

252  
24



# COMPATIBILIDAD BIOLÓGICA DE CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO

SEMINARIO DE TITULACION DEL AREA DE MATERIALES DENTALES

T E S I N A PARA OBTENER EL TITULO DE CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A ROSA MARIA PAZ SOLIS DIRECTOR DE TESIS D. C. O. FEDERICO H. BARCELO SANTANA



FACULTAD DE ODONTOLOGIA

J u n i o 1 9 9 0

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	Pags.
INTRODUCCION . . . . .	1
CAPITULO I. Caracteres físicos-químicos del diente . . . . .	2
CAPITULO II. Cemento de ionómero de vidrio . . . .	10
CAPITULO III. Evaluación biológica de ce-- mentos de ionómero de vidrio . . . .	17
CONCLUSIONES . . . . .	28
BIBLIOGRAFIA . . . . .	29

## INTRODUCCION

Los cementos de ionómero de vidrio, fueron desarrollados en Inglaterra a principios de los años 70's, y descritos por primera vez por Wilson y Kent, siendo aceptados en los Estados Unidos a partir de 1977.

Los cementos de referencia, se basan principalmente en la reacción química entre un polvo de cristales de aluminosilicato y una solución acuosa de polímero de ácido acrílico ASPA - (Alumine Silicate Poliacrilic Acid), teniendo como principal ventaja una fuerte adhesión al esmalte y a la dentina.

Los cementos de ionómero de vidrio son un avance importante en materiales restauradores, ya que por sus propiedades físicas, químicas, biológicas y mecánicas, hacen de este material un buen cemento para uso clínico.

Sin embargo, como todo material nuevo, ha sido sometido a una serie de investigaciones para resaltar sus propiedades y subrayar sus desventajas, mismas que son tomadas en consideración por los fabricantes a fin de modificar sus componentes, sus formas de fabricación, presentación y manipulación.

En este trabajo, se hizo la recopilación de algunas investigaciones, en las cuales se destacan los factores que provocan una reacción adversa al material, por lo que no puede considerarse inocuo al diente.

## CAPITULO I

## CARACTERES FISICOS - QUIMICOS DEL DIENTE

## ESMALTE

El esmalte forma una cubierta protectora, de espesor variable, sobre toda la superficie de la corona. Sobre las cúspides de los molares y premolares humanos, alcanza un espesor máximo de 2 a 2.5 mm., aproximadamente, adelgazándose hacia abajo hasta casi como filo de navaja a nivel del cuello del diente. La forma y el contorno de las cúspides reciben su modelado final en el esmalte.

Debido a su elevado contenido en sales minerales y a su disposición cristalina, el esmalte es el tejido calcificado más duro del cuerpo humano. La función específica del esmalte es formar una cubierta resistente para los dientes, haciéndolos adecuados para la masticación.

El esmalte varía en dureza desde el de la apatita, que es la quinta en la escala de Mohs\*, hasta el topacio, que ocupa el octavo lugar. La estructura específica y la dureza del esmalte lo vuelven quebradizo, hecho particularmente notable cuando pierde su cimiento de dentina sana. La gravedad específica del esmalte es de 2.8 .

---

\* En esta escala la dureza se compara con la de diez minerales diferentes: 1) talco, 2) yeso, 3) calcita, 4) fluorita, 5) apatita, 6) ortoclasa (feldespato), 7) cuarzo, 8) topacio, 9) zafiro (corundum), 10) diamante.

Otra propiedad física del esmalte es su permeabilidad. - Se ha descubierto con trazadores radiactivos, que el esmalte puede actuar en cierta forma como una membrana semipermeable, permitiendo el paso completo o parcial de ciertas moléculas : C -urea, I, etc. Lo mismo sucede con sustancias colorantes.

El color de la corona cubierta de esmalte varía desde -- blanco amarillento hasta blanco grisáceo. Se ha sugerido que el color está determinado por las diferencias en la translucidez del esmalte, de tal modo que los dientes amarillentos tienen un esmalte translúcido y delgado a través del cual se ve el color amarillo de la dentina, y que los dientes grisáceos poseen esmalte más opaco. La translucidez puede deberse a variaciones en el grado de la calcificación y la homogeneidad del esmalte. Los dientes grisáceos frecuentemente presentan color ligeramente amarillento a nivel de las zonas cervicales debido probablemente a que la delgadez del esmalte permite -- llegar a la luz hasta la dentina subyacente amarilla, y reflejarse. Las zonas incisivas pueden tener un tono azulado, donde el borde está formado únicamente por una capa doble de esmalte.

Químicamente, el esmalte consiste principalmente de material inorgánico (96%) y sólo una pequeña cantidad de sustancia orgánica y agua (4%). El material inorgánico es semejante a la apatita\*\*.

La naturaleza de los elementos orgánicos del esmalte no se conoce completamente. Durante su desarrollo y con las reacciones de tinciones histológicas, la matriz del esmalte se parece a la epidermis queratinizada. Métodos más específicos --

---

\*\* Apatita. Fosfato translúcido de cal natural, con pequeñas cantidades de cloro y fluor.

han revelado grupos sulfhidrilos y otras reacciones que sugieren queratina. De modo parecido, los hidrolizados de matriz -madura de esmalte han demostrado una relación de aminoácidos-que sugieren queratina (histidina 1: lisina 3: arginina 10).- Los estudios con difracción a los rayos X revelan que la estructura molecular es típica del grupo de las queratinas beta -cruzadas. Además, las reacciones histoquímicas permiten suponer que las células formadoras del esmalte de los dientes en desarrollo contienen también un complejo de proteína-polisacárido y que un mucopolisacárido ácido entra en el esmalte mismo, en el momento en que la calcificación es un hecho prominente.

La estructura del esmalte consiste en prismas o varillas hexagonales, y algunas pentagonales. Estas varillas o prismas se extienden desde la unión de la dentina y el esmalte en ángulo recto con la superficie periférica. Con frecuencia no siguen un curso recto, sino sinuoso.

Las varillas de esmalte están cruzadas transversalmente por la pauta de incremento o estría de Retzius. Al llegar las líneas de incremento a la superficie periférica, se ven ligeros surcos en la superficie debidos a que los incrementos de reciente formación se sobreponen a los formados antes.

En algunas áreas, la unión de la dentina y el esmalte es ondulada en lugar de recta.

Cada varilla o prisma está rodeado por una cubierta, y las varillas se mantienen unidas gracias a una sustancia interprismática.

A más de las varillas de esmalte, vainas, sustancia interprismática y líneas de Retzius, hay varias estructuras orgánicas en la matriz de esmalte, que se llaman penachos, hu- sos y laminillas.

## DENTINA

La dentina constituye la mayor parte del diente. Como tejido vivo, está compuesta por células especializadas, los odontoblastos y una sustancia intercelular.

En sus propiedades físicas y químicas la dentina se parece mucho al hueso.

En los dientes de sujetos jóvenes la dentina tiene ordinariamente color amarillento claro. A diferencia del esmalte, que es muy duro y quebradizo, la dentina puede sufrir deformación ligera y es muy elástica. Es algo más dura que el hueso, pero considerablemente más blanda que el esmalte. El contenido menor en sales minerales hace a la dentina más radiolúcida que el esmalte.

La dentina químicamente está formada por materia orgánica (30%) y agua, y de material inorgánico (70%). La sustancia orgánica consta de fibrillas colágenas y una sustancia fundamental de mucopolisacáridos; mediante la difracción a los rayos X, se ha demostrado que el componente inorgánico consiste de hidroxapatita como en el hueso, el cemento y el esmalte.

La dentina consiste en una matriz orgánica colágena que está impregnada de sales inorgánicas, sobre todo en forma de apatita, es pues un tejido calcificado.

Estructuralmente la dentina está formada por los odontoblastos que están colocados en una capa sobre la superficie pulpar de la dentina y únicamente sus prolongaciones citoplasmáticas están incluidas en la matriz mineralizada. Cada célula origina una prolongación que atraviesa el espesor total de la dentina en un canal estrecho llamado túbulo dentinal. Puesto que la superficie interna de la dentina está limitada totalmente con odontoblastos, en toda ella se encuentran los túbulos. Los túbulos están más separados en las capas periféri-

cas, y dispuestos más íntimamente cerca de la pulpa. Además son más anchos cerca de la cavidad pulpar (de 2 a 3 u) y se vuelven más estrechos en sus extremidades externas (1 u). Rodeando al túbulo se encuentra la cubierta de Neumann.

Cerca de la unión del cemento y del esmalte de la raíz hay zona permanente de espacios interglobulares que da a esta región de la dentina de la raíz un aspecto granular; recibe el nombre de capa granular de Tomes.

Las prolongaciones odontoblásticas que se encuentran dentro de los túbulos dentinales, son las que transmiten la sensación.

Las células de dentina expuesta no deben ser dañadas por drogas concentradas, traumatismos operatorios indebidos, cambios térmicos innecesarios, ni materiales irritantes. Debe evitarse el contacto de la dentina expuesta con la saliva y recordar que al descubrir 1 mm<sup>2</sup> de dentina, aproximadamente se dejan libres 30 000 células vivas. Se aconseja cubrir la superficie de dentina con una sustancia aislante no irritante.

La sensibilidad de la dentina varía considerablemente en las diferentes capas. En la mayoría de los casos es mayor cerca de la superficie externa de la dentina y disminuye en las capas profundas. Por lo tanto, la sensibilidad de la dentina no es una señal de alarma para evitar la exposición de la pulpa.

Mientras se conserve viva la pulpa, la formación de dentina continúa.

## PULPA

La pulpa dentaria es de origen mesodérmico y contiene la

mayor parte de los elementos celulares y fibrosos encontrados en el tejido conjuntivo laxo. Tiene como principal función la producción de dentina, proporciona nutrición a la dentina mediante los odontoblastos, utilizando sus prolongaciones. Los elementos nutritivos se encuentran en el líquido tisular.

Los nervios de la pulpa contienen fibras sensitivas y motoras. Las fibras sensitivas, que tiene a su cargo la sensibilidad de la pulpa y la dentina, conducen la sensación de dolor unicamemente. Sin embargo, su función principal parece ser la iniciación de reflejos para el control de la circulación en la pulpa. La pared motora del arco reflejo es proporcionada por las fibras viscerales motoras, que terminan en los músculos de los vasos sanguíneos pulpares.

La pulpa está bien protegida contra lesiones externas, siempre y cuando se encuentre protegida por la pared intacta de dentina. Sin embargo, si se expone a irritación ya sea de tipo mecánico, térmico, químico o bacteriano, puede desencadenar una reacción eficaz de defensa. La reacción de defensa se puede expresar con la formación de dentina reparadora, si la irritación es ligera, o como reacción inflamatoria si la irritación es más seria. Si bien la pared dentinal rígida debe considerarse como protección para la pulpa, también amenaza su existencia bajo ciertas condiciones. Durante la inflamación de la pulpa, la hiperemia y el exudado a menudo dan lugar al cúmulo de exceso de líquido y material coloidal fuera de los capilares. Tal desequilibrio, limitado por superficies que no dan de sí, tiene tendencia a perpetuarse por sí mismo y frecuentemente es seguido por la destrucción total de la pulpa.

La pulpa es pues, un tejido conjuntivo laxo especializado. Está formado por células, fibroblastos y una sustancia intercelular. Esta a su vez consiste de fibras y de sustancia -

fundamental. Además, existen las células defensivas, las cuales son del grupo de histiocitos o adventiciales, durante el proceso inflamatorio adquieren forma redonda, emigran al sitio de inflamación y se transforman en macrófagos. (Fue descrita por Maximow como célula mesenquimatosa indiferenciada). Después de la destrucción de odontoblastos emigran hacia la pared dentinal, y se diferencian en células que producen dentina reparadora.

La pulpa dentaria ocupa la cavidad pulpar, formada por la cámara pulpar coronal y los canales radiculares. La pulpa, forma continuidad con los tejidos periapicales a través del agujero o agujeros apicales. (fig.1). En los individuos jóvenes, la forma de la pulpa sigue aproximadamente, los límites de la superficie externa de la dentina y las prolongaciones hacia las cúspides del diente se llaman cuernos pulpares. En el momento de la erupción, la cámara pulpar es grande, pero se hace más pequeña conforme avanza la edad debido al depósito ininterrumpido de dentina.

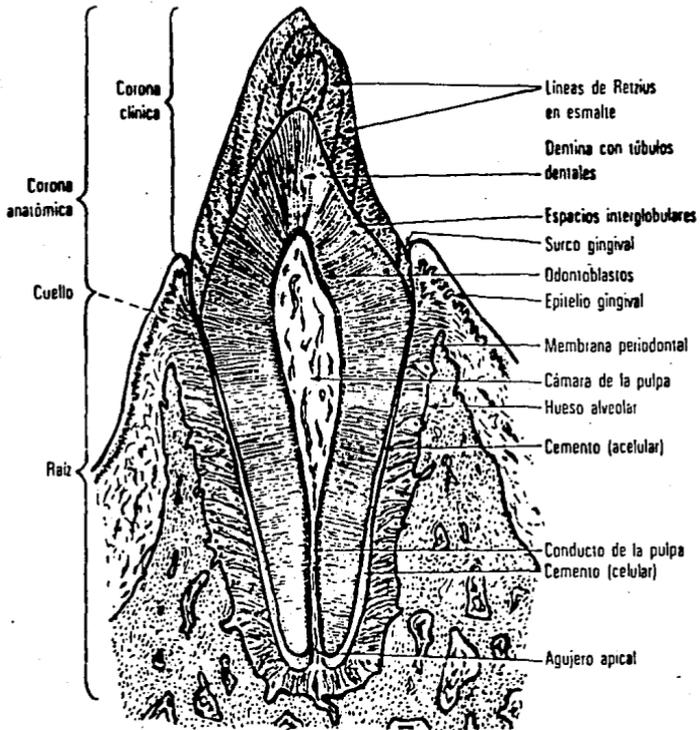


fig. 1

## CAPITULO II

## CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO

Este material fué ideado para restauraciones estéticas de dientes anteriores (Clase III y V), debido a su translucidez y potencial de adhesión.

Las versiones Tipo I de los cementos de ionómero de vidrio son de grano fino, por esto son adecuados para la cementación de colados, así como material para obturación el Tipo II. Sin embargo, las investigaciones han llevado a los fabricantes a producir mejores fórmulas y ahora estos materiales son utilizados como medios de cementación, como materiales restauradores, selladores de fisuras y como bases cavitarias.

Los cementos de ionómero de vidrio, esencialmente están compuestos de un polvo y un líquido. El polvo es un vidrio de aluminosilicato, similar al de los cementos de silicato. El líquido es una solución acuosa de un copolímero de ácido poliácrico. De aquí deriva su nombre ASPA. Contiene además, otros ácidos orgánicos, es semejante al líquido del cemento de policarboxilato pero menos viscoso.

El cemento de ionómero de vidrio puede considerarse un híbrido del silicato y del cemento de policarboxilato, conteniendo de cada uno de ellos sus características.

## COMPOSICION

El líquido, es una solución acuosa (alrededor de 50% en-

peso) de ácido poliacrílico a un copolímero de acrílico y ácido itacónico. El copolímero también puede secarse por congelación e incorporarlo dentro del polvo, como se hace en los cementos de policarboxilato. Además del copolímero de ácido itacónico-ácido acrílico, también contiene pequeñas cantidades de ácido tartárico (5%).

El ácido itacónico reduce la viscosidad del líquido y -- también lo hace más resistente a la gelación. Si ésta ocurre, el líquido llega a ser tan viscoso que se vuelve inservible.-- El ácido tartárico mejora las características de trabajo y -- fraguado.

El polvo es un vidrio de aluminosilicato preparado con fundentes fluorados. El polvo de la fórmula del material de relleno es más grueso que el del cemento que se usa como recubrimiento con una capa más delgada, pues su tamaño va de 20 a 50 micras. Contiene una proporción más alta de  $Al_2O_3$  /  $SiO_2$  y -- por eso es más básico que el vidrio empleado para los polvos de cemento de silicato.

La composición del polvo de ionómero de vidrio:

	Porcentajes
Si O <sub>2</sub>	29.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.6
Ca F <sub>2</sub>	34.3
Al F <sub>3</sub>	7.3
Na F	3.0
Al Po <sub>4</sub>	9.9

## PROPIEDADES GENERALES DEL IONOMERO DE VIDRIO

### Reacción de fraguado.

La reacción de fraguado es semejante a la del cemento de silicato. Cuando se mezclan el polvo y el líquido para formar la pasta, el vidrio es afectado por el ácido y se liberan -- iones de  $Al^{+++}$ ,  $Ca^{++}$  y  $Na^+$ , como ocurre con el fluoruro, probablemente en forma de complejos. El calcio y las polisales -- de aluminio entrecruzan las cadenas de polianión. Las sales -- se hidratan y forman una matriz de gel y, como ocurre con el silicato, la partícula de vidrio que no reacciona se cubre -- con el gel de sílice que se desprende al liberarse los cationes de la superficie de las partículas. (fig.2)

El cemento fraguado consta de una aglomeración de partículas de polvo sin reaccionar rodeadas por un gel de sílice, -- el cual se mantiene unido a la matriz amorfa de calcio hidratado y polisales de aluminio. El mecanismo de adhesión al esmalte y a la dentina se efectúa al reaccionar los grupos carboxilo del poliacrílico con el calcio de la estructura dental y tal vez con el colágeno de la dentina. La dentina es menos mineralizada y contiene más materiales orgánicos y más agua.

Propiedades mecánicas del ionómero de vidrio (comparado con -- el silicato).

Tiempo de fraguado	6.5 min.
Resistencia a la compresión (24hrs)	12.500 psi ó -- 879 Kg/cm <sup>2</sup>
Grosor de película	24 u
Solubilidad y desintegración	1.25 % (por peso)
Resistencia a la tracción diame- tral (en 24hrs)	900 psi ó --- 63 Kg/cm <sup>2</sup>

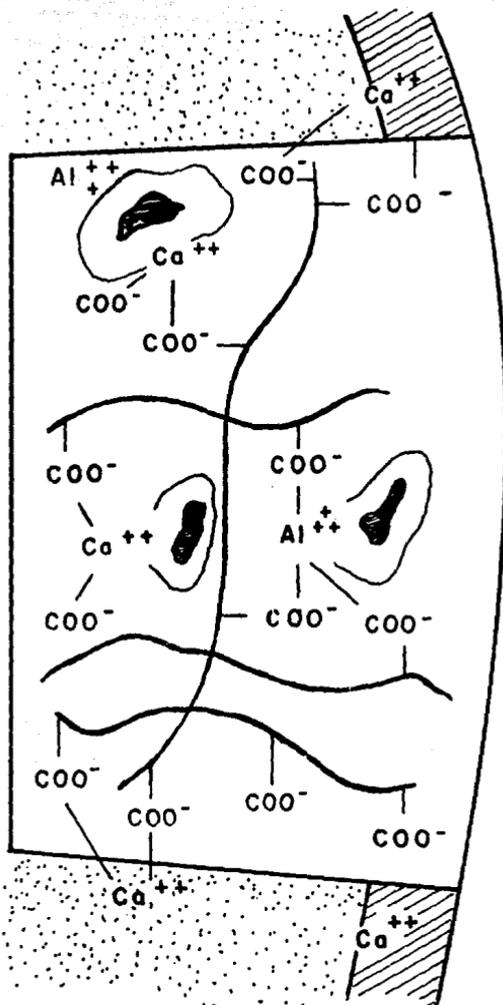


Fig. 2

REPRESENTACION DE LA ESTRUCTURA DE UN CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO LAS PARTICULAS SOLIDAS NEGRAS, REPRESENTAN PARTICULAS DE VIDRIO SIN REACCIONAR, RODEADAS POR EL GEL (Estructura punteada) QUE SE FORMA CUANDO LOS IONES  $\text{Al}^{+++}$   $\text{Ca}^{++}$  SE CUELAN DEL VIDRIO A CONSECUENCIA DEL ATAQUE POR EL ACIDO POLIACRILICO. LOS  $\text{Ca}^{++}$  Y  $\text{Al}^{+++}$  FORMAN POLISALES CON LOS GRUPOS  $\text{COO}^-$  DEL ACIDO POLIACRILICO Y CONSTITUYEN UNA ESTRUCTURA EN TRELAZADA; LOS GRUPOS CARBOXILO REACCIONAN CON EL CALCIO DEL ESMALTE Y LA DENTINA.

Dureza

60 (Knoop)

### Propiedades biológicas y anticariogénicas.

Aunque se carece de pruebas clínicas a largo plazo, los datos indican que el cemento de ionómero de vidrio debe tener las mismas propiedades anticariogénicas que el silicato. Hay mayor liberación de flúor en el ionómero de vidrio comparado con el silicato.

El efecto que tiene el ionómero de vidrio sobre la pulpa no es tan nocivo como el silicato ya que sus ácidos poliacrílicos utilizados son mucho más débiles que el ácido fosfórico. Además, siendo el ácido un polímero, tiene un mayor peso molecular, lo que junto con el entrecruzamiento físico de las cadenas de polímero, limita la difusión en el interior de los conductillos hacia la pulpa. También existe una fuerte atracción electrostática entre iones de hidrógeno y las cadenas de polímero con carga negativa, de manera que existe menor tendencia a que estos iones se alejen del polímero, aún cuando se disocie el ácido.

Estos argumentos teóricos se han visto confirmados por la evidencia clínica, que sugiere que los cementos de ionómero de vidrio, producen poco daño a la pulpa.

### Adhesión específica.

La principal ventaja del cemento de ionómero de vidrio, es la inusual capacidad de adherirse al esmalte y a la dentina por contener ácidos policarboxílicos.

La adhesión se debe a la presencia de muchos grupos carboxilo ( $-COOH$ ) libres, que permiten "mojar" la superficie dentaria al formarse uniones por puentes de hidrógeno entre el polímero y el sustrato. Estas uniones por puentes de hidróge-

no son progresivamente transformadas en uniones iónicas a medida que el calcio, el aluminio y otros metales desplazan al hidrógeno.

Así mientras la resistencia de la unión del cemento de silicato a la dentina o al esmalte es prácticamente cero, con el cemento de ionómero de vidrio puede ser obtenida una resistencia de la unión al esmalte de  $4\text{MN/m}^2$  y de  $3\text{MN/m}^2$  a la dentina.

#### MANIPULACION.

La botella de polvo se voltea en forma suave antes de vaciar el contenido. El polvo y el líquido se colocan sobre una hoja de papel encerado o una loseta de vidrio. La proporción polvo-líquido es de 1.25g de polvo a 1.0g de líquido. El polvo se divide en cuatro porciones iguales; se va mezclando una por una de las porciones con el líquido, utilizando una espátula dura. El tiempo de mezclado debe ser menor de 45 segundos. El cemento se aplica inmediatamente porque el tiempo de trabajo después del mezclado es de aproximadamente 2 minutos a  $22^\circ\text{C}$ . El cemento no se debe usar cuando se forma una especie de "piel" sobre la superficie ó cuando la consistencia se vuelva más espesa. Durante la aplicación se debe evitar el contacto con el agua, por lo tanto el campo debe estar completamente aislado. El cemento endurece en la boca aproximadamente a los 7 minutos desde el comienzo de la mezcla. Un agente-protector que se proporciona con el cemento se debe aplicar inmediatamente a los márgenes expuestos.

Sí se va a realizar la unión al diente, la preparación de la cavidad deberá limpiarse de restos de proteínas. En la restauración de lesiones de erosión cervical, la estructura -

dental se limpia con solo frotar durante 30 segundos, con un algodón saturado de ácido cítrico al 50%; después se enjuaga con bastante agua y se seca con pera de aire.<sup>\*\*\*</sup>

La superficie del diente también debe limpiarse con una mezcla de pomez y agua. El ácido cítrico no debe aplicarse a la dentina expuesta.

#### USOS.

- Cubierta para áreas erosionadas.
- Restauración de dientes anteriores (Clase III y V)
- Sellador de fosetas y fisuras.
- Bases aislantes térmicas.
- Cementación de colados.

---

<sup>\*\*\*</sup> Se seca la superficie del diente con pera de aire para no deshidratar demasiado al diente.

## CAPITULO III

EVALUACION BIOLOGICA DE CEMENTOS DE IONOMERO DE  
VIDRIO

## BIOCOMPATIBILIDAD

En 1979 Haruyuki Kawahara et al. demostraron las propiedades biológicas de los cementos de ionómero de vidrio (ASPA y Fuji), comparándolos con otros tipos de cementos convencionales (óxido de zinc y eugenol y cementos de policarboxilato).

Las pruebas consistieron en el método de cultivo de tejido y animales examinados.

Este experimento evaluó los efectos citotóxicos, tomando en cuenta el crecimiento celular y los cambios morfológicos - ocurridos en las células pulpareas humanas, comparándolas con un cultivo de tejido control.

Los cementos de ionómero de vidrio no fraguados, mostraron una baja citotóxicidad en los cultivos de tejido comparada con los cementos de policarboxilato y óxido de zinc y eugenol.

La irritación en la pulpa de los animales examinados con los cementos de ionómero de vidrio no fraguados es leve, comparándola con las provocadas con policarboxilato y el cemento de óxido de zinc y eugenol.

La citotoxicidad de los cementos de ionómero de vidrio - desapareció después del fraguado, diferente del policarboxilato y del cemento de óxido de zinc y eugenol, los cuales conservaron su citotoxicidad después del fraguado. Esto demostró

que los cementos de ionómero de vidrio no tuvieron un efecto-irritante sobre la pulpa viva, pero el cemento de policarboxilato y el cemento de óxido de zinc y eugenol si conservaron - su efecto irritante después del fraguado.

Es particularmente necesario, considerar las diferencias significativas entre los efectos citotóxicos de ambos cementos de ionómero de vidrio y el cemento de policarboxilato. -- Los líquidos de ambos cementos de ionómero de vidrio y del - cemento de policarboxilato son soluciones acuosas de ácidos - poliacrílicos. Cabe mencionar que las diferencias en citotoxi- ciedad entre los cementos pueden ser causadas por algunos ele- mentos del polvo. El polvo del cemento de ionómero de vidrio contiene  $\text{Si O}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  libres de  $\text{Ca F}_2$  y  $\text{Na}_2 \text{Al F}_6$  . El cemen- to se hizo mezclando polvo/líquido. Los iones metálicos li- bres de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  se disuelven de el polvo en el líqui- do. Los iones  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  pueden dispersarse dentro del- medio de cultivo de la pieza testigo del cemento de ionómero- de vidrio no fraguado. Sin embargo, H. Kawahara reportó que - los iones  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  no son considerablemente irritantes, ni tóxicos para las células vivas o tejidos.

El  $\text{Si O}_2$  la cual es la sustancia base del polvo de vi- drio no es dañino. De esta manera, el principal factor para - la poca citotoxicidad del cemento de ionómero de vidrio no -- fraguado puede deberse a el líquido del ácido poliacrílico.

Como la reacción inicial de endurecimiento es un proceso rápido, los iones metálicos libres desaparecen debido al en- trecruzamiento de uniones con enlaces polianiónicos del ácido acrílico para formar cementos fraguados, el cual no mostró -- efectos citotóxicos.

El polvo del cemento de policarboxilato contiene princi- palmente óxido de zinc, óxido de magnesio y otros materiales- en pequeñas cantidades. El polvo de óxido de zinc se descompo

ne en el líquido de la solución de ácido poliacrílico para -- mezclarse, y los iones de zinc libres pueden dispersarse dentro del medio de cultivo. El zinc metálico y el ión zinc han--mostrado un efecto citotóxico muy elevado en el medio de cultivo como lo reportó H. Kawahara. Esto demostró que los iones libres de zinc y el ácido poliacrílico libre dispersos en el medio de cultivo de la pieza testigo del cemento de polycarboxilato no fraguado, son el principal factor para la citotoxicidad. El cemento de polycarboxilato fraguado mostró un efecto citotóxico el cual pudo ser causado por la irradiación de ión zinc del cemento. La diferencia de los efectos citotóxicos entre el ionómero de vidrio y el cemento de polycarboxilato puede ser tal vez causada por la diferente composición del polvo o en la reacción de fraguado.

El cemento de óxido de zinc y eugenol mostró mayor citotoxicidad que el cemento de polycarboxilato. Esto puede deberse a que la composición del óxido de zinc y eugenol es básicamente diferente de los otros dos cementos.

En el resultado de la investigación del crecimiento celular, no hubo diferencias significativas entre los dos cementos de ionómero de vidrio de ASPA y Fuji. Sin embargo, una pequeña diferencia fué encontrada en el crecimiento celular en los dos cementos, y pudo deberse a la diferente composición del líquido y del polvo, el cual contenía más sustancia cristalina en ASPA comparada con el ionómero de vidrio Fuji.

El cemento de ionómero de vidrio no fraguado puede tener muy pocos efectos irritantes sobre el tejido pulpar, por lo que puede ser usado como material de obturación en cavidades.

La examinación animal de la reacción pulpar se tomó, -- cuando se encontró una cierta relación con el resultado del cultivo de tejido testigo. El cemento de ionómero de vidrio -- y el cemento de óxido de zinc y eugenol mostraron algunos re-

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

sultados de respuestas leves de la pulpa de los dientes de -- primates después de 2 meses de su obturación, a pesar de los resultados del cultivo de tejido testigo en el cual la citotoxicidad de los cementos de óxido de zinc y eugenol fué mayor que de los cementos de ionómero de vidrio.

Estas respuestas pulpares pudieron ser inducidas principalmente por irritación mecánica causada por la presión de la obturación, microfisuras alrededor de las obturaciones y la contaminación bacteriana durante la preparación de la cavidad.

Por los resultados obtenidos se demostró que los cementos de ionómero de vidrio son un material más biocompatible que otros cementos dentales convencionales.

#### ACIDEZ DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO DURANTE EL FRAGUADO Y SU RELACION A LA SENSIBILIDAD PULPAR

Muchos cementos en el uso común de la clínica en la restauración del diente, son hechos del líquido y polvo que se fijan mediante la interacción ácido-base. El pH de la mezcla inicial es bajo y eleva sus niveles a la neutralidad durante el curso de la reacción de fraguado. La acidez inicial de los cementos restauradores ha sido asociada con la irritación pulpar y una posible necrosis en los años siguientes.

Más recientemente, la influencia de las bacterias en la superficie de la dentina también se ha visto implicada en la irritación de la pulpa. Estudios en animales con gérmenes -- oportunistas sugieren un efecto sinergista de la acidez y de la presencia de bacterias.

Los efectos del ácido pueden surgir de los efectos hidrodinámicos del complejo pulpa-dentina; de la difusión de iones

hidrógeno a la pulpa, especialmente cuando la dentina es delgada; y de los efectos del ácido disolviendo la capa aplicada y la dentina peritubular, de este modo incrementa la permeabilidad de la dentina. Al incrementarse la permeabilidad de la dentina puede potenciarse los efectos tóxicos de las bacterias, iones hidrógeno y posiblemente otras sustancias, tales como fluoruro o silicato. Tales efectos de la acidez no solamente se relacionan con el pH de los cementos fraguados, sino también a la cantidad disponible de acidez en la superficie de la dentina. Los valores instantáneos de estos parámetros podrían variar con los rangos de fraguado de los cementos y de la reactividad de los componentes, de la proporción polvo/líquido y las condiciones ambientales. Varios resultados pudieron obtenerse con diferentes tipos y marcas de cementos restauradores.

Un análisis detallado sugirió que la acidez inicial es un factor importante de estos materiales (D.C. Smith 1983). En ese estudio se observaron los cambios de pH en varios cementos de ionómero de vidrio, especialmente en las primeras etapas de fraguado, los cuales fueron medidos y comparados ampliamente con el uso de policarboxilato y cemento de fosfato de zinc.

Los datos revelan que la rápida elevación en el pH, ocurrió en todos los cementos durante los primeros 15 minutos después de ser mezclados y fraguados. Un bajo incremento ocurrió durante los siguientes 60 minutos que continuaron de 4 a 8 horas teniendo un pH final entre 5.36 y 6.5 en todos los cementos.

Sin embargo, el pH de los componentes del líquido inicial y el pH inicial de los materiales no fraguados en varios cementos, mostraron un pH bajo de 2 en un tiempo de 5 minutos disminuyendo a tres en un tiempo de 10 minutos.

Para los cementos de ionómero de vidrio Chem-Bond, Ever-Bond y el ionómero Fuji tipo I, el líquido es una solución acuosa de un copolímero del ácido poliacrílico que contiene ácido tartárico. Para Ketac-Cem, el líquido es una solución acuosa de ácido tartárico. Para Chem-fil, el polvo tiene la actividad poliácida y componentes de vidrio y líquido en agua.

Las reacciones de fraguado de los cementos de ionómero de vidrio, son incompletas justo después de los 1000 minutos. De este modo la acidez en el cemento puede perderse en la boca a lo largo del tiempo. Sin embargo, estas primeras etapas del fraguado pueden ser críticas. Svane y Meyer mostraron que la acidez de un pH de 2.8 a 2.9 producía trombosis vascular en la pulpa de una rata, lo cual indicaba que una duración significativa de exposición a bajos niveles de acidez en una dentina delgada o en la pulpa, podía resultar dañina y finalmente producir necrosis.

Tales consecuencias, pudieron ser exacerbadas por el uso de una mezcla delgada con un lento fraguado, una pronta disolución y subsecuentemente filtración bacteriana en los márgenes de la restauración.

En base a estas consideraciones y algunos reportes clínicos, podría parecer que la acidez temprana de los cementos de ionómero de vidrio pudiera contribuir a la sensibilidad de la pulpa.

Una contribución adicional, puede surgir también del efecto citotóxico del pH bajo del fluoruro, el cual se libera de los cementos de ionómero de vidrio.

Meryon y otros reportaron toxicidad a macrófagos que pudieron involucrarse en un mecanismo de respuesta inflamatoria, envolviendo pequeñas partículas de vidrio resistentes a la fagocitosis.

El daño originado por la acidez prolongada del cemento se exacerbó por la disolución de la capa aplicada por la acidez y la descalcificación de la dentina, resultando un incremento de la permeabilidad de la dentina.

Gran variedad de respuestas pueden esperarse cuando grandes áreas de dentina son preparadas como si se fuera a restaurar una corona irrigando constantemente con agua creandose -- una iatrogénia por desecación de la pulpa; contaminación bacteriana, quizás por un mal aislamiento en el cual se necesitó de un dique; preexistiendo una pulpitis; la mezcla del cemento fué demasiado pobre y los efectos hidrodinámicos y el resultado de fuertes presiones de restauraciones muy justas.

Reportes clínicos sugieren que algunos o todos los factores antes mencionados pueden estar presentes y contribuir a la sensibilidad pulpar.

Las dificultades que ocurren con la técnica pueden ser minimizadas usando las técnicas apropiadas, además de la manipulación adecuada de los cementos. En la inflamación también puede ser minimizada con la colocación adecuada de hidróxido de calcio en la dentina permeable o delgada, o bien utilizando preparaciones que reduzcan la permeabilidad de la dentina.

#### POTENCIAL DE CITOTOXICIDAD PULPAR DE LOS CEMENTOS DE IONOMERO DE VIDRIO EN ESTUDIOS IN - VITRO

Los exámenes in-vitro para la predicción, evaluación o comparación de los materiales tóxicos tienen algunos rasgos interesantes y algunos defectos.

La citotoxicidad ensayada en un trabajo de W.R. Hume y G.J. Mount, se derivó del estudio de Wennberg (1976) el cual

suponía que los fibroblastos no sintetizaban ácidos nucleicos después de haber sido expuestos a un tóxico potente, con un tiempo permitido subsecuentemente para recuperarse de la supresión temporal de mitosis, morían.

En ese estudio apareció que la dentina intacta presentaba una barrera a la difusión de los componentes tóxicos.

Meyron et al. (1983) notaron que una capa de polvo dentinario entre el cemento y los fibroblastos in-vitro moderaba los efectos tóxicos en el cemento de ionómero de vidrio.

La importancia del potencial de toxicidad pulpar cuando se colocó en la dentina sana, verdaderamente los resultados hacen suponer el concepto general que ellos son de bajo potencial tóxico bajo ciertas circunstancias. Sin embargo, los cementos de ionómero de vidrio examinados no podrían aparecer como materiales deseables para colocación en contacto directo con tejido pulpar. Por lo tanto la recomendación para uso clínico, es incluir la colocación de un material de hidróxido de calcio sobre exposición o próxima exposición de la pulpa.

#### TOXICIDAD EN LA PULPA POR UN CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO

Los cementos de ionómero de vidrio fueron los primeros materiales adhesivos de obturación, aunque inicialmente se propusieron para cavidades hechas por abrasiones, se modificaron sus formas especiales siendo ahora aceptables en la preparación mecánica de las cavidades. Como todo nuevo material debe tener una implicación con respecto al potencial tóxico en la pulpa dental.

Reportes recientes por varios autores, han sugerido que la toxicidad de los materiales en la pulpa puede considerarse

bajo dos elementos: 1) la toxicidad química y 2) la contaminación bacteriana del piso de la cavidad y sus paredes, como resultado de una filtración a través de microfisuras que presenta el material de obturación (ionómero de vidrio).

Recientes investigaciones por varios autores han sugerido que la toxicidad de muchos materiales restauradores está relacionado en gran parte a la presencia de microorganismos en la superficie de la restauración del diente. Las toxinas de estos organismos irritan a la pulpa por vía de los túbulos dentinales.

La dificultad para demostrar histológicamente organismos, no es prueba de su ausencia. Stanley observó que todos los microorganismos visibles en una sección podría ser de 25000 por campo en el tejido. La irritación de la pulpa por los cementos de ionómero de vidrio ha sido reportada por varios autores. Sin embargo, no se ha intentado distinguir la toxicidad del material de los efectos de la penetración bacteriana en los márgenes. Varios grados de toxicidad han sido descritos cuando los cementos de ionómero de vidrio se colocaron en cultivo de tejidos. Kawahara et al. reportó una respuesta mínima a los cementos de ionómero de vidrio en cultivo de tejido aunque se observó inflamación pulpar cuando el material se probó como material pulpar en primates. Algo sorprendente es que algunos autores defendieron el uso de cementos de ionómero de vidrio para protección pulpar y obturador radicular.

Se concluyó que la presencia de bacterias en el cemento de ionómero de vidrio y en la cavidad, da como consecuencia una inflamación extensa, necrosis y la falta de recalificación; además que en cavidades profundas se inhibe la formación de dentina restaurativa, aunado con una reducción localizada de fibroblastos de la pulpa y la completa ausencia de recalificación.

Los ionómeros de vidrio han sido usados en la clínica -- tan solo trece años.

Los efectos pulpares de los primeros ionómeros de vidrio usados como materiales restaurativos, han sido descritos en el diente de primates por Klötzer, y en el diente humano por Tobias, Nordenval y otros.

Posteriormente a estos reportes, los cementos de ionómero de vidrio han sido modificados. Mejorando sus propiedades físicas, modificando sus mezclas y facilitando su manipulación, particularmente para una buena incorporación del componente ácido poliacrílico líquido por congelación en seco. -- Agua destilada se adiciona al polvo para obtener una mezcla -- conveniente.

La respuesta de la pulpa humana a la versión de este cemento usado para las restauraciones, ha sido descrito por -- Plant et al. quien concluye que fué poco el grado de respuesta inflamatoria al ionómero de vidrio.

El Consejo de los Materiales Dentales, Instrumentos y -- Equipos han recibido reportes de un número de instancias de -- sensibilidad postoperatoria seguida por el uso de cementos de ionómero de vidrio como agentes cementantes para coronas y -- puentes. Por lo que se investigó el efecto pulpar de un cemento de ionómero de vidrio en dientes humanos comparando estos resultados con los primeros ionómeros de vidrio. Smith y Muse sugirieron que la acidez de los cementos de ionómero de vidrio puede contribuir a los efectos del daño sobre la pulpa.

El filtrado de bacterias entre la obturación y la pared de la cavidad se vió alrededor de todos los materiales.

La penetración bacteriana y la respuesta histológica se redujeron cuando el material probado fué empleado como cemento restaurador en incrustaciones, más bien que como una obtu-

ración ordinaria de una cavidad.

Reportes clínicos de los ionómeros de vidrio sugieren -- que la contaminación prematura con humedad de los ionómeros -- de vidrio antes de su completa reacción de fraguado, puede -- permitir flúidos en contacto con la superficie de la dentina, elevandose así la sensibilidad.

## CONCLUSIONES

Los cementos de ionómero de vidrio basados en la biocompatibilidad y los factores que intervienen con esta, demuestran que puede darse desde una leve irritación hasta llegar a una necrosis pulpar.

La mayoría de estas reacciones, se asocia a la preparación del diente, la manipulación del cemento inadecuada, dentina delgada sin recubrimiento, microfiltración y/o contracción del material, estas dos últimas dan como resultado la invasión bacteriana. También se involucra el pH ácido inicial de los componentes de los cementos de ionómero de vidrio. Es por esto que se recomienda una buena preparación del diente, la manipulación correcta del material siguiendo las indicaciones del fabricante; el uso de un recubrimiento cuando se sospeche de una próxima exposición pulpar, así como también el aislamiento de la pieza a tratar, para evitar la contaminación bacteriana y subsecuentemente la irritación pulpar que puede degenerar en una necrosis.

A pesar de las propiedades óptimas que presentan los cementos de ionómero de vidrio existe, aunque no muy significativa, una respuesta pulpar.

## BIBLIOGRAFIA

Orban, B.J. et al. Histología y embriología bucales. Ed.-  
La prensa médica mexicana. 6a. ed. México, D.F. 1981. pp. 38-  
152.

Phillips, W. R. La ciencia de los materiales dentales. --  
Ed. Interamericana. 8a. ed. México, 1986. pp. 516.

Williams, D. F. y Cunnigham J. Materiales de la Odontolo-  
gía Clínica. Ed. Mundi. 1a. ed. Argentina. 1983. pp. 154.

Kawahara, H. et al. Biological Evaluation on Glass Iono-  
mer Cement. J. Dent. Res. 58 (3) : 1080-1086, 1979.

Smith, D.C. and Ruse, D. Acidity of glass ionomer ce-  
ments during setting and its relation to pulp sensitivity. --  
JADA. 112 : 654-657, 1986.

Hume, W.R. and Mount, G.J. In vitro Studies of the Poten-  
tial for Pulpal Cytotoxicity of Glass-Ionomer Cements. J. Dent.  
Res. 67 (6) : 915-918, 1988.

Paterson, R.C. et al. Toxicity to the pulp a glass-iono-  
mer cement. Br. Dent. J. 162 ; 110-112, 1987.

De Schepper, E.J. et al. Antibacterial effects of glass-  
ionomers. Am. J. Dent. 51-56, 1989.