortamiento desigual de fibras individuales), disociación de fibrillas colágenas (estructura totalmente separada, pobre orientación de la fibra), material amorfo (poca estructura colágena presente)<sup>(74)</sup>.

Durante los estudios realizados para probar la efectividad de la solución Gk101 Kurosaki *et al*<sup>(76)</sup> determinaron que la solución original GK-101 reblandeció solo la capa externa de

la dentina cariada sin afectar la segunda capa o la dentina normal adyacente<sup>(74)</sup>.

Sus pruebas fueron efectuadas en 5 dientes humanos cariados (sin compromiso pulpar) recién extraídos, estos fueron seccionados longitudinalmente bajo el agua a través del centro de la lesión. Se preparó la solución GK-101, la cual fue calentada a 37°C y luego aplicada bajo presión a los especímenes durante 3 minutos a un promedio de 50ml/min.<sup>(74)</sup>.

Antes y después de aplicar la solución se midió la dureza de la superficie en el centro de la lesión a 50 $\mu$ m de profundidad desde la superficie de la lesión de caries hasta la dentina sana paralelo a los túbulos dentinarios. De acuerdo a sus resultados el GK-101 reblandeció la capa de dentina cariada más externa cambiándola de dureza Knoop 2 a dureza Knoop 10<sup>(74)</sup>.

Llegaron a la conclusión de que el reblandecimiento se debió a un ataque selectivo de la solución, específicamente sobre las fibras colágenas degeneradas, sin afectar las fibras sanas de la capa más interna y la dentina normal adyacente. Las fibras vulnerables de la capa más externa no poseen una

estructura morfológica organizada de uniones intermoleculares<sup>(74)</sup>.

Durante los procedimientos de laboratorio del GK-101, se notó que un derivado etílico de este, el GK-101E pareció actuar más rápido en la eliminación de la caries, motivo por el cual la solución original fue modificada<sup>(74)</sup>.

#### 4.1.2 Caridex<sup>TM</sup> ( NMBA)

Los estudios *in vitro* permitieron la modificación de la solución original GK-101 y evolucionó a la solución GK-101E que fue aprobado por la FDA (Federal drug administration) en los Estados Unidos bajo el nombre de Caridex<sup>TM</sup> este producto en vez de contener N-monocloroglicina contenía N-monocloro-DL-2 acidoaminobutírico (NMAB) <sup>(6,20,32,74-77)</sup>.

El Caridex<sup>TM</sup> fue desarrollado en 1975, este consiste en dos soluciones, la solución 1 contenía hipoclorito de sodio, y la solución 2 contenía glicina, acido aminobutírico, cloruro de sodio, e hidróxido de sodio. Las dos soluciones fueron mezcladas inmediatamente antes de usar para dar el agente de trabajo (de pH aproximadamente 11) el cual fue estable por 1 hora <sup>(6,20,32,74,77,78)</sup>.



Este sistema incluía un equipo el cual básicamente consistía en un reservorio para la solución, un calentador, y una bomba por el cual pasaba el líquido calentado a la temperatura corporal a través de un tubo, directo a una pieza de mano con una punta aplicadora la cual venía en diferentes formas y tamaños <sup>(6,20,32,74)</sup>.

La solución era así aplicada a la lesión de caries por medio de esta punta, la cual también se usaba para eliminar el tejido cariado con una suave acción de raspado. Los detritus junto con la solución eran eliminados por aspiración, y la aplicación se continuaba hasta que la dentina remanente se considerara sana por los criterios clínicos convencionales (táctil, visual) <sup>(20,32,74)</sup>

Este agente eliminaba la dentina cariada selectivamente dejando la superficie con muchos socavados y sobresalientes <sup>(19,22,74)</sup> y los túbulos dentinarios estaban unos abiertos y otros ocluidos. La superficie tenía un aspecto bien apropiado para la restauración con materiales adhesivos como vidrio ionómero y aquellos materiales en donde la unión es más fuerte sino está presente la capa de desechos <sup>(6,20,32)</sup>.

El mecanismo de acción del Caridex™ consistía en la cloración del colágeno degradado parcialmente en la dentina cariada y la conversión de prolina a pirrol 2 ácido carboxílico, lo cual resulta en desorganización del colágeno<sup>(6,20,32,65,74)</sup>. Sin embargo según Beeley *et al*<sup>(20)</sup> este mecanismo de acción sobre el colágeno es todavía incierto y el conocimiento de la química de la cloración de los aminoácidos y sus efectos es todavía muy limitado.

Los últimos estudios realizados sugieren que la oxidación de los residuos de glicina puede estar involucrado, lo que igualmente causa desorganización de las fibrillas colágenas y por eso pueden ser eliminadas (gráfico 10)<sup>(32)</sup>.

Un estudio *in vitro* realizado por Schutzbank *et al*<sup>(79)</sup> demostró que tanto GK-101 como GK-101E fueron más efectivos en eliminar el tejido cariado en comparación con controles de solución salina<sup>(22,71)</sup>. En este estudio se evaluaron 108 dientes humanos recién extraídos que presentaban lesiones de caries moderadas y grandes de consistencia media(no fácil de remover mecánicamente pero donde penetra rápido el explorador) y consistencia media-dura (no fácil de remover mecánicamente y no penetra tan rápido el explorador). Un investigador trató todos los dientes y se

obtuvieron los resultados según la estimación del porcentaje de material cariado eliminado.

Se encontró que ambas soluciones ejercen una acción química estadísticamente significativa en la eliminación de la dentina cariada, adicional a los efectos mecánicos de la punta aplicadora. La solución GK-101E o Caridex™ fue más efectiva que la solución salina en la eliminación química de la caries independientemente de la dureza de la lesión. Sin embargo la solución GK-101 no tuvo una diferencia significativa con la solución salina en las lesiones de consistencia media<sup>(79)</sup>.

Roth *et al*<sup>(80)</sup> evaluaron la efectividad del GK101-E o Caridex™ en la eliminación de la caries en dentina, para ello utilizaron 37 dientes y los trataron con el sistema por un máximo de 30 minutos. Posteriormente se hicieron exámenes histológicos bajo un microscopio de luz, y se encontró que el piso cavitario estuvo libre de caries en solo dos de los casos evaluados (5.4%) y no se encontraron dientes en los cuales la unión dentino-esmalte estuviese libre de caries. Basados en estos hallazgos los autores concluyeron que el Caridex™ solo (sin el empleo de instrumental excavador), no produce resultados adecuados.

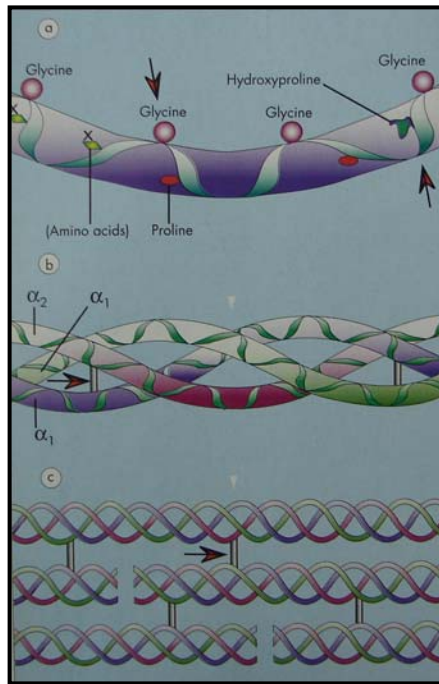


Gráfico 10. Estructura del colágeno. a, cadena de polipéptidos. Posibles sitios de división por los agentes de eliminación de caries químico-mecánicos por degradación de la glicina o la hidroxiprolina, están indicadas con las flechas rojas. b, triple hélice. Los sitios de división por degradación de las uniones cruzadas intermoleculares se muestran con flecha roja. c, unidades de tropocolágeno ensambladas para formar una fibrilla. Tomado de Beeley et al<sup>(20)</sup> *British Dental Journal* 2000; 427.

En una evaluación histológica de 120 dientes realizada por Scheutzel<sup>(81)</sup>, el 90% (108 de 120) de cavidades tratadas con el sistema GK101-E o Caridex<sup>TM</sup> presentaron caries residual; en el 77% (92 de 120) del total de cavidades se encontraron bacterias remanentes. La eficacia en la eliminación de la caries del Caridex<sup>TM</sup> mejoró cuando se usó

en combinación con un excavador manual en forma de cucharita<sup>(74)</sup>.

Barwart *et al*<sup>(82)</sup> compararon la eficacia del Caridex<sup>TM</sup> y el agua en la eliminación del tejido cariado *in vitro*. Ellos separaron simétricamente la lesión cariosa y trataron una mitad con Caridex<sup>TM</sup> y la otra con agua. Se midió la fuerza requerida para eliminar iguales cantidades de caries y determinaron el reblandecimiento de esta por los dos materiales. El análisis estadístico reveló que no hubo diferencias significativas en la cantidad de fuerza requerida para eliminar cantidades iguales de caries, así como tampoco en el número de excavaciones y el tiempo necesario para eliminar la caries. Por eso concluyeron que la acción química del Caridex<sup>TM</sup> no facilita significativamente la eliminación de la caries.

Zinck *et al*<sup>(83)</sup> en un ensayo clínico realizado en 57 pacientes, en edades comprendidas entre 17 a 61 años, compararon el Caridex<sup>TM</sup> con la preparación mecánica tradicional, en 2 dientes vitales sin inflamación periodontal. Ellos emplearon el método visual y táctil para determinar que la dentina infectada había sido eliminada y encontraron que

el Caridex™ fue efectivo en un 98.2 % de los dientes tratados.

Los estudios acerca de la toxicidad del Caridex™ demostraron que es una solución segura y que no producía efectos adversos sobre el tejido dental sano ni tampoco sobre la pulpa<sup>(1)</sup>. Sin embargo el hecho de que la aplicación de la solución requería un reservorio con una bomba y se necesitaba grandes volúmenes para eliminar la caries, hicieron de este sistema poco práctico para su uso, además era demasiado costoso y la solución tenía un periodo corto de vida útil<sup>(20,32,82)</sup>.

#### 4.1.3 NMAB y urea

Siguiendo con la evolución del sistema químico-mecánico para lograr su mejoría en efectividad, Yip *et al*<sup>(32)</sup>, investigaron la habilidad del Caridex™ y el NMAB con la adición de urea 2 molar, en la eliminación de la caries y las condiciones de la superficie de la dentina, tanto en dentición permanente como temporal. Su muestra consistió en 130 dientes permanentes y 174 dientes temporales con lesiones coronales de fácil acceso, los cuales fueron tratados en el lapso de un mes luego de extraídos.

Estos autores evaluaron 5 soluciones las cuales fueron calentadas a 37°C estas fueron: NMAB, NMAB con urea 2 molar, hipoclorito de sodio al 5%, urea 2 molar, y solución salina al 9%. La completa eliminación de la dentina reblandecida debía dejar una superficie (pigmentada o no) firme a la prueba de un explorador. Los resultados fueron los siguientes: eliminación completa de caries en 58%(14/24) de dientes permanentes y 65%(23/65) de dientes temporales con solución NMAB, 67%(16/24) en permanentes y 81%(28/35) en temporales con NMAB con urea, 46%(13/28) en permanentes y 65%(23/35) en temporales con NaOCL, 33%(8/24) en permanentes y 46%(16/35) en temporales con urea, y 39%(11/28) y 44%(15/35) en temporales con solución salina. La única diferencia estadísticamente significativa fue encontrada entre NMAB urea y urea solo, tanto en dientes permanentes como temporales<sup>(32)</sup>.

Los mismos autores hicieron otro estudio *in vitro* en 150 dientes temporales, para evaluar la eficacia del NMAB y NMAB con urea, usando como control una solución salina. La superficie de la dentina producida después del tratamiento con cada solución se evaluó al microscopio de luz y al MEB. Los resultados indicaron que la solución NMAB urea fue significativamente mejor que la solución salina en la

eliminación de la caries. Este no fue el caso con NMAB solo, donde la contaminación bacterial estuvo presente en una tercera parte de la superficie de la dentina después de la eliminación completa de la caries. Los investigadores concluyeron que la adición de urea incrementaba la efectividad de la solución NMAB <sup>(32)</sup>.

#### 4.1.4 Carisolv™

Durante los años 80, los estudios en la universidad de Malmö, Huddinge y Göteborg en Suecia estuvieron dirigidos a un sistema químico-mecánico que fuese más eficiente y efectivo que el Caridex™. Esto permitió el desarrollo de un nuevo sistema patentado para la eliminación químico-mecánica de la caries llamado comercialmente Carisolv™ <sup>(5,40,64,84)</sup>.

El Carisolv™ viene a ser uno de los sistemas químico-mecánicos que se encuentran disponibles hoy en día en el mercado, solventando los inconvenientes de los sistemas anteriormente mencionados. Se trata de un método mínimamente invasivo para eliminar la dentina cariada preservando la dentina sana. Los constituyentes del sistema son un gel de 2 componentes e instrumentos a mano de diseño especial <sup>(5,40,,63,64,84-86)</sup>.



Los componentes del gel se suministran en 2 jeringas diferentes. La primera contiene un gel rojo de alta viscosidad compuesto por 3 aminoácidos diferentes: ácido glutámico, leucina, lisina, y además contiene cloruro de sodio, eritrosina, carboximetilcelulosa, agua, e hidróxido de sodio y tiene un pH de 11. La segunda jeringa es un fluido transparente que contiene hipoclorito de sodio al 0.5% y alanina aminotransferasa<sup>(5,19-20,63,64,71,74,87)</sup>.

Con el objetivo de reducir la fluidez del producto y obtener un mejor contacto con la superficie del diente, se incrementó la viscosidad con la adición de metilcelulosa<sup>(43,71)</sup>. El gel no necesita ser calentado, ni tampoco necesita que se aplique a través de un mecanismo de bomba como en el sistema Caridex<sup>TM</sup> <sup>(20,71,84)</sup>.

Los instrumentos manuales diseñados especialmente son 4 con 8 puntas intercambiables, que van de un diámetro de 0.3 a 2mm. Estos tienen el aspecto de excavadores, pero a diferencia de estos, están diseñados para ser usados en un rápido movimiento al estilo de curetear y por eso limitando la eliminación de la estructura del diente a tejido cariado solamente. Las diferentes configuraciones son para permitir el

acceso y eliminación de caries de todas las áreas de la lesión. Estos además ayudan a guiar al operador alrededor de la cavidad, la sensación táctil ayuda a la diferenciación entre la dentina cariada y no cariada. También pueden ser usados para aplicar el gel<sup>(5,61,463,64,84)</sup>.

El diseño de la parte activa de estos instrumentos manuales se caracteriza por tener un filo nítido en 90° y un ángulo de corte romo con la finalidad de raspar en vez de cortar, lo cual deja la dentina sana del diente intacta<sup>(5,61)</sup>.

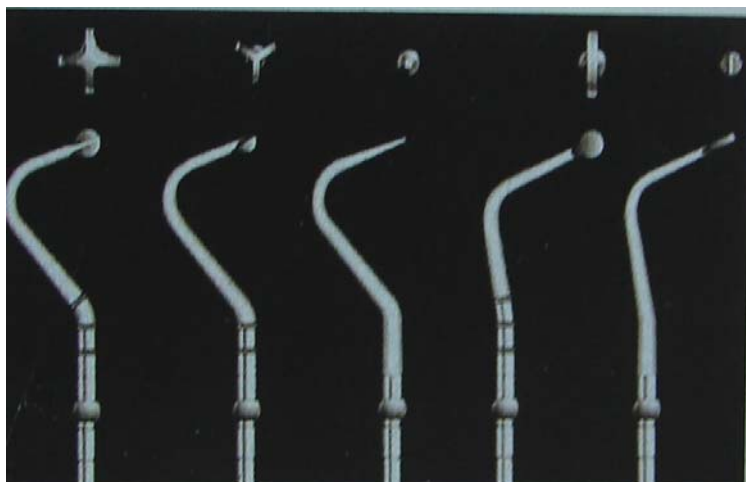


Gráfico 11. Diseño de las puntas de los instrumentos manuales del sistema Carisolv™. Tomado de Banerjee et al<sup>(40)</sup>, *British Dental Journal*, 2000. N 9.

El mecanismo de acción del Carisolv™ es un proceso químico que permite la desorganización del colágeno a través de la acción del pH del gel (alcalino) y la cloración de los residuos de aminoácidos (5,20, 40,64,65,74,84,87).

Los aminoácidos presentes en el sistema tienen interacciones electrostáticas o hidrofóbicas con el colágeno parcialmente degradado en la dentina cariada<sup>(88)</sup>.

Cuando el gel y el fluido son mezclados en la jeringa, los aminoácidos se combinan con el hipoclorito y forman cloraminas. Los tres aminoácidos están cargados diferentemente, lo cual permite una atracción electrostática a las distintas áreas de proteínas en la dentina cariada. La formación de cloraminas (compuestos monoclorados estables, los cuales se forman porque el átomo de cloro del hipoclorito de sodio es transferido al grupo amino de cada aminoácido) reduce la reactividad del cloro por lo cual lo hace menos agresivo al tejido sano<sup>(88)</sup>.

El pH alcalino de la mezcla (pH 11) asegura que no se formen más especies reactivas del cloro, como aminas dicloradas y ácido hipocloroso, y además este ambiente alcalino favorece la cloración en vez de la oxidación de las

moléculas orgánicas, por lo cual las propiedades oxidativas del hipoclorito son suprimidas. El alto pH también permite la desnaturalización de la estructura secundaria del colágeno. Como los aminoácidos clorados están diferentemente cargados en las diferentes cadenas laterales (positivamente la lisina, negativamente el ácido glutámico y neutralmente la leucina) esto puede permitir la interacción con proteínas de la dentina cariada (no solo el colágeno sino también otras proteínas y grandes moléculas orgánicas) y formar parches o cúmulos. El resultado de este proceso es la desorganización de la materia orgánica en la porción desmineralizada de la dentina cariada y de este modo facilitando su remoción<sup>(88)</sup>.

Todavía no está claro como actúa el cloro para desorganizar la materia orgánica; pero es probable que ocurran uniones no covalentes, como las hidrofóbicas o fuerzas de Vander Walls, las cuales a pesar de que son uniones muy débiles, están presentes en mayor cantidad<sup>(88)</sup>.

La cloración de los aminoácidos se realiza específicamente en las proteínas de la dentina cariada, lo cual no permite que estos reaccionen con las proteínas de la dentina sana. Por otra parte, el alto pH de la mezcla disminuye la solubilidad del mineral del esmalte sano. <sup>(88)</sup>.

Debido a que el colágeno presente en la lesión cariosa ha perdido su estructura secundaria, lo hace más susceptible al efecto del cloro y la naturaleza porosa de la dentina desmineralizada permite la penetración del Carisolv™.<sup>(88)</sup>

Un estudio realizado por Haffner *et al*<sup>(85)</sup>, evaluó clínicamente el procedimiento químico-mecánico con Carisolv™ en relación a eficiencia, tiempo operatorio y percepción de los pacientes. La muestra consistió de 76 pacientes (100 dientes) los que fueron evaluados en cuanto a localización, extensión y consistencia de las lesiones cariosas por 3 odontólogos entrenados. Y Las cavidades fueron fotografiadas a diferentes etapas durante el tratamiento y se midió el tiempo desde que se inició la aplicación del gel hasta que se completó el proceso. Adicionalmente se les preguntó a los pacientes acerca del grado de ansiedad antes del tratamiento y su percepción durante el tratamiento utilizando para esto una escala análoga visual.

Los resultados mostraron una efectiva eliminación de caries sin observación clínica de efectos adversos. La completa eliminación de caries se alcanzó en 94% de los casos. La media en el tiempo de aplicación del tratamiento fue

de 11 minutos. La media en el tiempo para la eliminación de la caries de consistencia blanda fue 11.7 minutos, 10.9 minutos para las de consistencia media, y 8.9 minutos para las de consistencia dura. 66 pacientes (87%) se pudieron tratar sin el uso de anestesia local, y una gran comodidad se documentó<sup>(85)</sup>.

Una evaluación clínica de este sistema fue realizado en Francia de acuerdo al sistema de clasificación de caries según Mount y Hume<sup>(66)</sup>. El objetivo de ese estudio fue evaluar la eficiencia y beneficios del agente Carisolv™ en la práctica general. El sistema de clasificación de caries fue usado para describir las situaciones clínicas de todas las lesiones de caries tratadas. Fue realizado por 12 investigadores y se trataron 120 lesiones de caries con el Carisolv™. El sesenta por ciento de los casos fue tratado sin anestesia y ausencia de dolor. En el 78,3% de los casos, la dentina cariada fue totalmente eliminada con el agente, y 21.7% de los casos se completó el tratamiento con instrumental rotatorio. Los casos que fueron realizados solamente con Carisolv™ el tiempo de tratamiento fue de 11 a 9,5 minutos<sup>(89)</sup>.

Este tiempo de tratamiento fue equivalente para todos los sitios y se incrementó significativamente con cada etapa

sucesiva de progresión de la lesión. En el 82.5% de los casos los clínicos estuvieron satisfechos con el agente, y en el 99,2% los pacientes. Este estudio fue realizado tanto en hospitales públicos como práctica privada. En cuanto al tipo de lesión los investigadores encontraron que el agente en las etapas iniciales de la lesión resulta de menor interés ya que la preparación es minimamente invasiva<sup>(89)</sup>.

Lozano *et al*<sup>(90)</sup> realizaron un estudio clínico controlado de este sistema en Maracaibo, Venezuela, comparándolo con un sistema convencional de eliminación de caries (turbina kavo a una velocidad de 380.000-450.000 r.p.m con refrigeración de agua), para ello participaron en el estudio niños de escuelas públicas con un promedio de edad de 7 años. La muestra consistió de 80 molares primarios, cada paciente tenía al menos 2 molares primarios contralaterales cavitados con lesiones de caries oclusales de aproximadamente igual tamaño y acceso a la lesión. Las variables que tomaron en cuenta para el estudio fue: completa eliminación de caries, tamaño de la apertura de la cavidad, volumen de tejido cariado eliminado, dolor durante la eliminación de la caries, anestesia requerida por el paciente, tiempo de eliminación de la caries, y comportamiento y preferencias del paciente<sup>(90)</sup>.

Los resultados de este estudio demostraron que todas las cavidades estaban libres de caries con los 2 sistemas evaluados, sin embargo con el sistema convencional hubo un caso con exposición pulpar. Estos resultados están de acuerdo con los estudios clínicos de Ericsson *et al*<sup>(91)</sup> , Fure *et al*<sup>(92)</sup>, con respecto a la efectividad del Carisolv<sup>TM</sup>, y a las investigaciones *in vitro* conducidas por Moran *et al*<sup>(93)</sup>, y Braun *et al*<sup>(94)</sup>, quienes también han reportado una completa eliminación de caries.

A su vez contrastan con los resultados referidos por Maragakis *et al*<sup>(95)</sup> en un estudio clínico con pacientes pediátricos, en el cual demostró que el tratamiento solo fue efectivo en 62,5% con Carisolv<sup>TM</sup> . Esto pudo ser debido a un limitado tiempo de tratamiento (solo usaron 15 minutos) y a causa de que emplearon los criterios de Kidd *et al*<sup>(41)</sup> para diagnosticar las cavidades libres de caries, en la cual se elimina toda la dentina cariada reblandecida y pigmentada, hasta que la dentina esté dura al paso del explorador independientemente de que se encuentre pigmentada.

En cuanto al volumen de tejido eliminado en el estudio de Lozano *et al*<sup>(90)</sup>, la cantidad fue menor cuando se usó el Carisolv<sup>TM</sup>, lo cual implica una evidencia de sistema de



mínima intervención. El tiempo empleado en eliminar la caries fue tres veces mayor que el empleado con el sistema convencional, lo cual también está de acuerdo con las investigaciones reportadas por Nadanovsky<sup>(61)</sup>, Maragakis<sup>(95)</sup>, Ericsson<sup>(1)</sup>, Fure<sup>(1)</sup> entre otros, la mayoría de los investigadores coinciden en que la eliminación de la caries con los sistemas químicos-mecánicos consume mucho tiempo<sup>(49)</sup>, por lo cual se considera como una desventaja.

El comportamiento de los pacientes venezolanos con el sistema Carisolv<sup>TM</sup> fue considerado como positivo, y pudo estar influenciado porque estos habían recibido previo al tratamiento una explicación acerca del sistema<sup>(90)</sup>.

Recientemente una modificación del gel Carisolv<sup>TM</sup> se realizó con el objetivo de realizar una eliminación de caries más rápida, la diferencia con el gel original radica en que el contenido de los aminoácidos se redujo a la mitad y el contenido de hipoclorito de sodio se duplicó (0,95%). Se esperan los estudios clínicos de esta nueva versión para saber su efectividad clínica<sup>(96)</sup>.

#### 4.1.5 Sistemas Enzimáticos

Las dificultades en la utilización de sistemas antiguos como el Caridex™, y el hecho de que el Carisolv™ es un producto importado, que requiere la adquisición de instrumental específico, aumenta su valor comercial, lo que impide su aplicación a larga escala y torna la remoción químico-mecánica en un privilegio para pocos<sup>(97)</sup>.

Por eso con la intención de globalizar la utilización de la técnica, promoviendo el empleo de la misma principalmente en el ámbito de la salud pública, a mediados del 2002, se iniciaron en Brasil varias investigaciones y pruebas utilizando como principio activo una enzima extraída de la cáscara de papaya, la papaína, lo que llevó al desarrollo de una nueva formula la cual en el 2003 fue denominada Papacárie®. El Papacárie® está básicamente constituido por papaína, cloramina, azul de toluidina, sales, y espesante<sup>(97)</sup>.

La papaína es una proteína semejante a la pepsina humana, la cual posee actividad bactericida, bacteriostática y antiinflamatoria, proveniente del látex de las hojas y frutos de la papaya verde y madura, *Carica papaya*, es cultivada en los países tropicales como: Brasil, India, Ceilán, África del Sur y Hawaii . En relación a las otras enzimas naturales, la papaína

posee algunas ventajas como: estabilidad en condiciones desfavorables de temperatura, humedad y presión atmosférica<sup>(97)</sup>.

Para el desarrollo y estandarización de este nuevo gel fueron evaluadas, por medio de pruebas de biocompatibilidad a corto y largo plazo, en cultivos de fibroblastos, diferentes concentraciones de papaína (2%, 4%, 6%, 8% y 10%) y 0,5% de cloramina, se concluyó que el mismo no es tóxico para los tejidos bucales sanos, adyacentes y pulpares, pudiendo ser utilizado con seguridad en la remoción del tejido dentinario infectado<sup>(97)</sup>.

La papaína actúa como debridante antiinflamatorio, no dañando el tejido sano, acelerando el proceso de cicatrización, además la papaína actúa "quebrando" o "rompiendo" las moléculas de colágeno parcialmente degradadas por la acción de la caries, ya que la misma tiene capacidad de digerir células muertas<sup>(97)</sup>.

Comparado con el método convencional, el sistema Papacárie® es significativamente menos doloroso, ya que la mayoría de los pacientes sometidos a la técnica no refirieron sintomatología dolorosa, en la mayoría de los casos, aquellos

que la presentaron, demostraron baja sensibilidad, además de eso, se redujo el riesgo de exposiciones pulpares, sin causar daños a los tejidos sanos <sup>(97)</sup>.

Otro sistema químico que utiliza enzimas fue descrito en 1989 por Goldberg y Keil<sup>(98)</sup>, los cuales utilizaron una colagenasa acromobacterial, la cual elimina la dentina cariada reblandecida y no afecta las capas de dentina sana.

#### **4.2 Indicaciones del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos**

Puede ser usado en el manejo de muchas de las lesiones de caries, ya sea de manera aislada o en conjunto con una pieza de mano, la cual puede ser requerida para ganar acceso o para remover restauraciones existentes<sup>(5,20,32,56,84)</sup>.

Las situaciones clínicas en la cual un agente químico-mecánico es preferido como método para la eliminación de caries incluyen<sup>(5,20,32,65,78,84)</sup>:

- Donde la preservación de estructura dentaria es importante
- En el manejo de caries coronales cavitadas

- Eliminación de caries en los márgenes de muñones de coronas y puentes
- Para completar preparaciones en túnel
- Manejo de lesiones de caries en dientes temporales
- En el procedimiento clínico del tratamiento restaurador atraumático
- En odontología domiciliaria <sup>(20,32)</sup>
- Puede ser aplicado en aquellos pacientes donde la administración de anestésicos locales está contraindicada, en el 92% de los casos no es necesario emplear analgesia local cuando se utiliza esta técnica<sup>(71)</sup>.
- Lesiones de caries activas de gran tamaño y blandas, lesiones cervicales y caries radicular de fácil acceso, tanto en dentición permanente como temporal<sup>(65)</sup>.

Está particularmente indicado en odontología pediátrica y en este caso la duración de las sesiones de tratamiento es a menudo limitada por la incapacidad de los niños a sostener una cooperación prolongada y esto puede ser desventajoso<sup>(65)</sup>.

También se indica en pacientes ansiosos ya que el procedimiento clínico es menos traumático que el convencional fresado, y en los pacientes médicamente comprometidos entre estos se incluyen pacientes cardíacos, pacientes con desordenes sanguíneos especialmente los hemofílicos y los pacientes inmunosuprimidos <sup>(5,32,65)</sup>.

La ansiedad se presenta tanto en niños como adultos, investigaciones en los Estados Unidos han demostrado que cerca de 10 a 12 millones de Americanos son fóbicos dentales y 35 millones responden al tratamiento dental con excesiva ansiedad . La eliminación de la caries sin dolor permite que en este sistema varios dientes sean tratados en la misma visita en un paciente ansioso y de esta manera se reduce los problemas asociados con el stress emocional de varias visitas<sup>(65)</sup>.

#### **4.3 Contraindicaciones del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos**

Más que una contraindicación se consideran limitaciones de los sistemas químico-mecánicos:

- Las lesiones de caries incipientes en esmalte <sup>(63,99)</sup>. Los instrumentos manuales no son apropiados para cortar

esmalte, además las soluciones del sistema tienen su acción química solo en el colágeno degradado por caries.

- Eliminación del esmalte suprayacente a la caries<sup>(20)</sup>.
- Eliminación de restauraciones existentes<sup>(20)</sup>.
- Lesiones de caries pequeñas, con reducido acceso. Hoy en día muchas cavidades no son tan grandes como para permitir el acceso apropiado a la dentina cariada, sin previa extensión de la cavidad con la fresa<sup>(20,61)</sup>.
- Necesidad de hacer algún diseño cavitario cuando el material restaurador a usar no es adhesivo<sup>(20,100)</sup>.

#### **4.4 Efecto del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos sobre los tejidos dentales**

##### **4.4.1 Efecto del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos sobre el esmalte**

Como se ha referido anteriormente una de las limitaciones de los sistemas químico-mecánicos es la eliminación de lesiones de caries incipiente en el esmalte, por tal motivo no existen estudios que analicen su efecto en el esmalte con caries, sin embargo como al aplicarlos en la dentina cariada pueden tener contacto con el esmalte, existe un estudio que investigó el efecto de un agente químico-mecánico sobre el

esmalte sano. Este estudio *in vitro* fue realizado por Wennerberg *et al*<sup>(87)</sup>, en donde se investigó el efecto de el agente químico-mecánico Carisolv™ sobre la superficie topográfica (3 dimensiones) en el esmalte sano, y compararon sus posibles efectos con los del ácido fosfórico.

El agente fue aplicado en el esmalte sano de 20 dientes recién extraídos por razones periodontales de manera similar a una situación clínica, siguiendo las recomendaciones del fabricante<sup>(87)</sup>. La superficie del tejido se investigó a través de un microscopio de fuerza atómica (AFM), un perfilómetro de contacto, y microscopio electrónico de barrido, de manera tal de obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos<sup>(87)</sup>.

Los resultados de este estudio demostraron que el agente químico-mecánico no causó cambios en la topografía del esmalte sano, por el contrario cambió significativamente con la aplicación de ácido fosfórico al 32% por 20 segundos<sup>(87)</sup>.

#### 4.4.2 Efecto del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos sobre el complejo dentino-pulpar

Los sistemas químicos-mecánicos para la eliminación de la caries dental desde sus inicios han basado su mecanismo



de acción básicamente sobre la dentina infectada y es así como han evolucionado hasta conseguir los sistemas que actualmente existen, en el cual la dentina sana permanece intacta. Para esto se han realizado numerosos estudios que analizan la estructura de la dentina sana y con caries luego de la eliminación químico-mecánica<sup>(59)</sup>.

Un estudio *in vitro* realizado por Wennerberg *et al*<sup>(87)</sup>, investigó el efecto de un agente químico-mecánico (Carisolv<sup>TM</sup>) sobre la superficie topográfica (3 dimensiones) en la dentina sana y dentina con caries comparando sus posibles efectos con los del ácido fosfórico<sup>(87)</sup>.

Se investigó la superficie topográfica a través de un microscopio de fuerza atómica (AFM), un perfilómetro de contacto, y microscopio electrónico de barrido, de manera tal de obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos<sup>(87)</sup>.

Los resultados de este estudio demuestran que el agente químico-mecánico no produjo ningún cambio en la superficie topográfica de la dentina sana, lo que coincide con los resultados del estudio de Kurosaki *et al*<sup>(76)</sup>, que investigó el efecto de la solución GK-101 sobre dentina y pulpa, y concluyeron que esta solución reblandece la dentina cariada

pero no afecta la dentina sana. La eliminación de la dentina con caries con el agente químico-mecánico Carisolv™ resultó en una superficie significativamente más rugosa que la superficie de la dentina eliminada con instrumental rotatorio. (87).

La rugosidad y energía de la superficie son propiedades que afectan la unión de los materiales adhesivos. Algunas investigaciones han evaluado anteriormente estas propiedades con el sistema Caridex™ como los estudios realizados por Yip *et al* (32), Emmanuel y Broome (101), en donde la humectabilidad de la superficie en la dentina se incrementó con el sistema Caridex™ cuando se comparó con otros 5 líquidos.

En un estudio *in vitro* realizado por McInnes-Ledoux (102) la rugosidad de la dentina remanente después del tratamiento con Caridex™ muestra los orificios de los túbulos dentinarios, fibras, ninguna capa de desecho y una apariencia rugosa .

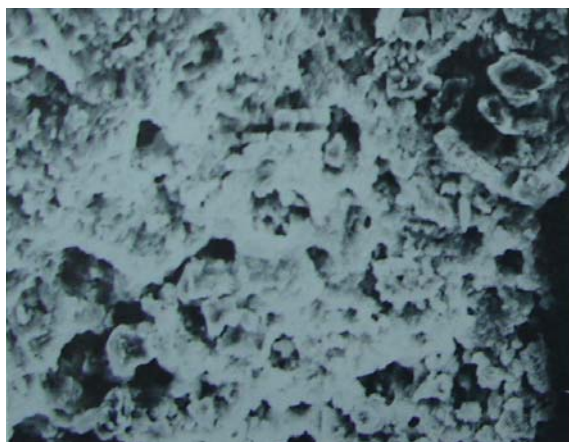


Gráfico 12. Superficie de la dentina después de usar el agente químico-mecánico Caridex™. Se nota la ausencia de la capa de desecho, los túbulos dentinarios abiertos y la irregularidad y rugosidad de la superficie (X82). Imagen al microscopio electrónico de barrido. *Tomado Wolski et al<sup>(77)</sup>, Operative Dentistry, 1989, 14.*

Así mismo Yip *et al*<sup>(32)</sup> reconoce en sus estudios *in vitro* que la superficie de la dentina después de la eliminación químico-mecánica de la caries con el agente Carisolv™ es muy irregular, presentando sobresalientes y socavados. La dentina remanente permanece sana y mineralizada y apropiada para la adhesión y restauración.

Por el contrario el estudio de Yazici *et al*<sup>(63)</sup> al microscopio electrónico de barrido (SEM), la superficie de la dentina luego de la eliminación de caries a través del agente químico-mecánico Carisolv™ se presentó lisa, se observaron

algunas estriaciones empacadas con capa de desecho hechas por los instrumentos manuales del Carisolv™. También se pudieron apreciar algunos túbulos dentinarios abiertos.

Un análisis químico y topográfico de la superficie de la dentina luego de la excavación con Carisolv™ y con instrumental rotatorio realizado por Arvidsson *et al*<sup>(103)</sup> en el 2002, reveló que no había diferencias significativas entre la cantidad de material orgánico y mineral en la superficie de la dentina, ni tampoco diferencias significativas en cavidades que fueron grabadas con ácido fosfórico al 35%, luego de ser excavadas con fresas o con Carisolv™ sin embargo a pesar de que la dentina no mostró gran diferencia química o topográficamente no quiere decir que algunas propiedades físicas o mecánicas difieran, tales como la dureza o la energía superficial .

En el estudio de Burke y Linch<sup>(6)</sup> la superficie de la dentina vista al SEM, después de la eliminación químico-mecánica con el agente Caridex™ no mostró evidencia de capa de desecho, la superficie era irregular y presentó los túbulos dentinarios abiertos, cuando realizaron una comparación de esta superficie con la de la dentina preparada químico-mecánicamente y luego acondicionada con ácido

poliacrílico al 25% por 30 segundos la superficie de la dentina mostró una apariencia más lisa .

En cuanto al contenido mineral de la dentina remanente después de la preparación químico-mecánica Yip *et al*<sup>(32)</sup> encontraron que la relación de calcio y fósforo fue de 2:1 lo cual es aproximadamente el mismo valor que para la dentina sana, los niveles de calcio son usados como indicadores del nivel de mineralización de la dentina. Los valores encontrados en este estudio son buenos indicadores de que las superficies de las cavidades luego de la eliminación químico-mecánica se mantienen razonablemente sanas.

En cuanto a las investigaciones realizadas para el análisis de la pulpa en el estudio de Kurosaki *et al*<sup>(76)</sup>, cavidades clase V fueron preparadas a baja velocidad sobre la superficie bucal de 48 dientes contra laterales de 2 perros. Estos fueron expuestos a GK-101 o solución salina por 3 minutos, luego lavados secados y sellados con cemento de policarboxilato.

Los especímenes fueron evaluados a los tres días y a las 2 semanas para exámenes histológicos. La respuesta pulpar a los 3 días fue inexistente o ligera. A las 2 semanas la reacción inflamatoria comenzó y el proceso reparador se

incrementó. No se encontró ninguna diferencia significativa entre los grupos experimentales y los controles, lo cual pudo indicar que la respuesta pulpar pudo haber sido debido a la preparación del diente y no a la solución .

Waltman *et al*<sup>(104)</sup>, prepararon cavidades clase V en premolares contra laterales que fueron extraídos por razones ortodóncicas, trataron una de las cavidades en cada paciente con Caridex<sup>TM</sup> y los extrajeron unos inmediatamente, otros a las 4 semanas y a las 7 semanas más tarde. Las observaciones histológicas mostraron que el Caridex<sup>TM</sup> fue biocompatible en consideración a la pulpa dental .

Según Azrack<sup>(71)</sup> después del tratamiento con Carisolv<sup>TM</sup>, hubo una más rápida formación del tejido duro cuando el agente estuvo en contacto directo con la pulpa. Esto estuvo asociado con el alto pH del agente.

#### **4.5 Ventajas del Tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos**

La principal ventaja es que son sistemas minimamente invasivos ya que producen la eliminación selectiva del tejido cariado sin afectar la dentina sana<sup>(6,32,63,65,87,102,103)</sup>, además de esto, la eliminación de caries se realiza de manera menos

traumática para el paciente<sup>(50)</sup>, de manera segura, fácil, con aceptabilidad clínica, y se minimiza el uso de anestésicos dentales <sup>(20,32,65,78,95,100)</sup>.

Un estudio realizado por Anusavice y Kincheloe<sup>(78)</sup>, comparó la respuesta dolorosa asociada con el sistema químico-mecánico y el procedimiento mecánico convencional durante la eliminación de caries, la respuesta de los pacientes al cuestionario de dolor de McGill reveló un mayor nivel de dolor asociado con el tratamiento convencional comparado con el procedimiento químico-mecánico.

Otra de sus ventajas es la relación costo-efectividad, la reducción en el riesgo de exposición pulpar en cavidades con caries profundas, la precisión en su colocación debido al aumento de viscosidad en el gel <sup>(6,20,32)</sup>.

A causa de la ausencia de la capa de desecho, la adhesión entre la restauración y el diente es mejorada<sup>(6,71,90)</sup>, Emmanuel y Broome<sup>(101)</sup> realizaron un estudio *in vitro* con 30 dientes extraídos y compararon la energía superficial de la dentina preparada químico-mecánicamente y la dentina cortada por instrumental rotatorio, midiendo el ángulo de

contacto de varios líquidos de prueba; agua destilada, formanida, diodometano, naftalina 1-bromo, y benzina.

La energía superficial de la dentina cortada con fresa fue de 39.5 dinas/cm. . En las superficies tratadas con el agente Caridex™ no se pudo obtener el ángulo de contacto ya que los líquidos se absorbieron totalmente. El agua destilada con una tensión superficial de 72.6 dinas/cm, humectó completamente la dentina tratada con Caridex™, lo cual indica que la energía superficial de la dentina tratada químico-mecánicamente es mayor que 72.6 dinas/cm. Implicando que esta dentina tiene mayor afinidad por los adhesivos dentinarios que la dentina cortada por instrumental rotatorio<sup>(101)</sup>. Esto también supone mayor atracción para contaminantes por lo cual es de primordial importancia el uso de aislamiento absoluto<sup>(74)</sup>.

Así mismo ya se ha demostrado que la superficie de la dentina queda con un alto grado de rugosidad (gráfico 15), lo cual resulta en una superficie idealmente apropiada para la colocación de materiales restauradores adhesivos<sup>(6,74)</sup>, además la resistencia de unión entre el material restaurador adhesivo y la dentina se incrementa<sup>(65,105)</sup>; el estudio de Wolski *et al*<sup>(77)</sup> tuvo como propósito probar la resistencia de unión de varios adhesivos dentinarios sobre la superficie de la



dentina luego de eliminar la caries con instrumental rotatorio y con un sistema químico-mecánico(Caridex<sup>TM</sup>) y si la topografía de esta superficie afectaba la resistencia de unión.

Para este estudio los investigadores utilizaron 100 dientes que presentaban extensas lesiones de caries y los dividieron en 2 grupos de 50 dientes cada uno, para eliminar la caries en un grupo con instrumental rotatorio a alta velocidad y spray de agua y en el otro grupo utilizando la solución del Caridex<sup>TM(77)</sup>.

Una vez que consideraron que la cavidad estaba libre de caries se realizó el estudio para medir la resistencia de unión de 5 resinas y sus adhesivos dentinario: Sealer resin y Curay-Fil (Scientific pharmaceuticals), Prisma universal Bond y Prisma-Fil (LD Caulk, Dentsply), Creation3+1 y Ultrabond (Den-Mat corp Santa María), Scotchbond y P30 (3M), ácido poliacrílico y Ketac-fil (Espe)<sup>(77)</sup>.Las uniones para probar la resistencia se midieron en una máquina de prueba Instron(Instron Corp, Canton, MA 02021).

Los resultados se presentan a continuación <sup>(77)</sup>:

Resistencia de unión (PSI)

Material	Fresa	Caridex
	Media	Media
Sealer resin y Curay-Fil	196	596
Prisma universal Bond y Prisma-Fil	868	1820
Creation3+1 y Ultrabond	484	660
Scotchbond y P30	271	642
acido poliacrílico y Ketac-fil	736	442

Tabla 2. Resistencia de unión (PSI) con instrumental rotatorio y convencional. Tomado de *Operative Dentistry Wolski et al*<sup>(77)</sup>, 1989, 14.

El análisis de varianza mostró que la resistencia de unión en los dientes tratados con Caridex<sup>TM</sup> fue significativamente mejor que en el grupo de dientes tratados con instrumental rotatorio, por eso llegaron a la conclusión que la resistencia de unión de las superficies preparadas químico-mecánicamente fue estadísticamente mucho mejor que la resistencia de unión de las superficies preparadas con fresas, probablemente debido a la diferencia topográfica creada por los 2 métodos<sup>(77)</sup>.

#### **4.6 Desventajas del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos**

La principal desventaja de los sistemas para la eliminación de caries químico mecánicos es el mayor tiempo requerido para el tratamiento comparado con el sistema convencional de instrumental rotatorio<sup>(32)</sup>. El tiempo necesario para la eliminación de la caries con el Carisolv™ está en un promedio de 5 a 20 minutos o más dependiendo del tipo de lesión de caries <sup>(5,71,95,90)</sup> Además tiene un efecto limitado sobre la dentina cariada dura<sup>(5,20,,84)</sup>.

Otra desventaja es la necesidad de acceso abierto de la cavidad, el fresado es a veces necesario para tener acceso a la lesión o para eliminar restauraciones existentes<sup>(74)</sup>.

El tiempo de vida útil es de un periodo muy corto una vez preparada la mezcla de los geles, en el caso del sistema Carisolv™ <sup>(63)</sup> y tanto para los métodos convencionales de eliminación de la caries dental (instrumental rotatorio) como para los sistemas químico-mecánicos, la caries secundaria se ha encontrado en solo unos pocos casos <sup>(5,71,74,84)</sup>. Entre las desventajas también se consideran los efectos secundarios o reacciones adversas<sup>(106)</sup>.

Ericsson *et al*<sup>(91)</sup>, reportaron que la caries fue efectivamente eliminada usando estos sistemas sin ninguna reacción adversa. Sin embargo, Hosoya *et al*<sup>(107)</sup> reportaron que en 63.6% de los casos estudiados, la caries no fue suficientemente removida por estos sistemas y además ocurrió un ligero enrojecimiento e inflamación de la encía.

Con respecto a los efectos sobre la mucosa bucal, un estudio realizado por Arvidsson *et al*<sup>(108)</sup> en el 2001, mostró resultados combinados de una prueba en humanos y un estudio experimental en ratas, y se demostró que el Carisolv™ puede ser considerado como una solución perjudicial si está en contacto directo sobre la mucosa bucal de manera prolongada durante 3 minutos causando en algunos casos solo una respuesta inflamatoria débil.

También ha sido referido que los diferentes aminoácidos que incluye el Carisolv™ disminuyen el efecto agresivo del NaOCl. Es bien conocido que el hipoclorito, un poderoso oxidante y agente de desinfección puede descomponer el tejido necrótico y debido a su alta reactividad este también puede descomponer tejido no necrótico<sup>(106)</sup>.

Sin embargo el estudio de Arvidsson *et al*<sup>(108)</sup> mencionado anteriormente, también revela que el alto pH del gel o de otras sustancias en el Carisolv™, tales como el agente colorante eritrosina pueden causar reacciones adversas de tejido. Los átomos de ladina en cada molécula de eritrosina posiblemente pueden estar presentes como agentes de oxidación en la solución cuando estos se disocian de la eritrosina.

En resumen el tiempo prolongado de aplicación del agente químico-mecánico incrementa el riesgo de contacto con la mucosa bucal y posibilita que ocurra una reacción de tejido, por lo cual es importante la utilización de aislamiento absoluto durante la utilización de estos sistemas<sup>(106)</sup>.

#### **4.7 Técnica del tratamiento de la caries dental a través de los sistemas químico-mecánicos**

La técnica clínica puede ser empleada fácil y rápidamente, sin embargo se requiere una cuidadosa selección del caso, para esto Morrow<sup>(84)</sup> refiere que los primeros casos deben ser lesiones de fácil y visible acceso, tales como caries oclusales, o radiculares por vestibular con 1 o 2 mm de apertura y por eso permitiendo que el procedimiento sea

observado. La cavitación ayuda a proveer un fácil acceso para la aplicación del gel y la instrumentación sin necesidad de usar una pieza de mano para ganar acceso<sup>(20,32,463,64,,71,74,84)</sup>.

De acuerdo a las instrucciones del fabricante del sistema Carisolv™, ambas jeringas de geles deben sacarse del refrigerador aproximadamente 1 hora antes del tratamiento para que obtenga la temperatura ambiente<sup>(71,84,102)</sup>.

El gel sin mezclar se presenta en 2 jeringas separadas, antes de usar se abre la tapa de cada jeringa y los dos tubos se aseguran juntos usando conectores estilo macho y hembra. Luego los émbolos son presionados alternadamente para mezclarse y activar el gel. Una vez que el gel ha sido mezclado este toma un color homogéneo y se pueda dispensar directamente en un contenedor tal como un vaso dappen<sup>(20,71,84)</sup>.

El gel mezclado es aplicado a la caries y se deja que actúe por un lapso de 30 segundos para permitir que comience a degradar la dentina enferma y luego comenzar a usar los instrumentos manuales. Al estar en contacto con la caries el gel toma un color oscuro<sup>(20,64, 63,64,71,84)</sup>.

La eliminación de la caries toma un máximo de 10 a 15 minutos dependiendo del tamaño de la cavidad<sup>(20,85-86,93)</sup>. De esta manera el tiempo crítico de 20 minutos no es excedido, luego del cual de acuerdo a las instrucciones del fabricante la eficacia del producto comienza a deteriorarse. Después de 30 a 60 segundos de haberse producido el reblandecimiento de la dentina, esta puede ser eliminada con un excavador, en un movimiento rápido sin ejercer presión. El agente se puede aplicar de 3 a 6 veces hasta que el gel no se torne oscuro con los desechos. Durante el procedimiento es útil ir lavando la cavidad intermitentemente para ir inspeccionando <sup>(77)</sup>. El hecho de que el gel oscurezca es dado como un indicador de caries por parte del fabricante. En aquellos casos donde no hay suficiente acceso a la dentina cariada, el acceso se prepara con alta velocidad<sup>(20,32,63,64,71,84)</sup>.

Para la evaluación cavitaria tal como se utiliza en la preparación cavitaria convencional uno de los métodos más confiables para verificar la eliminación de la caries son el color, la estructura y dureza de la superficie. Ciertos indicadores han sido empleados en el sistema químico-mecánico ellos son<sup>(84)</sup>:

- El gel no se torna oscuro cuando la eliminación de la caries esta completa.

- La sensación táctil guía al operador; los instrumentos pasan fácilmente sobre la dentina sana sin tomar estructura dentaria.
- Cuando la preparación cavitaria esta completa y la cavidad es lavada y secada, la dentina sana toma una apariencia irregular, de aspecto ligeramente "nevado", en comparación con la apariencia lisa y brillante que se logra con la preparación convencional.

La razón de este diferencia visual es que seguida a la preparación convencional la apariencia lisa y brillante de la dentina es debido a la capa de desecho que se extiende fuera de la dentina subyacente, en contraste la superficie tratada químico-mecánicamente carece de capa de desecho, dejando la dentina expuesta con una superficie rugosa, la cual tiene como característica un acabado mate <sup>(56)</sup>. El hecho de que la dentina sea libre de desecho la transforma en un buen sustrato para la adhesión<sup>(84)</sup>.

Luego de que la caries ha sido eliminada la cavidad puede ser restaurada de manera convencional usando el material dental de elección, preferiblemente aquellos que no necesitan ningún tipo de planimetría para lograr su retención a la estructura dentaria<sup>(71,84)</sup>.



Es importante destacar ciertas recomendaciones para el uso del sistema Carisolv™, tomando en cuenta las reacciones adversas que fueron descritas anteriormente. De acuerdo a las instrucciones del fabricante con el objetivo de evitar contacto y posibles reacciones a la membrana mucosa es importante usar un dique de goma durante el tratamiento. Inclusive con un dique de goma puede haber contacto con la mucosa, por tal motivo la mucosa bucal debe ser protegida con materiales protectores tales como manteca de cacao o vaselina y mantener el aislamiento absoluto o con rollos de algodón cuando este no sea posible<sup>(84)</sup>.

La preservación de estructura dentaria es de primordial importancia en el enfoque de mínima intervención, por esto los sistemas de eliminación de caries químico-mecánicos van dentro de la tendencia de estos principios entre los cuales se incluyen el entendimiento del proceso de caries para el manejo apropiado de las lesiones, el uso de fluoruro para remineralización, y modificación de los diseños cavitarios por el avance de materiales restauradores<sup>(36,109,110)</sup>.

Luego de la eliminación de caries con cualquier agente químico-mecánico la superficie de la dentina está apta para

restaurar con cualquier material, sin embargo como se preserva estructura dentaria, es deseable utilizar también materiales restauradores adhesivos que no necesitan alguna planimetría o diseño cavitario<sup>(20)</sup>.

Como con estos sistemas la capa de la dentina interna, afectada, se preserva y tiene capacidad de remineralizarse, el uso de materiales restauradores bioactivos, favorece el proceso de remineralización<sup>(35,109,110)</sup>.

Entre los materiales restauradores bioactivos disponibles tenemos los vidrios ionómeros convencionales, y vidrios ionómeros modificados con resina. Una ventaja de los materiales restauradores modernos es que ellos pueden ser combinados, de manera tal que las limitaciones de uno puedan ser compensadas por otro material<sup>(35,109,110)</sup>.

El vidrio ionómero ofrece un intercambio iónico entre la dentina y el esmalte y previene la microfiltración. Se considera un material bioactivo ya que libera iones de calcio, fosfato, estroncio y fluoruro. Los principales atributos del vidrio ionómero incluyen la adhesión, el intercambio iónico con la estructura dentaria, la cual parece estar parcialmente relacionada con el pH del medio bucal. Se ha demostrado que

hay una transferencia de fluoruro tanto dentro como fuera de la restauración, por un periodo extendido, presumiblemente el tiempo de vida de la restauración. Además puede haber una liberación de iones de calcio y fosfato en el agua, y estos iones pueden ser utilizados para el proceso de remineralización de la estructura dentaria y por esto ayudando en la eliminación de lesiones de caries<sup>(109,110)</sup>.

La abundante liberación de iones fluoruro durante los días posteriores a la aplicación de un vidrio decae rápidamente durante la primera semana y se estabiliza después de 2 a 3 meses, aunque es muy inferior, el ritmo de liberación a largo plazo parece garantizar la protección de los dientes circundantes y los dientes adyacentes frente a la caries<sup>(35,109,110)</sup>.

Cuando existe una concentración elevada de fluoruros en la boca, tal como ocurre cuando el odontólogo realiza una aplicación tópica, los iones pueden volver nuevamente al vidrio ionómero por esto se consideran una reserva de fluoruros. Otra de las ventajas del vidrio ionómero es que puede ser utilizado como base para cualquier material restaurador<sup>(35,109,110)</sup>.

La principal limitación del vidrio ionómero es su baja resistencia a la fractura, por esto en cavidades mínimas resultan adecuados, pero en restauraciones extensas, es necesario el uso de otros materiales restauradores de mejores propiedades mecánicas<sup>(102)</sup>.

Las resinas compuestas tienen una alta resistencia, adhesión a la estructura dentaria, resistencia al desgaste, alta estética, y pueden ser manipuladas y esculpidas para imitar la forma natural del diente. La limitación de las resinas es su contracción de polimerización, lo cual permite considerables tensiones en las uniones adhesivas y La técnica para su colocación es sensible<sup>(35,109,110)</sup>.

Para el transporte de iones es necesario que la naturaleza del material sea acuosa y se requiere la presencia de agua, por esto no es posible el desarrollo de la bioactividad de una resina compuesta<sup>(35,109)</sup>.

Si una cavidad es primero restaurada con un material como vidrio ionómero, habrá una unión bioactiva desarrollada con la dentina, incluyendo la dentina afectada desmineralizada, y por eso la microfiltración será eliminada. Una vez que el vidrio ionómero ha madurado, este puede ser

tallado para colocar luego una resina compuesta. En áreas que no están bajo esfuerzos oclusales, el vidrio puede ser dejado expuesto, pero en aquellas que están sometidas a cargas oclusales es necesario la colocación de un material que soporte estas cargas<sup>(36,102)</sup>.

La resistencia de unión de cementos de vidrios ionómeros a la dentina preparada convencionalmente puede ser significativamente mejorada acondicionando la dentina con ácido poliacrílico al 10-40%<sup>(109)</sup>, sin embargo según el estudio de Mcinnes Ledoux<sup>(102)</sup> como en la eliminación químico-mecánica de la caries no se produce la capa de desecho, la resistencia de unión del vidrio ionómero a la dentina remanente es comparable con la alcanzada con el acondicionamiento de ácido poliacrílico a la dentina preparada convencionalmente.

En países con escasos recursos el concepto de utilizar el vidrio ionómero como reemplazo de la dentina ha sido introducido desde hace mucho tiempo. Este enfoque se contempla en el tratamiento restaurador atraumático (ART), el cual también se beneficia de las bondades de los materiales bioactivos<sup>(4,33-35,65)</sup>.

Diferentes estudios han evaluado la eficacia del enfoque ART, uno de estos estudios realizado por Mandari<sup>(4)</sup>, in vivo, utilizó un agente químico-mecánico para la eliminación de la dentina infectada, después de 2 años ninguna de las restauraciones presentó caries secundaria. Este estudio fue realizado en Tanzania se hizo para comparar la efectividad de 3 enfoques restauradores minimamente invasivos en lesiones de caries oclusales que llegaban a dentina.

Los 3 enfoques fueron: uno convencional llevado a cabo en una clínica dental universitaria, en el cual la eliminación de la caries se realizó con una pieza de mano a baja velocidad, uno convencional modificado, llevado a cabo en un campo abierto de asentamiento con la ayuda de un equipo portátil, y un enfoque de tratamiento restaurador atraumático modificado, en el cual la modificación consistió en utilizar un agente químico mecánico para realizar la eliminación de la caries<sup>(4)</sup>.

La muestra para el estudio consistió de 430 pares contralaterales de cavidades oclusales en molares permanentes de 152 niños escolares con un promedio de edad de 11 años, las cuales posteriormente fueron restauradas con amalgama o vidrio ionómero por un terapeuta dental. Después de dos años se calculó el porcentaje de restauraciones que

todavía permanecían en boca, la evaluación consistió en comparar modelos realizados 1 hora después de haber realizados las restauraciones con modelos hechos 2 años después, y además se realizó una evaluación clínica para determinar la calidad y la presencia de caries secundaria de las restauraciones según el criterio USPHS Ryge<sup>(111)</sup>. Los resultados del estudio revelan que 3% de las restauraciones de amalgamas presentaron caries secundaria, en cambio ninguna de las restauraciones realizadas con vidrio ionómero presentó caries <sup>(4)</sup>.

El uso de materiales restauradores bioactivos supone un intercambio iónico con la estructura dentaria, lo cual favorece el proceso de remineralización y por esto controlando la aparición de lesiones de caries, permitiendo mejores condiciones en el ambiente bucal<sup>(35,109)</sup>.

### III DISCUSIÓN

Los sistemas químicos-mecánicos son realmente un procedimiento de excavación manual modificado con la ayuda de un gel, el cual afecta potencialmente el proceso de eliminación en dos maneras<sup>(112)</sup>:

1. Un efecto lubricante que ayuda a la abrasión mecánica
2. Un efecto químico sobre la estructura de la dentina afectada por caries

Es importante hacer notar que los instrumentos manuales diseñados en estos sistemas son diferentes, estos se parecen más a una fresa redonda que a un excavador manual convencional. Por eso el modo de acción es suave, generando manualmente una "abrasión" en vez de cortar<sup>(112)</sup>, lo cual según numerosos estudios<sup>(6,32,63,65,87,102,103,112)</sup> deja la estructura sana del diente intacta.

Los componentes químicos del agente Carisolv™ son tres diferentes aminoácidos (ácido glutámico, leucina y lisina), cloruro de sodio, eritrosina, agua e hidróxido de sodio en un gel de alta viscosidad, y también de hipoclorito de sodio de baja concentración en una jeringa de fluido transparente.



Cuando el gel y el fluido son mezclados en la jeringa, los aminoácidos se unen al cloro y forman cloraminas. Los tres aminoácidos están diferentemente cargados, lo cual permite una atracción electrostática a diferentes áreas de la dentina cariada. La formación de cloraminas reduce la reactividad del cloro sin alterar su función química<sup>(5,20,65,84,88,95,112)</sup>.

El resultado químico de este proceso es la ruptura del colágeno degradado encontrado en la porción desmineralizada de la lesión cariosa. El colágeno degradado tiene una estructura abierta (ha perdido su configuración helicoidal) y es por eso más susceptible a la ruptura por las cloraminas. La naturaleza porosa de la dentina desmineralizada permite la penetración del agente químico-mecánico Carisolv™. La dentina sana no resulta afectada porque el colágeno que no es afectado es más resistente a la degradación, en cambio la estructura del colágeno degradado es roto y fácilmente se puede raspar hacia fuera con los instrumentos manuales<sup>(5,87,88,112)</sup>.

La combinación de estos dos factores (químico y mecánico) resulta en una mínima formación de capa de desecho con presencia de túbulos dentinarios abiertos<sup>(6,77,87,95,102,112)</sup>.

En un estudio realizado por Banerjee *et al*<sup>(64)</sup>, el cual utilizó la autofluorescencia natural de la dentina cariada a través del uso de un microscopio de láser confocal. Estos autores evaluaron la eficiencia y efectividad de 5 métodos alternativos para la eliminación de la dentina cariada, en el cual el agente químico-mecánico Carisolv™ resultó ser el método que consumió mayor tiempo pero el más apropiado para eliminar la cantidad "requerida" de dentina, indicada por la señal de autofluorescencia.

Estudios *in vitro* sobre los efectos del agente químico-mecánico Carisolv™ sobre la dureza en la dentina cariada permanente, han demostrado que este no cambia la dureza de la dentina normal o de la capa interna de la dentina cariada, este solo afecta el colágeno degenerado, causando un reblandecimiento selectivo de la capa externa de la dentina cariada<sup>(103)</sup>.

Estudios morfológicos han demostrado que el tratamiento con Carisolv™ sobre la dentina cariada elimina la capa de desecho y expone los túbulos dentinarios, y las superficies de la dentina tratada son más rugosas que las producidas por el método convencional de instrumental rotatorio<sup>(103)</sup>.

Sin embargo algunos estudios<sup>(99,113)</sup> refieren que elimina toda la capa de desecho en la dentina cariada de dientes temporales y no toda la capa de desecho de los dientes permanentes<sup>(63,103)</sup>. Existen diferencias entre la dentina primaria y permanente. Un análisis comparativo acerca de la dureza indica que el área central de la dentina coronal es considerablemente más dura en dientes permanentes, por lo cual se concluye que la dentina permanente es más mineralizada debido a que la dureza está relacionada con el grado de mineralización.

La evaluación de la micromorfología de los dientes temporales y permanentes también es diferente. Los dientes temporales tienen una menor concentración y más pequeño diámetro de los túbulos dentinarios a una distancia de 0.4-0.5mm de la superficie pulpar. Estas características deben tenerse en cuenta para las diferencias que se ven en la eliminación de la capa de desecho que ocurre en los dientes temporales, la cual a veces es incompleta en dientes permanentes. Un menor contenido mineral en la dentina primaria ofrece menor protección al efecto desproteínizante no específico del hipoclorito de sodio; el porcentaje de hipoclorito

de sodio en el Carisolv™ es de 0,25% después de mezclar las dos soluciones <sup>(114)</sup> .

Un estudio realizado por Yazici *et al*<sup>(5)</sup> evaluó a través del microscopio electrónico de barrido la topografía de la dentina humana después de diferentes técnicas de eliminación de caries. En este estudio el Carisolv™ fue aplicado sobre la dentina cariada por 30 segundos. La dentina reblandecida fue eliminada con los excavadores diseñados especialmente por el sistema y el procedimiento se repitió hasta que el gel no se tornó oscuro. La evaluación al SEM reveló un número de diminutas grietas sobre los especímenes tratados con Carisolv™. Banerjee *et al*<sup>(112)</sup> han referido que esas microgrietas pueden ser debido a la naturaleza hidrofílica del gel, lo cual causa deshidratación de la superficie de la dentina.

A pesar de que muchos reportes indican que el Carisolv™ elimina la capa de desecho y expone los túbulos dentinarios, en este estudio no se eliminó totalmente la capa de desecho. Los autores observaron una capa de desecho y finas marcas dejadas por los instrumentos manuales. Esta capa de desecho pudo ser debido a la alta aplicación de fuerza durante la excavación mecánica<sup>(5)</sup> .

Hosoya<sup>(113)</sup> y otros autores<sup>(5)</sup> han observado en sus estudios los túbulos dentinarios parcialmente abiertos y remanentes de la capa de desecho cubriendo la superficie de la dentina luego del tratamiento con Carisolv<sup>TM</sup>, sin embargo otros como Cederlund *et al*<sup>(115)</sup> han encontrado que el Carisolv<sup>TM</sup> falla en eliminar la capa de desecho y los túbulos dentinarios no están abiertos, pero estos estudios fueron conducidos sobre superficies dentinarias sin caries. Contraria a estas observaciones Banerjee *et al*<sup>(112)</sup> reportaron que después de la eliminación químico-mecánica de la dentina cariada con Carisolv<sup>TM</sup> la superficie mostró una mínima capa de desecho y los túbulos dentinarios estaban abiertos. En vista de estos diversos resultados, parece ser que los sistemas químico- mecánicos son técnicos sensibles y muestran variables dependientes del operador<sup>(113)</sup> .

Como se ha descrito en este trabajo los sistemas químico-mecánicos son tratamientos de mínima intervención ya que se preserva la estructura dentaria sana, el hecho de que estos sistemas son productos importados aumentan su valor comercial impidiendo su globalización a larga escala<sup>(97)</sup>, en países como el nuestro en donde los estratos sociales más bajos no tienen el poder adquisitivo para poder pagar los

servicios de última tecnología, es cuestionable el uso de estos sistemas; a menos que el estado asuma una política de salud donde se apliquen lineamientos de odontología minimamente invasiva. Este sistema puede ser sustituido por la eliminación de caries con los instrumentos manuales convencionales, el uso de técnicas como la excavación progresiva<sup>(16,59,60)</sup>, el tratamiento restaurador atraumático<sup>(33,35)</sup> que provee un manejo sencillo y fácil de aplicar; lo importante en cualquier caso es el monitoreo del tratamiento realizado<sup>(13,33-36)</sup>.

Como en todos los sistemas, el enfoque químico-mecánico tiene sus limitaciones, el hecho de que no se puede aplicar en lesiones incipientes<sup>(20,61,99)</sup>, y que muchas veces es todavía necesario el uso de una pieza de mano para ganar acceso a la lesión<sup>(51,62)</sup> pone en la balanza su uso en contra de ventajas notables como el aumento de la resistencia adhesiva<sup>(6,71,77,90)</sup> de los materiales como las resinas compuestas, y la preservación de mayor cantidad de estructura dentaria. Los casos para la aplicación deben ser bien seleccionados<sup>(20,32,84)</sup> y el odontólogo debe ser previsivo en cuanto a que la técnica es sensible<sup>(5,113)</sup>, por lo cual se deben seguir con mucho cuidado las instrucciones dadas por el fabricante.

#### **IV. CONCLUSIONES**

1. El entendimiento del proceso de caries y de la lesión de caries provee al odontólogo de herramientas para discernir los diferentes tipos de tratamientos.
2. Actualmente se disponen de diferentes sistemas para la eliminación del tejido cariado orientados hacia la preservación de la estructura dentaria, es importante conocer sus indicaciones y limitaciones para poder aplicarlos eficazmente según el caso.
3. Los sistemas químico-mecánicos proveen un tratamiento para la caries menos invasivo aplicando una solución en la parte externa de la dentina infectada, ablandando esta capa , y por esto haciéndola más fácil de eliminar con instrumentos manuales.
4. El tratamiento de la caries dental con los sistemas químico-mecánicos requiere la necesidad de buen acceso a la dentina cariada, ya que estos sistemas no tienen efecto sobre el esmalte. Es importante una adecuada selección del caso y algunas veces es necesario tratamientos combinados.
5. La aplicación de los sistemas químico-mecánicos necesitan para su aplicación mayor tiempo que los sistemas convencionales.

6. Los estudios basados en la evidencia están orientados hacia la eliminación del tejido infectado y de preservar la capa de dentina afectada, para luego restaurar con materiales adhesivos, pero se necesitan más estudios a largo plazo que demuestren su validez.



## V. REFERENCIAS

1. Cova R, Lozada I. Estudio para la planificación integral de la odontología en Venezuela. Área de salud oral. Ministerio de sanidad y asistencia social, Departamento de odontología sanitaria;1972.
2. Cordova Y. Estudio del perfil enfermedad bucal de la zona de Zuata, distrito sanitario N° 6, Estado Anzoátegui. Trabajo especial de grado. Caracas: UCV,1987.
3. Fernandez C, Acevedo A. Escalona L, Premoli de Percoco G. Epidemiological study of dental caries in preschool and school(age) Venezuelan children (abstract). J. Dent Res 1991;70:317.
4. Mandari G, Truin G, Van't Hof M, Frecken J. Effectiveness of three minimal intervention approaches for managing dental caries: survival of restorations after 2 years. Caries Research 2001; 35: 90-94.
5. Yazici A, Atilla P, Ozgunaltay G, Müftüoglu S. In vitro comparison of the efficacy of Carisolv<sup>TM</sup> and conventional rotary instrument in caries removal. Journal of Oral Rehabilitation 2003; 30: 1177-1182.
6. Burke F, Lynch E. Glass polyalkenoate bond strength to dentine after chemomechanical caries removal. J. Dent 1994; 22: 283-291.
7. Schutzbank S, Marchwinski M, Kronman J, Goldman M, Clark E. In vitro study of GK-101 effectiveness in caries removal. IADR abstracts 1974.125.

8. Ismail A, Hasson H, Sohn W. Dental caries in the second millennium. *Journal of Dental Education* 2001;65-10:953-959.
9. Ten Cate, J.M. The effect of fluoride on enamel and remineralization in vitro and in vivo. *International Congress Zurich 1983: Basel S Karger 1984.*
10. Malone W, Massler M. Tratamiento de la caries en: *Teoría y práctica en prostodoncia fija.* 1991: Octava edición. Editorial medico odontológicas; 25-45.
11. Keyes PH. Recent advances in dental caries research. *Bacteriological Findings and Ecological implications.* *J Dent Res.* 1962 ;12:443-464.
12. Fejerskov O. Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997; 25: 5-12.
13. Peters M, McLean M. Minimal intervention and concepts for minimally invasive cavity preparations. *Journal Adhesive Dental* 2001;3:7-16.
14. Zero D. El proceso de la caries dental. *Clínicas odontológicas de Norteamérica* 1999;4:697-727.
15. Kidd E, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J. Dent. Research* 2004; 83:C35-C38.
16. Kidd E. How clean must a cavity be before restoration? *Caries Research* 2004; 38:305-313.
17. Manji F, Fejerskov O, Nagelkerke NJD, Baelum V. A random effects model for some epidemiological features of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 1991;19:324-328.

18. Kidd E, Jayston-Bechal S. Essentials of dental caries; the disease and its management 1987; Wright Bristol.
19. Lanata E. Capítulo 7 Instrumental utilizado en operatoria dental. Capítulo 24 tecnologías emergentes en Operatoria dental. En: Lanata E. Operatoria dental estética y adhesión. Buenos Aires Argentina. Editorial médica panamericana 3<sup>ra</sup> edición.1988.39-53.
20. Beeley J ,Yip H, Stevenson A,. Chemomechanical caries removal: a review of the techniques and latest developments. British Dental Journal 2000;188:427-430.
21. Silverstone LM. Structure of carious enamel including the early lesion. In: Oral Sciences reviews. N° 3. Dental enamel. Melcher AH, Zarb GA, editors. Copenhagen:Munksgaard,pp.100-160.
22. Barrancos M. Capítulo 8 Cariología. Capítulo 4 instrumental. En: Barrancos M. Operatoria dental, Buenos Aires Argentina. Editorial médica panamericana 3<sup>ra</sup> edición.1999.81-155.
23. Mathews C, Van Holde K. Capítulo 5 Introducción a las proteínas: nivel primario de la estructura proteica. Capítulo 6 Estructura tridimensional de las proteínas en: Mathews y Van Holde Bioquímica. Editorial McGraw-Hill. Interamericana. Segunda edición. 1998. 141-217.
24. Sturdevant. Capítulo 3 Cariología en: Sturdevant Operatoria dental arte y ciencia. Editorial Mosby. Tercera edición 1996.
25. Fusayama T, Ohgushi K. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. Journal Dental Research 1975;54:1019-1026.

26. Kubo S, Li H, Burrow M, Tyas M. Nanoleakage of dentin adhesive systems bonded to Carisolv<sup>TM</sup>-treated dentin. *Operative Dentistry* 2002;27:387-395.
27. Ogawa K, Yamashita T, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *Journal Dental Research* 1983; 62: 7-10.
28. Harnirattisai C, Inokoshi S, Shimada Y, Hosoda H. Interfacial morphology of an adhesive composite resin and etched caries affected dentin. *Operative Dentistry* 1992;17:222-228.
29. Frank R, Wolff F, Gutmann B. Microscopic electronique de la carie au niveau du dentine humaine. *Arch Oral Biol* 1964;9:163-197.
30. Nakajima M, Sano H, Burrow M, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell C, Pashley D. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *Journal Dental Research* 1995; 74: 1679-1688.
31. Nakajima M, Sano H, Urabe I, Tagami J, Pashley D. Bond strengths of single bottle dentin adhesives to caries-affected dentin. *Operative Dentistry* 2000;25:2-10.
32. Yip H, Stevenson A, Beeley J. An improved reagent for chemomechanical caries removal in permanent and deciduous teeth: an in vitro study. *J. Dent.* 1995; 23: 197-204.
33. Frecken J, Makoni F, Sithole WD. ART restorations and glass ionomero sealants in Zimbabwe: survival after 3 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26:372-81.

34. Smales R, Fang D. In vitro effectiveness of hand excavation of caries with the ART technique. *Caries Research* 1999; 33:437-440.
35. Mjör I, Gordan V. A Review of atraumatic restorative treatment (ART). *International Dental Journal* 1999;49:127-131.
36. Mount G, Ngo H. Minimal intervention: early lesions. *Quintessence International* 2000;31:535-546.
37. Anusavice K. Clinical decision making for coronal caries management in the permanent dentition. *Journal of Dental Education* 2001;65-10:1143-1146.
38. Bjorndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Research* 1997; 31:411-417.
39. Black GV. Extracts from the last century. Susceptibility and immunity by dental caries by G.V. Black. *Br Dent J.* 1981 Jul 7;151(1):10.
40. Banerjee A, Watson T, Kidd E. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *British Dental Journal* 2000;188:476-482.
41. Kidd E, Ricketts D, Beighton D. Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *British Dental Journal* 1996;180:287-291.
42. Fisher F. The viability of microorganisms in carious dentine beneath amalgam restorations. *British Dental Journal.* 1966;121:413.
43. Zafer C, Yazici A, Taner A, Ozgunaltay G. A morphological and micro-tensile bond strength evaluation of a single bottle adhesive to caries affected

- human dentine after four different caries removal techniques. *Journal of Dentistry* 2003;31: 429-435.
44. Reeves R, Stanley H. The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1966;22:59.
  45. BJORNDAL L, LARSEN T. Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Research* 2000; 34:502-508.
  46. BJORNDAL L. dentin caries: progression and clinical management. *Operative Dentistry* 2002;27:211-217.
  47. BODECKER C. Histologic evidence of the benefits of temporary fillings and successful pulp capping of deciduous teeth. *J Am Dent Assoc* 1938; 25:777-786.
  48. LAW D, LEWIS T. The effect of calcium hydroxide on deep carious lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1961;14:1130-1137.
  49. SCHOUBOE T, MACDONALD J. Prolonged viability of organisms sealed in dentinal caries. *Arch Oral Biol* 1962;7:525-526.
  50. KING J, CRAWFORD J, LINDAHL R. Indirect pulp capping: A bacteriologic study of deep carious dentine in human teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1965;20:663-671.
  51. KERKOVE B, HERMAN S, KLEIN A, McDONALD R. A clinical and television densitometric evaluation of the indirect pulp capping technique. *J Dent Child* 1967;34:192-201.
  52. MAGNUSSON B, SUNDELL S. Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. *J Int Assoc Dent Child* 1977,8: 36-40.

53. Weerheijm K, Soet J, Van Amerongen W, Graaff J. The effect of glass ionomer cement on carious dentine. *Caries Res* 1993; 27: 417-423.
54. Leskell E, Ridell K, Cvek M, Mejare I. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 192-196.
55. Kreulen C, Soet J, Weerheijm K, Van Amerongen W. In vivo cariostatic effect of resin modified glass ionomer cement and amalgam on dentine. *Caries Research* 1997;31:384-389.
56. Weerheijm K, Kreulen C, Soet J, Groen H, Van Amerongen W, Graaff J. bacterial counts in carious dentine under restorations 3 years in vivo effects. *Caries Res* 1999; 33: 130-134.
57. Bjorndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997;31:411-417.
58. Bjorndal L, Thylstrup A. A practice-based study of stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth: A 1 year follow-up study. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998;26:122-128.
59. Bjorndal L, Larsen T. Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res* 2000;34:502-508.
60. Maltz M, De Oliveira E, Fontanella V, Bianchi R. A clinical, microbiologic and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 2002;33: 151-159.

61. Nadanovsky P, Carneiro C, Souza F. Removal of caries using only hand instruments: a comparison of mechanical and chemomechanical methods. *Caries Research* 2001; 35:384-389.
62. Sato Y, Fusayama T. Removal of dentin by fuchsin staining. *Journal Dental Research* 1976; 55:678-683.
63. Yazici A, Atilla P, Ozgunaltay G, Dayangac B. A scanning electron microscopic study of different caries removal techniques on human dentin. *Operative Dentistry* 2002;27:360-366.
64. Banerjee A, Watson T, Kidd E. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Research* 2000; 34:144-150.
65. Ansari G, Beeley J, Fung D. Chemomechanical caries removal in primary teeth in a group of anxious children. *Journal of Oral Rehabilitation* 2003; 30: 773-779.
66. Mount G, Bryant R. Capitulo 8 materiales de ionómeros de vidrio en: Mount G, Hume W. *Conservación y restauración de la estructura dental*. Editorial Harcourt Brace de España. Mosby. 1999. 69-82.
67. Yamada Y, Hossein M, Suzuki N, Kinoshita J, Nakamura Y, Matsumoto K. Removal of carious dentine by Er: YAG laser irradiation with and without Carisolv. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* 2001;19:127.
68. Hamilton J, Dennison J, Stoffers K, Welch K. A clinical evaluation of air-abrasion treatment of questionable carious lesions. A 12 month report. *JADA* 2001;132:762-769.
69. Boyde A. Airpolishing effects on enamel, dentine, cement and bone. *British Dental Journal* 1984;156:287-291.



70. Kronman J, Goldman M, Habib C, Mengel L. Electron microscopic study of altered collagen structure after treatment with N-monocloro-DL-2-aminobutyrate (Gk101E). *Journal Dental Research* 1979; 58:1914.
71. Azrak B, Callaway A, Grundheber A, Stender E, Willershausen B. Comparison of the efficacy of chemomechanical caries removal (Carisolv™) with that of conventional excavation in reducing the cariogenic flora. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2004;14:182-191.
72. Yip H, Stevenson A, Beeley J. Mineral content of the dentine remaining after chemomechanical caries removal. *Caries Research* 1995; 29:111-117.
73. Barrancos M. Capitulo Restauraciones sin preparación cavitaria. En : Barrancos M. *Operatoria dental*, Buenos Aires Argentina. Editorial médica panamericana 3<sup>ra</sup> edición.1988.154-155.
74. Maragakis G, Hahn P, Hellwig E. Chemomechanical caries removal: a comprehensive review of the literature. *International dental journal* 2001;51:291-299.
75. Gross J, Highberger J, Shrnitt F. Some factors involved in the fibrogenesis of collagen in vitro. *Biol Med* 1952;80:462-465.
76. Kurosaki N, Sato Y, Iwaku M *et al.* Effect of a carious dentine softener on the dentin and pulp. *Journal Prosthet Dent* 1977;38:169-173.
77. Wolski K, Goldman M, Kronman J, Nathason D. Dentinal bonding after chemomechanical caries removal- effect of surface topography. *Operative Dentistry*;1989,14,87-92.

78. Anusavice K, Kincheloe J. Comparison of pain associated with mechanical and chemomechanical removal of caries. *J. Dent. Research* 1987(11); 66:1680-1683.
79. Schutzbank S, Galaini J, Kronman J, *et al.* A comparison in vitro study of GK-101 and GK-101E in caries removal. *Journal Dent Res* 1978;57:861-864.
80. Roth K, Domnick E, Ahrens G. Untersuchungen über die effektivität von Caridex<sup>TM</sup> bei der Kariesentfernung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1989;44:463-465.
81. Scheutzel P. Möglichkeiten und grenzen des Caridex-Systems als alternative zur herkömmlichen kariesentfernung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1989;44:612-614.
82. Barwart O, Moschen I, Graber A. In vitro study to compare the efficacy of N-monochloro-D,L-2-aminobutyrate ( NMBA, GK101E) and water in caries removal. *Journal of Oral Rehabilitation* 1991; 18: 523-529.
83. Zinck J, McInnes-Ledoux P, capdeboscq C, *et al.* Chemomechanical caries removal- a clinical evaluation. *Journal Oral Rehabil* 1988;15:23-33.
84. Morrow L, Hassall D, Watts D, Wilson N. A chemomechanical method for caries removal. *Dental Update* 2000;27:398-401.
85. Haffner C, Benz C, Hickel R. Chemomechanical caries removal- A clinical study. *Caries Research* 1999; 33:281-330  
Yip H, Stevenson A, Beeley J. Chemomechanical removal of dental caries in deciduous teeth further studies in vitro. *British dental journal* 1999;186:179-182

86. Banerjee A, Watson T, Kidd E. Carious dentine excavation using Carisolv™ gel: A quantitative, autofluorescence assessment using scanning microscopy. *Caries Research* 1999; 33:281-330.
87. Wennerberg A, Sawase T, Kulje C. The influence of Carisolv™ on enamel and dentine surface topography. *European Journal of Oral Sciences* 1999;107:297-306.
88. Bornstein R, Ericson D. Development of a tissue preserving agent for caries removal. In: Albrektsson T, Bratthall D, Glantz P, Lindhe J. (Editors). *Tissue Preservation in Caries Treatment*. London. Quintessence 2001. p 153-162.
89. Miller C, Decup F, Domejean S, Gillet D, Guigand M, Kaleka R, Laboux O, Lafont J, Medioni E, Serfaty R, Toumelin F, Tubiana J, Lasfargues J. Clinical evaluation of the Carisolv™ chemomechanical caries removal technique according to the site/stage concept, a revised caries classification system. *Clinic Oral Investigation* 2003;7:32-37.
90. Lozano M, Zambrano O, Gonzalez H, Quero M. clinical randomized controlled trial of chemomechanical caries removal (Carisolv™). *International Journal of Paediatric Dentistry* 2006; 16: 161-167.
91. Ericson D, Zimmerman M, Raber H, Gotrick B, Bornstein R, Thorell J. Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemomechanical removal of caries. *Caries Research* 1999;33:171-177.
92. Fure S, Lingstrom P, Birkhed D. Evaluation of Carisolv™ for the chemo-mechanical removal of primary root caries in vivo. *Caries Research* 2000,34:275-280.

93. Moran C, Lynch E, Peterson L, Borsboom P. Comparison of caries removal using Carisolv™ or a conventional slow-speed rotary instrument. *Caries Research* 1999; 33:281-330.
94. Braun A, Christian S, Frentzen M. Chemomechanical caries removal (Carisolv™) in comparison to conventional methods of caries excavation. *Caries Research* 2001;35:310.
95. Maragakis G, Hahn P, Hellwig E. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal in primary molars and its acceptance by patients. *Caries Research* 2001; 35:205-210.
96. Dammaschke T, Stratmann U, Danesh G, Schäfer E, Ott K. Reaction of rat pulp tissue to Carisolv "new gel"- A histocytological evaluation. *Australian Dental Journal* 2006;51:57-63
97. Da Silva L, Hartley J, Santos E, Guedes A, Kalil S. Utilización del gel de la papaya para la remoción de la caries. *Acta Odontológica Venezolana* 2005;43-2.
98. Goldberg M, Keil B. Action of a bacterial achromobacter collagenase on the soft carious dentine: an in vitro study with the scanning electron microscope. *J Biol Buccale* 1989;17:269-274.
99. Yip H, Stevenson A, Beeley J. Chemomechanical removal of dental caries in deciduous teeth further studies in vitro. *British Dental Journal* 1999; 186:179-182.
100. Scrabeck J, List G. The status of a chemomechanical caries removal system in dental education. *Operative Dentistry*;1989,14,8-11.

101. Emanuel R, Broome J. Surface energy of chemomechanically prepared dentin. *Quintessence Int* 1988;19:369-372.
102. McInnes-Ledoux P, Weinberg R, Grogono A. Bonding glass ionómero cements to chemomechanically-prepared dentin. *Dent Material* 1989 May;5:189-183.
103. Arvidsson A, Liedberg B, Möller K, Lyvén B, Sellén A, Wennerberg A. Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv™ treatment. *Journal of Dentistry* 2002; 30: 67-75.
104. Waltman E, Frank R, Haikel Y. Evaluation du systeme Caridex et de sa biocompatibilité pulpaire. *J Biol Buccale* 1988;16:157-168
105. Haak R, Wicht M, Noack M. Does chemomechanical caries removal affect dentine adhesion? *European Journal of Oral Sciences* 2000;108:449-455
106. Sepet E, Bilir A, Akcin O, Zeynep A. The effects of a caries-removing gel (Carisolv™) on FM3A cell-line in vitro. *Journal of Dentistry* 2004; 32: 213-218.
107. Hosoya Y, Goto G. Effect of Carisolv on primary dentin report 1. Effects on caries removal and on hardness to dentin after caries removal. *The Japanese Journal of Pediatric dentistry* 1999;37:677-684.
108. Arvidsson A, Stirling C, Sennerby L, Wennerberg A. Reactions in the oral mucous membrane after exposure to Carisolv- combined results from a clinical screening test in humans and experimental study in rats. *Gerodontology* 2001;18:109-113.
109. Mount G. Minimal intervention dentistry: rationale of cavity design. *Operative Dentistry* 2003;28:92-99.

110. Mount G, Ngo H. Minimal intervention: advanced lesions. *Quintessence International* 2000;31:621-629.
111. Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J.* 1980;30:347-358.
112. Banerjee A, Watson T, Kidd E. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *Journal of Dentistry* 2000;28:179-186.
113. Hosoya Y, Shinkawa H, Marshall. Influence of Carisolv on resin adhesion for two different adhesive systems to sound human primary dentin and young permanent dentin. *Journal of Dentistry* 2005; 33: 283-291.
114. Hosoya Y, Goto G. Effect of Carisolv on primary dentin report 1. Effects on caries removal and on hardness to dentin after caries removal. *The Japanese Journal of Pediatric dentistry* 1999;37:677-684.
115. Cederlund A, Lindskog S, Blomlof J. Effect of a chemomechanical caries removal system ( Carisolv<sup>TM</sup> ) on dentin topography of non-carious dentin. *Acta Odontológica Scandinavica* 1999; 57: 185-9.