



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**Amalgama vs Composites; implicaciones
pulpares: Revisión bibliográfica**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

IVONNE DEJANIRA IBARRA OLVERA

DIRECTOR: C.D. JAIME VERA CUSPINERA

A handwritten signature in black ink, appearing to be the signature of Jaime Vera Cuspina, located to the right of the director's name.

México D.F., 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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

	Página
INTRODUCCIÓN	V
CAPÍTULO I. COMPLEJO DENTINO-PULPAR	1
I.1 Dentina	1
I.1.1 Composición	1
I.1.2 Características	2
I.2 Pulpa	2
I.2.1 Composición	2
I.2.2 Funciones	3
I.3 Defensa del complejo dentino-pulpar	4
CAPITULO II. MATERIALES RESTAURADORES	8
II.1 Protección al complejo dentino pulpar	9
II.1.1 Preparación de cavidades	9
II.2 Características de un material ideal	14
II.3 Clasificación de los materiales de restauración	15
II.3.1 Directos	16
II.3.2 Indirectos	16
II.3.3 Materiales metálicos	17
II.3.4 Materiales cerámicos	17
II.3.5 Materiales orgánicos	17
II.3.6 Materiales compuestos	17
II.4 Características de los materiales de restauración	18



CAPÍTULO III. AMALGAMA	20
III.1 Características	20
III.2 Composición	22
CAPÍTULO IV. COMPOSITES	23
IV.1 Composites o resinas compuestas	23
IV.2 Grabado ácido	25
IV.3 Sistemas de adhesión	29
IV.3.1 Unión a esmalte	29
IV.3.2 Unión a dentina	30
IV.3.3 Características	31
IV.3.4 Adhesión sin barro dentinario	32
IV.3.5 Adhesión con barro dentinario	32
IV.4 Polimerización	33
AMALGAMA VS. COMPOSITES	38
CAPITULO V. MICROFILTRACIÓN	39
V.1 Sensibilidad postoperatoria	41
CONCLUSIONES	42
FUENTES DE INFORMACIÓN	44



A DIOS,

Por acompañarme siempre y guiarme en la vida.

A MIS PADRES,

Porque gracias a ellos existo y he llegado hasta aquí y porque gracias a su apoyo y amor, he podido lograr no sólo ésta, sino todas las metas de mi vida.

A MIS HERMANOS,

Con cariño, por estar conmigo durante todo este tiempo y ayudarme siempre que lo necesito.

A ISRA,

Porque gracias a su ayuda y cariño fui capaz de superar muchos obstáculos que tuve enfrente, en mi formación profesional

A MIS AMIGOS,

Con quienes compartí alegrías y momentos especiales.

A LA UNAM,

Institución de la que formo parte y de la que me siento profundamente orgullosa.

A MIS PROFESORES,

Por compartir conmigo sus conocimientos y cultivar en mí la semilla del estudio. Especialmente al Dr. Jaime Vera, porque esto es fruto de un trabajo en equipo del que él forma parte muy importante.



INTRODUCCIÓN

La prevención del daño pulpar posterior a los procedimientos de restauración en odontología es de gran importancia ya que reduce considerablemente la necesidad de realizar una consecuente terapia endodóntica y la colocación de restauraciones más extensas.

Epidemiológicamente, la caries representa la principal enfermedad que el odontólogo debe combatir. La incidencia de caries se ha intentado reducir mediante los procedimientos de odontología preventiva; sin embargo, aún se está lejos de conseguir el objetivo: la caries sigue siendo un problema sanitario significativo y como tal debemos seguir enfrentándolo en nuestra práctica clínica diaria. Es entonces de gran importancia diagnosticar precozmente la lesión cariosa activa, establecer un pronóstico exacto y un plan de tratamiento restaurador lo más conservador posible para preservar la integridad del tejido pulpar.

Entre las formas de tratamiento odontológico, los procedimientos operatorios son la causa más frecuente de lesión pulpar. Aunque la agresión no siempre se puede evitar, en particular cuando el diente necesita una restauración extensa o la excavación de la lesión cariosa resulta muy profunda; el clínico competente, reconociendo los peligros, puede prevenir el trauma con el fin de conservar la vitalidad del diente.

Con frecuencia, el éxito de los materiales dentales de restauración utilizados se determina por los efectos que producen en el tejido pulpar subyacente, ya sea en virtud de sus efectos adversos o de su habilidad de prevenir el ingreso de contaminantes.⁽¹⁾

Con respecto al impacto biológico de los materiales de restauración en la pulpa, las propiedades físicas de estos son más importantes que los componentes químicos. Algunos autores como Tyas y Söderholm realizaron estudios y difundieron la idea de que ciertos materiales de restauración eran más irritantes que otros. Se suponía que los materiales de restauración



contenían químicos tóxicos que se liberaban de la restauración y se difundían a través de los túbulos dentinarios para lesionar a la pulpa.

Numerosos estudios realizados más recientemente han demostrado que la microfiltración en la interfase de la restauración-cavidad permite la entrada de bacterias y sus productos a la pulpa dental, representando, de esta forma, una de las causas más importantes de daño pulpar postoperatorio^(2,3,4). Para minimizar este problema, es importante la aplicación de materiales de restauración que provean de un excelente sellado para prevenir la entrada de sustancias nocivas al complejo dentino- pulpar.

En la actualidad, en una gran búsqueda por la estética, los pacientes demandan la colocación de restauraciones del color del diente, rechazando la utilización de materiales como la amalgama; sin embargo, es de vital importancia que tanto el clínico como el paciente conozcan las propiedades de cada material para así poder elegir la mejor opción de tratamiento.



CAPÍTULO I. COMPLEJO DENTINO-PULPAR

El endodonto es un conjunto formado por la pulpa dentaria, la cavidad pulpar y la dentina.

La pulpa y la dentina se desarrollan a partir de la papila dentaria y, a pesar de que la dentina se mineraliza y la pulpa continúa en forma de tejido blando, entre ambas existe una íntima relación tanto estructural como funcional a lo largo de la vida de la pieza dentaria, por lo que se considera que, en conjunto, forman el complejo dentino-pulpar.

Las células del endodonto en su totalidad se encuentran localizadas en la pulpa mientras que, en la dentina, sólo existen prolongaciones celulares, los procesos odontoblásticos y las terminaciones nerviosas. De esta manera, las relaciones histológicas de la dentina dependen en gran medida de la pulpa. Así mismo, las de la pulpa dependen de la actividad de las células de la dentina.

I.1 Dentina

La dentina es un tejido conectivo especializado, rodeado por el esmalte, a nivel de la corona y por cemento, a nivel radicular.

Tiene un espesor variable, de entre 1 y 3 mm⁽⁵⁾. Es de color blanco amarillento, dependiendo del grado de mineralización, edad y estado del tejido pulpar.

I.1.1 Composición

Su composición es 75% de material inorgánico en forma de cristales de hidroxiapatita (de menor tamaño que los del esmalte). Alrededor de estos se encuentra el 15-20% de la matriz orgánica que consta de colágeno tipo I (90% del total de la matriz) y, en menor proporción, colágeno tipo II y V. Las proteínas no colágenas constituyen el 1-2% del tejido, mientras que el 10% remanente es agua.

La dentina es un tejido vivo compuesto por prolongaciones citoplasmáticas (de Tomes) contenidas dentro de los túbulos dentinarios y por una matriz o dentina intertubular (fig. 1). Su superficie interna forma las paredes de la cavidad pulpar.

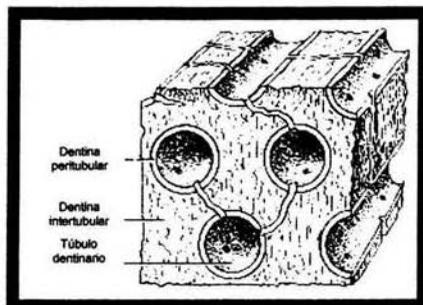


FIG. 1. Esquema que ilustra los componentes de la dentina (Tomada de Cohen ⁽⁶⁾)

I.1.2 Características

La dentina proporciona el soporte al esmalte, aunque no es tan dura como este. La dentina joven es altamente permeable, con la edad se reduce dicha permeabilidad y la dentina se va depositando constantemente, reduciendo de esta forma el tamaño de la cavidad pulpar.

La permeabilidad de la dentina aumenta de manera exponencial con el aumento de la profundidad de la cavidad, ya que aumentan a su vez el diámetro y la densidad de los túbulos dentinarios⁽⁶⁾.

I.2 Pulpa

La pulpa es un tejido conectivo laxo ubicado en el interior de los dientes y delimitado por un tejido duro, calcificado y en continua formación, la dentina.

Está formada anatómicamente por la pulpa coronaria, ubicada en la cámara pulpar, donde se encuentran los cuernos pulpares que están orientados hacia las crestas incisales y puntas cuspídeas; y la pulpa radicular, que está ubicada en los conductos radiculares que pueden ser uno o más.

I.2.1 Composición

La pulpa está constituida por un 25% de materia orgánica, compuesta por células (odontoblastos, fibroblastos, fibrocitos, macrófagos, células dendríticas, linfocitos, células mesenquimatosas indiferenciadas y mastocitos), fibras



(principalmente de colágena) y sustancia fundamental (glucosaminoglucanos, proteoglicanos, colágeno, elastina, fibronectina); y 75% de agua (fig. 2).

También está integrada por nervios mielinizados y amielínicos, arterias, venas, y conductos linfáticos.

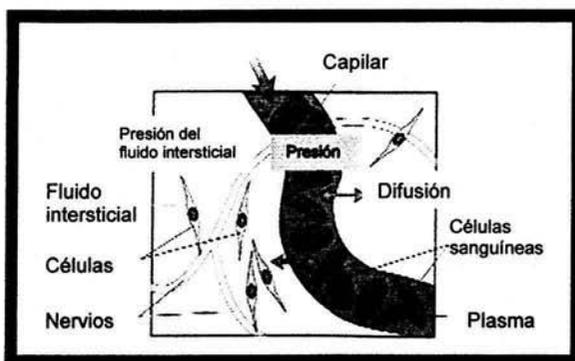


FIG. 3 Componentes estructurales del tejido pulpar (Fotografía de Mjör ⁽¹¹⁾)

I.2.2 Funciones

La pulpa realiza cuatro funciones principales que contribuyen en la vitalidad del diente:

- Formativa**- Producción de odontoblastos, dentina primaria y secundaria
- Nutritiva**- Dependiente de los vasos sanguíneos que penetran a través del foramen apical.
- Sensorial**- Los estímulos al calor, frío, etc. son percibidos por las terminaciones nerviosas de la pulpa (fibras A-δ y C).
- De defensa**- Presenta respuesta ante la irritación mecánica, térmica, química o bacteriana, principalmente mediante la formación de dentina secundaria reparativa o terciaria



I.3 Defensa del complejo dentino-pulpar

Se reconocen tres reacciones principales que tienden a proteger al tejido pulpar contra la caries⁽⁷⁾:

- A) Disminución de la permeabilidad de la pulpa
- B) Formación de dentina nueva
- C) Reacciones inflamatorias e inmunes.

A) Disminución de la permeabilidad de la pulpa

La difusión de sustancias tóxicas ocurre principalmente a través de los túbulos dentinarios.

La respuesta más común frente a la caries es la esclerosis dentinaria en la que los túbulos dentinarios se llenan parcial o completamente de depósitos minerales, consistentes en apatita y cristales de trifosfato cálcico y de magnesio. La esclerosis dentinaria disminuye, por tanto, la permeabilidad de la dentina, protegiendo a la pulpa frente a la irritación^(6,7,8).

B) Formación de dentina nueva

La capacidad de la pulpa para producir dentina reparadora secundaria debajo de una lesión cariosa representa otro mecanismo para limitar la difusión de sustancias tóxicas hacia la pulpa^(7,9) (fig. 3).

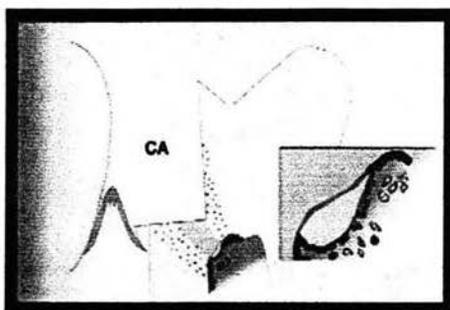


FIG. 3. Formación de dentina de reparación (Tomada de Mjör⁽¹¹⁾)



La formación de un tracto muerto en la dentina es otra reacción que puede ocurrir en respuesta a la caries, aunque no es considerada como una reacción defensiva, puesto que los túbulos dentinarios de los tractos muertos están abiertos y son altamente permeables, lo que constituiría una amenaza potencial para la integridad de la pulpa. Por fortuna, la pulpa sana responde a la presencia de un tracto muerto con depósito de una capa de dentina secundaria reparadora sobre su superficie, por lo que el tracto queda sellado.

Se acepta que cuando la caries ha invadido la dentina ya se están produciendo algunos cambios en la pulpa. Entre las sustancias causantes se incluyen toxinas y enzimas bacterianas, antígenos, quimiotoxinas, ácidos orgánicos y productos de la destrucción tisular. Es posible que la respuesta de la pulpa dependa de que la caries progrese rápida o lentamente o de que permanezca por completo inactiva. La rapidez de velocidad del ataque depende de factores como⁽⁷⁾: a) edad del huésped, b) composición del diente, c) naturaleza de la flora bacteriana de la lesión, d) flujo salival, e) capacidad neutralizante de la saliva, f) presencia de sustancias antibacterianas en la saliva, g) higiene oral y h) cariogenicidad de la dieta y frecuencia en la ingestión de alimentos acidógenos.

C) Reacciones inflamatorias e inmunes

Antes de la aparición de cambios inflamatorios en la pulpa, se observa una reducción global del número y tamaño de los cuerpos celulares odontoblasticos que, de ser células cilíndricas altas, afectados por las caries se presentan con forma plana o cuboidea.

Junto con los cambios acaecidos en la capa odontoblastica, se puede presentar una línea hipercrómica a lo largo del margen pulpar de la dentina, que representa una alteración en el equilibrio de los odontoblastos y, conforme se va formando dentina nueva, esta línea hipercrómica persiste y queda permanentemente incluida en la dentina.

Diversos estudios realizados^(10,11) sugieren una estrecha relación entre la caries y el complejo dentino- pulpar. Antes se creía que la caries del esmalte tenía un



efecto escaso o nulo sobre la pulpa, sin embargo, ahora se conoce que cualquier pulpa con síntomas en presencia de caries incipientes y superficiales se debe considerar en riesgo.

La inflamación pulpar provocada por caries comienza de forma insidiosa como una respuesta crónica de bajo grado. El infiltrado inflamatorio inicial consiste de linfocitos, células plasmáticas y macrófagos. Este patrón inflamatorio se considera como un proceso reparador.

La extensión de la inflamación pulpar bajo una caries depende de la profundidad de la invasión bacteriana y del grado en que la permeabilidad dentinaria haya sido reducida por la esclerosis de la dentina y la formación de dentina reparadora (fig 4).

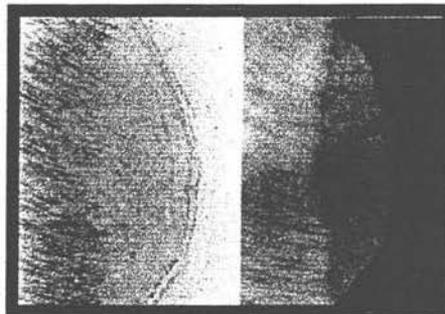


FIG. 4. Formación de dentina terciaria posterior a un proceso cariioso (Tomada de Mjör ⁽¹¹⁾)

Conforme las bacterias convergen en la pulpa aparecen las manifestaciones características de la inflamación aguda: vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular y acumulación de leucocitos, los neutrófilos emigran desde los vasos sanguíneos hacia la zona de la agresión, en respuesta a ciertos productos quimiotácticos. Esos productos se forman cuando el complemento se activa en presencia de complejos antígeno- anticuerpo.

La pulpa experimenta alteraciones celulares significativas también ante otros agentes agresores como las preparaciones cavitarias a que se vea sometido el diente. El grado de cambio celular es proporcional a la preparación dental. Una



preparación más profunda tiene mayor impacto sobre la pulpa y provoca una reacción más intensa de las células pulpaes, las células nerviosas sensoriales liberan neuropéptidos, el flujo sanguíneo de la pulpa aumenta inicialmente y después disminuye mucho, debido a la escasa capacidad de los tejidos de soportar gran tensión.



CAPÍTULO II. MATERIALES RESTAURADORES

Por mucho tiempo se ha creído que la caries dental puede ser tratada con la colocación de materiales restauradores (Anusavice, 1989); sin embargo, esto no representa un tratamiento definitivo, las restauraciones dentales tienen una durabilidad limitada y requieren ser reemplazadas después de un periodo de tiempo^(8,12,13,14).

Donde existe una lesión cariosa evidente, el dentista debe decidir si el grado de la lesión permite que el diente sea restaurado de una manera adecuada o si se requiere del establecimiento de otro plan de tratamiento y, de ser requerida, qué tipo de restauración se debe emplear en cada situación.

A pesar de que la caries es la principal razón para la restauración de un diente, existen otras situaciones clínicas como una fractura o el fracaso de una restauración, en las que también es requerida la utilización de un material restaurador.

El principal problema biológico al que nos enfrentamos en la odontología restauradora es el ambiente favorable que pudiera existir debajo del material de restauración para el crecimiento microbiano.

La odontología restauradora ha cambiado sustancialmente la filosofía sobre cómo proteger al complejo dentino-pulpar durante los procedimientos de restauración.

Cuando se prepara una cavidad en un diente lesionado por caries u otras causas, se generan fenómenos que causan lesión al complejo dentino-pulpar que se suman a la agresión de la lesión original^(4,6,7,15,16), pudiendo derivar finalmente en cuadros de inflamación pulpar:

- Al cortar la dentina se agreden los procesos odontoblasticos
- Se genera una exposición de los túbulos dentinarios, poniéndose en comunicación dos espacios que poseen distinta presión, el medio externo y la cámara pulpar. De esta forma se establece el circuito de salida y entrada de sustancias conocida como permeabilidad dentinaria.



- El calor y trauma por fricción que se generan durante la instrumentación cavitaria, desecación dentinaria, sobrecargas oclusales y el uso deficiente de técnicas de inserción de algunos materiales de restauración.

II.1 Protección al complejo dentino-pulpar

Los márgenes de los materiales restauradores no son fijos, inertes ni poseen bordes impenetrables, sino que, como Myers lo menciona ⁽³⁾ "poseen microgrietas dinámicas que alojan un continuo tráfico de iones y moléculas".

El primer factor que se debe tomar en cuenta es evitar la presencia de los factores etiológicos de la lesión pulpar, eliminar toda infección de origen bacteriano y sellar apropiadamente la dentina para evitar una posible reinfección y permitir, de esta manera, una reparación pulpar.

Cualquier material que se coloque sobre la dentina expuesta, condiciona una disminución inmediata de la permeabilidad dentinaria en función de la efectividad de su sellado. La acción del material es totalmente indirecta y se reduce a mantener la interfase sellada cerrando el paso a las bacterias y otros irritantes, lo que crearía condiciones apropiadas para que se diera una posterior reparación pulpar.

La pulpa podrá cumplir con su función y recuperarse del daño sufrido por la lesión y por los procedimientos de restauración, entonces se diferencian nuevas células (principalmente odontoblastos), que sustituyen a las dañadas.

Por generar una interfase material- diente herméticamente cerrada, se considera que los materiales que se adhieren a la dentina poseen ventajas sobre el resto de los materiales⁽¹⁷⁾.

II.1.1 Preparación de cavidades

Otro factor de gran importancia es la alteración del tejido pulpar que pudiera originarse por llevar a cabo los pasos de un procedimiento de preparación de cavidades de manera inadecuada.



Bodecker describió la preparación de un diente sin refrigeración apropiada como "cocer la pulpa en su propio jugo". Las respuestas pulpares a la preparación de cavidades depende de muchos factores. Entre éstos se incluyen:

- Lesión térmica
- Amputación de las prolongaciones odontoblásticas
- Vibración
- Deshidratación
- Barrillo dentinario
- Grosor de la dentina residual

- Lesión térmica

Hasta 1950, el corte del esmalte y la dentina se hacía a velocidades de rotación bajas y las fresas de acero no eran enfriadas con agua. La dentina vital se quemaba y las pulpas se lesionaban.

El corte de dentina con instrumentos rotatorios produce una cantidad considerable de calor. La intensidad del calentamiento dependerá de la velocidad de rotación, el tiempo durante el que el instrumento permanece en contacto con la dentina y la cantidad de presión aplicada.

La conductividad térmica de la dentina es relativamente baja; por esta razón, el corte cuidadoso no daña la pulpa a menos que el grosor de la dentina entre la preparación y la pulpa sea menor de 1.0 mm⁽¹⁷⁾.

- Amputación de las prolongaciones odontoblásticas

Las prolongaciones odontoblásticas se extienden desde la capa odontoblástica hasta la unión dentina-esmalte. Se ha comprobado que la amputación de parte de la prolongación no conduce invariablemente a la muerte del odontoblasto, sino que posterior a esta se da una reparación casi inmediata de la membrana celular; sin embargo, es posible que la amputación de la prolongación odontoblástica cerca del cuerpo celular origine una lesión irreversible.



- Vibración

La vibración produce alteraciones violentas en la cámara pulpar de los dientes bajo el punto de aplicación de la fresa y otros puntos remotos a la preparación de la cavidad. Una de las principales consecuencias de la vibración excesiva es la producción de microfracturas en la dentina (Swift et al 1995).

- Deshidratación

Cuando la superficie de la dentina recién cortada se seca con chorro de aire, se produce un movimiento rápido de fluido hacia fuera a través de los túbulos dentinarios (fig. 5). Esto a su vez conduce a un flujo rápido externo del líquido dentinal.

De acuerdo a la teoría hidrodinámica de la sensibilidad dentinaria ⁽⁶⁾, el movimiento de fluido conlleva a la estimulación de los nervios sensoriales de la pulpa con lo que se presenta una sensibilidad dental posterior.

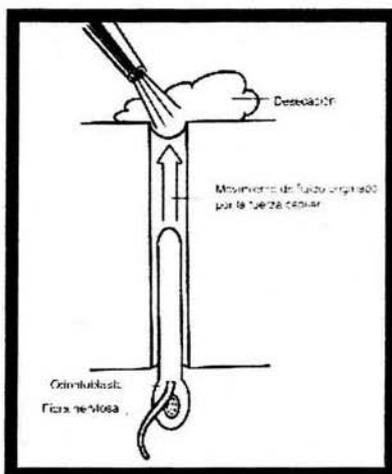


FIG. 5. Movimiento del fluido dentinario provocado por desecación con chorro de aire (Tomada de Cohen ⁽⁷⁾)



A través del tiempo han aparecido agentes secantes que contienen solventes lipídicos como la acetona y el éter. Debido a su velocidad de evaporación, éstas sustancias generan fuerzas hidrodinámicas en los túbulos causando desplazamiento de los odontoblastos⁽⁴⁾, dañando las células; por lo tanto, lo que se recomienda es secar las cavidades con torundas de algodón y chorros cortos de aire.

- Barrillo dentinario (smear layer)

El barrillo dentinario es una capa amorfa, relativamente lisa, de residuos microcristalinos con una superficie sin rasgos característicos apreciables a simple vista⁽⁶⁾. Oblitera los túbulos dentinarios a través de prolongaciones de hasta 10 micrones (smear plugs)⁽¹⁷⁾ (fig. 8) Aunque se considera que puede interferir con la adaptación de los materiales restauradores a la dentina, quizá no sea deseable eliminarlo por completo, ya que su eliminación conlleva a un aumento considerable de la permeabilidad dentinaria (fig. 6).

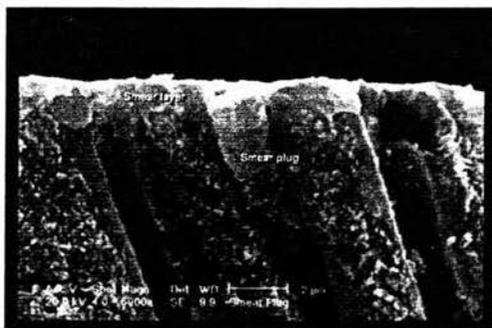


FIG. 6. Microfotografía del barrillo dentinario donde se observan las prolongaciones (smear plugs) (Cortesía Dr. Jaime Vera)

Autores como Brännström y Murray opinan que los microorganismos presentes en el barrillo dentinario pueden irritar la pulpa. Al inicio existen pocas bacterias en la capa del barrillo; sin embargo, si las características del medio son óptimas para la multiplicación de los gérmenes, estos comienzan a aumentar



de número, sobre todo si la adaptación del material restaurador a la superficie dentaria no es lo suficientemente íntima. Brännström opina que la mayoría de los materiales restauradores no se adhieren a la pared dentinaria, por lo que se hacen susceptibles a sufrir la formación de grietas que son invadidas por bacterias del barrillo dentinario o de la cavidad oral, extendiéndose a través de los túbulos hasta la pulpa.

- Dentina remanente

La permeabilidad de la dentina aumenta al aumentar la profundidad de la cavidad debido a la diferencia de tamaño y número de los túbulos dentinarios.

Stanley sugirió que un grosor de dentina remanente de 2 mm protegería la pulpa frente a los efectos de la mayoría de los procedimientos restauradores, siempre que se tomen en cuenta el resto de las precauciones operatorias.

Con respecto a estos conceptos, Cohen propone tener en cuenta ciertas medidas preventivas para evitar o minimizar el daño al tejido pulpar, tras la colocación de un material de restauración:

1. Los procedimientos de tallado deben realizarse con cortes intermitentes, un sistema de refrigeración eficaz e instrumentos rotatorios de alta velocidad.
2. Evitar la desecación de la dentina.
3. No aplicar irritantes químicos a la dentina recién cortada
4. Elegir cuidadosamente los materiales restauradores, tomando en cuenta tanto sus propiedades físicas como biológicas.
5. Admitiendo que ningún material restaurador provee de un sellado completamente hermético, se recomienda la colocación de una base aislante.
6. Utilizar procedimientos de pulido que no sometan a la pulpa a calentamiento excesivo.



II.2 Características de un material ideal

La selección del material de restauración correcto y su uso apropiado sigue siendo una fuente de frustraciones para muchos clínicos.

La elección de un tipo específico de material restaurador puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso con el tiempo.

Para poder elegir la mejor opción de tratamiento restaurador, debemos conocer las características que debería de cumplir el material "ideal", que se enlistan a continuación⁽¹⁸⁾:

Propiedades mecánicas

- Ser estable en los fluidos orales
- Tener baja conductividad térmica, lo más parecida posible a la de la estructura dentaria.
- Habilidad para resistir deformación o fractura bajo las fuerzas masticatorias
- Capacidad de adquirir y mantener una superficie pulida y homogénea
- Ser estético
- Presentar resistencia a la fractura y lograr un sellado marginal
- Resistencia al desgaste, similar al esmalte
- Resistencia a la corrosión
- Presentar adhesión a los tejidos dentarios
- Capacidad de adherirse perfectamente a las paredes de la cavidad o a un material adhesivo
- No transmitir corrientes eléctricas en la cavidad oral
- No ser susceptible a la contaminación por humedad durante su colocación
- Deformación térmica y dimensional mínimas

Propiedades técnicas

- Fácil de manipular
- Capacidad de almacenamiento



- Preparación mínima de la estructura dentaria
- Susceptible de ser reparado
- Fácil de reparar

Propiedades relativas al paciente

- Costo razonable
- Funcional
- Durabilidad
- Seguro
- Estético

Aspectos clínicos

- Biocompatible con los tejidos orales
- Anticariogénico
- No provocar el acúmulo de placa dentobacteriana.

Esta lista de propiedades es muy extensa y no es sorprendente el hecho de que ningún material de restauración disponible actualmente cumpla con todas ellas.

II. 3 Clasificación de los materiales de restauración

Los materiales restauradores pueden clasificarse tomando en cuenta diversos parámetros⁽¹⁹⁾.

- Tomando en cuenta su tiempo de colocación, se pueden clasificar en dos grandes grupos:
 - Directos
 - Indirectos



II.3.1 Directos

Los materiales de restauración directa son insertados en las cavidades preparadas en un estado blando y endurecidos posteriormente mediante varios procedimientos. Las piezas dentarias son preparadas y el material es colocado, todo en una misma sesión. Las restauraciones directas por lo general requieren menos desgaste y destrucción de estructura dental que las restauraciones indirectas. Dentro de estos materiales se encuentran: amalgama, los materiales a base de resina y los cementos de ionómero de vidrio.

II.3.2 Indirectos

Las restauraciones indirectas, tales como inlays, onlays y coronas son fabricadas en un laboratorio y realizadas sobre modelos obtenidos de una impresión de los dientes preparados por el dentista. Estas restauraciones generalmente requieren de múltiples visitas y de la colocación de restauraciones temporales entre cada cita. Todas las restauraciones indirectas requieren de la remoción de socavados y frecuentemente de tejido dental sano para obtener paredes paralelas en la preparación de cavidad que permitan la inserción posterior de la restauración final. El procedimiento más lento y el pago de laboratorio hace que las restauraciones indirectas sean significativamente más costosas que las restauraciones directas.

- Si tenemos en cuenta sus características físicas, se pueden dividir a los materiales en cuatro grandes grupos:
 - Materiales metálicos
 - Materiales cerámicos
 - Materiales orgánicos
 - Materiales compuestos



II.3.3 Materiales metálicos

Con este tipo de materiales se pueden obtener piezas sólidas por colado con muy buena adaptación de detalles. No son estéticos, pueden sufrir corrosión, pero también tienen muy buenas propiedades mecánicas. Son en general dúctiles, ya que siempre habrá una deformación antes de la rotura de estos. Entre estos materiales se encuentran las restauraciones indirectas coladas como incrustaciones y coronas.

II.3.4 Materiales cerámicos

Son materiales más estables en el medio bucal y tienen propiedades estéticas durables. Presentan el inconveniente de ser muy rígidos y frágiles, por lo que son muy susceptibles a la fractura.

Con estos materiales se obtienen piezas sólidas a partir de un polvo (sintetización) tratado térmicamente, como las restauraciones de cerámica.

II.3.5 Materiales orgánicos

Polimerizan a bajas temperaturas fácilmente con activación física o química. Tienen buenas posibilidades de conformado y son fáciles de manipular. Al polimerizar se contraen y también se desgastan.

La combinación con materiales cerámicos mejoran sus propiedades mecánicas y disminuyen su contracción.

Un ejemplo de estos materiales son las amalgamas y los composites o resinas compuestas.

II.3.6 Materiales compuestos

Surgen de la combinación de dos o tres de los otros tipos de materiales, surgiendo así materiales en los que se busca optimizar las propiedades. Un ejemplo de estos materiales son las resinas y los ionómeros modificados.



II.4 Características de los materiales de restauración

Algunos autores creían que los ingredientes tóxicos de los materiales eran los causantes de la lesión pulpar. Sin embargo se han identificado otro tipo de factores que también se reconocen influyentes en provocar una respuesta pulpar dañina⁽⁷⁾: 1) Grado de concentración de iones hidrógeno, 2) absorción de agua durante su fraguado, 3) calor generado por el fraguado y 4) adaptación marginal deficiente, lo que provoca una contaminación bacteriana.

Los materiales dentales no se adaptan a la superficie dental lo suficientemente bien como para proporcionar un sellado hermético y se ha reconocido que las bacterias pueden penetrar el espacio entre el material restaurador y la pared de la cavidad. Las bacterias que crecen bajo las restauraciones crean productos tóxicos, capaces de extenderse a través de los túbulos dentinarios y provocar una reacción inflamatoria en la pulpa subyacente. Evidencias sugieren que los productos del metabolismo bacteriano constituyen la causa principal de la lesión pulpar, secundaria a la inserción de restauraciones^(7,18,20,21).

Los estudios *in vivo* e *in vitro* sobre la adaptación marginal de los materiales restauradores han proporcionado con frecuencia resultados conflictivos. Dos factores importantes que afectan la adaptación marginal son los cambios de temperatura y las fuerzas masticatorias. Si un material tiene un coeficiente de expansión térmica diferente al de la estructura dental, es probable que el cambio de temperatura produzca hendiduras entre el material y la estructura dentaria. Otro investigador⁽¹⁷⁾ encontró formación de grietas a lo largo del 71% de las restauraciones en dientes con oclusión funcional, mientras que solo se produjo una filtración del 28% de los dientes sin antagonistas.

Hasta ahora no se ha demostrado que ningún material de relleno permanente proporcione un sellado marginal perfecto, por lo que la filtración y la contaminación bacteriana representa siempre una amenaza para la integridad de la pulpa. En consecuencia, se debe emplear una base de cemento o un revestimiento aislante de la cavidad adecuado, para sellar los túbulos dentinarios antes de insertar los materiales restauradores; sin embargo, la protección dentino-pulpar no sólo se limita a la colocación de un material como



base cavitaria, sino que consistirá en evitar todos los factores iatrogénicos que lesionen el complejo dentino-pulpar.

Dada la evidencia de que el crecimiento bacteriano bajo las restauraciones representa la causa principal de lesión pulpar, las propiedades antibacterianas de los materiales de relleno pueden tener una importancia considerable. Existen pruebas de que el ZOE, el hidróxido de calcio y el cemento de poliacrilato tienen la capacidad de inhibir el crecimiento bacteriano. El cemento de fosfato de cinc, las resinas restauradoras y los cementos de silicato carecen de ingredientes antibacterianos y son estos materiales los que se asocian más frecuentemente con lesiones pulpares.



CAPÍTULO III. AMALGAMA

La amalgama dental ha sido utilizada en la odontología por más de 100 años. La primer amalgama dental se adjudica a Bell en Inglaterra (1819) y a Taveau en Francia (1826) ^(22,23)

III.1 Características

La amalgama dental es considerada el mejor material para la restauración de lesiones en los dientes posteriores.

Es durable, oclusalmente estable, biocompatible con el tejido pulpar subyacente (fig. 7) y fácil de manipular ⁽²⁴⁾



FIG. 7. Se colocó una obturación de amalgama en contacto directo con el tejido pulpar observándose nula alteración en este (Tomada de Cohen ⁽⁷⁾)

Es un material de obturación no tóxico. La amalgama es notoria por el sello marginal deficiente que produce, es bien sabido que las restauraciones de amalgama pueden producir sensibilidad térmica postoperatoria. Brännström cree que tal sensibilidad se debe a la expansión o contracción del fluido que ocupa el espacio entre la amalgama y la cavidad oral ⁽⁶⁾ por lo que se recomienda el uso de un barniz aislante o una base cavitaria debajo de cada obturación de amalgama, para sellar los túbulos dentinarios, proteger contra la



invasión bacteriana y, al mismo tiempo, prevenir esta forma de incomodidad postoperatoria^(6,8).

Algunos autores^(7,23,25) señalaron que las amalgamas convencionales recién condensadas presentaban filtración inicial pero con el tiempo se llevaba a cabo un sello marginal, tal vez debido a los productos de la corrosión en la entrecara del material y la pared de la cavidad, con lo que se menciona que la amalgama crea un "autosellado" (Phillips, 1984) (fig.8). La corrosión es definida como el proceso en el que un metal reacciona con un elemento no metálico en el medio ambiente para producir un componente químico. La formación de los productos de corrosión en la superficie de las restauraciones puede eventualmente reducir la tasa de corrosión en las restauraciones más viejas⁽²³⁾.

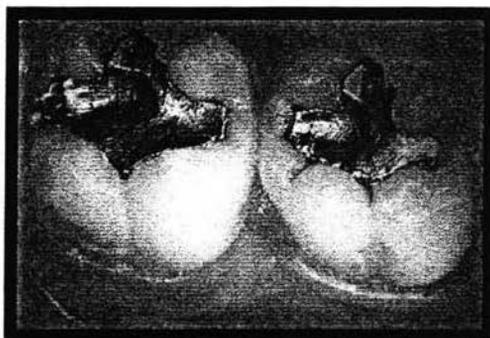


FIG. 8. Aspecto clínico de las obturaciones con amalgama donde se observa corrosión en la periferia (Fotografía de Chain⁽⁴⁷⁾)

La amalgama es lo suficientemente durable y resistente como para soportar las fuerzas de la masticación, es relativamente económica y sus propiedades pueden ayudar a prevenir las caries recurrentes (Phillips et al)

El debate de los posible efectos negativos en la salud que pudiera causar el uso de las amalgamas dentales, por su contenido de mercurio, ha permanecido por años⁽¹²⁾; sin embargo, no existe evidencia directa de los efectos adversos del mercurio de las amalgamas dentales sobre la salud general^(12,23).



III.2 Composición

La amalgama convencional contiene en su estructura un mínimo de 65% de plata y un máximo de 29% de estaño, aproximadamente 3% de cobre y menos de 1% de zinc, elemento que inhibe la corrosión. ^(22,23) La aleación es mezclada con mercurio para formar la amalgama.

Aunque el mercurio es tóxico, se sabe que no es liberado en el cuerpo durante la utilización de las amalgamas en cantidades lo suficientemente grandes para causar algún efecto adverso. Investigaciones recientes⁽²⁶⁾, demuestran que estos materiales liberan una muy pequeña cantidad de vapores de mercurio durante la masticación

En un intento por minimizar los efectos adversos adjudicados al uso del mercurio en la amalgama dental, han aparecido en el mercado diversos productos que ofrecen alternativas presentando fórmulas libres de mercurio, aunque sus propiedades aún son altamente cuestionables ⁽²⁷⁾

Numerosos estudios enfocados en las propiedades de estos materiales, indican que la amalgama, cuando es manipulada apropiadamente, no es un material dañino para los pacientes ni para el personal dental⁽²⁴⁾.



CAPÍTULO IV. COMPOSITES

Resinas autopolimerizables

Cuando las resinas autopolimerizables fueron introducidas por primera vez al comercio, fueron depositadas grandes esperanzas en estos materiales. Sin embargo, aparecieron muchas investigaciones que demostraban los efectos irritantes de las resinas en la pulpa⁽²¹⁾. En ellos se demostraba que las resinas de polimerización en frío igualaban al silicato en cuanto a su toxicidad en estado recién mezclado, aunque tal irritación se observó significativamente disminuida a las 4 horas de colocadas. Mientras que el cemento de silicato continuaba liberando sus irritantes químicos casi todo el día.

Las resinas de autopolimerización, en la actualidad, casi han desaparecido.

IV.1 Composites ó resinas compuestas

Las primitivas resinas sin relleno se asociaban a filtraciones marginales intensas, causadas por cambios dimensionales que tenían su origen en un coeficiente alto de expansión térmica, tal filtración conllevaba a una lesión pulpar marcada.

Actualmente, los composites están siendo utilizados como sustitutos de las amalgamas en restauraciones directas de dientes posteriores. La longevidad esperada de estas restauraciones es de aproximadamente 8 años^(12,28)

Las resinas de epóxido, utilizadas actualmente, tienen un catalizador de peróxido de benzoílo, rellenas en un 75% con vidrio o cuarzo (resinas composites) y poseen características de polimerización más favorables y un coeficiente menor de expansión térmica.

Además de tales componentes, contienen otras sustancias orgánicas, como los agentes de acoplamiento de silano, inhibidores de la polimerización, y componentes estabilizadores. Stanley, Bowen y Folio probaron por separado cada uno de los compuestos químicos y se sorprendieron al descubrir que ninguno de los componentes iniciales podría considerarse un irritante significativo del complejo dentino-pulpar^(1,20).



El sellado marginal se ha mejorado mediante el grabado ácido y el uso de un agente adhesivo, esto reduce el riesgo de invasión bacteriana. Sin embargo, se ha demostrado que el sellado marginal inicial tiende a deteriorarse conforme envejece la restauración, además de que la masticación funcional es capaz de producir hendiduras que aumentan el riesgo de la microfiltración (fig 9). Muchos investigadores, como Langeland, han demostrado que las resinas sin caja aislante son peligrosas para la pulpa, sobre todo por la contaminación bacteriana bajo la restauración, por lo que se recomienda el uso de un aislante de la cavidad. Heys recomienda el empleo del sellador de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que puede ser protegido con una capa de ionómero de vidrio.

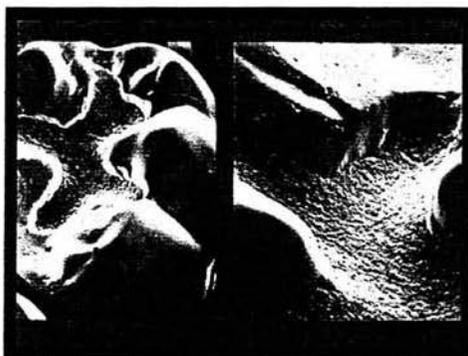


FIG 9. Fotografía que muestra el desgaste sufrido por una restauración de composite después de 7 años de colocada (Tomada de Chain⁽⁴⁷⁾)

Horsted resaltó también la importancia de extender cuidadosamente la base de dentina protectora a las paredes proximales y gingivales así como al piso pulpar y recomendó ser cuidadosos en el grabado ácido del esmalte para evitar brechas en la superficie de éste que pudieran quedar abiertas a la microfiltración (fig. 10).



Los materiales a base de resina (composites) presentan algunos otros inconvenientes como lo es la liberación de formaldehído que presentan. Oysaed y cols. ⁽¹⁾ estudiaron nueve composites y reportaron la liberación de formaldehído durante los primeros diez días. Además, también liberan otras dos sustancias: el bisfenol A y el dimetacrilato, que han sido encontradas en la saliva posterior a la colocación de restauraciones de composite. Ambos causan actividad estrogénica adversa ^(1,29) al afectar las funciones de los estrógenos en la cavidad oral. La integridad marginal de las restauraciones de composites depende de muchas variables incluyendo expansión térmica y la absorción de agua (Retief 1994), la degradación marginal, la adhesión a la estructura dentaria y la contracción de polimerización (Rees & Jacobsen 1989).

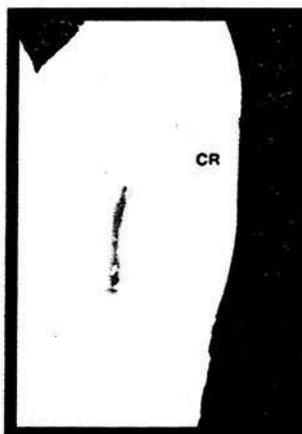


FIG. 10. Proceso de microfiliación, mediante el cual existe comunicación del medio externo con el tejido pulpar, tras la colocación de una restauración con composite (CR) (Fotografía tomada de Mjör ⁽⁷⁾)

IV.2 Grabado ácido

El grabado del esmalte con ácido para mejorar la unión ha sido una parte necesaria en el procedimiento para materiales compuestos. Diversos autores confluieron en la idea de que es muy importante la aplicación de un agente de unión a la dentina, con lo que se elimina la microfiliación ^(4,20).



El grabado ácido del esmalte fue propuesto por primera vez por Buonocore en 1955⁽³⁰⁾. (fig. 11)



FIG. 11. Grabado ácido del esmalte con ácido fosfórico al 37%. Aspecto clínico (izq.) y aspecto microscópico de la superficie adamantina (der.) (Tomada de Chain⁽⁴⁷⁾)

Los agentes ácidos utilizados son algunos minerales (como el fosfórico) y otros orgánicos (como el maleico), éstos últimos que suelen ser más suaves y tal vez más ideales ya que no desnaturalizan las fibras de colágeno.⁽¹⁷⁾

Varios autores recomiendan la aplicación de ácido fosfórico en esmalte y dentina a concentraciones variables que pueden ir del 10-37%.⁽³¹⁾

Brännström, Pashley, White y col. indicaron que el grabado de la dentina vital con ácido no produce inflamación pulpar; aunque algunos otros, como Gilpatrick y Kanca, difieren de este concepto y aseveran que el grabado ácido del tejido dentinario puede causar efectos adversos sobre la pulpa.

Aunque el grabado con ácido tiene un efecto limpiador, su finalidad primaria es potenciar la adherencia de los materiales restauradores. Los limpiadores ácidos aplicados a la dentina amplían las aberturas de los túbulos dentinarios, aumentan la permeabilidad de la dentina y potencian la penetración bacteriana de la dentina.

Es importante la definición de los objetivos del grabado ácido de la dentina:

- 1) Remover el barrillo dentinario para subsecuentemente colocar las resinas adhesivas que entonces interactuarán con una matriz dentinaria



sólida, formando los denominados "tags" o retenciones dentro de los túbulos dentinarios. El espesor del barrillo dentinario varía de 1-2 μ m

- 2) Desmineralizar la matriz dentinaria superficial para permitir la infiltración de la resina en la superficie
- 3) Descubrir la dentina peri e intertubular
- 4) Limpiar la superficie dentinaria

Pashley y cols. ^(1,30) establecieron algunas variables que regulan el tipo de respuesta pulpar ante el ácido grabador: Tipo de ácido empleado, pH y concentración del ácido, tiempo de aplicación, espesor de dentina remanente y la habilidad del subsecuente material restaurador de sellar la dentina.

El efecto del ácido sobre la microvascularización pulpar parece ser insignificante, posiblemente debido a la neutralización rápida del ácido por el fluido dentinario, ya que cuando se desmineraliza la dentina con ácido, se liberan iones de calcio y fosfato y por tanto se origina una acción amortiguadora. Sin embargo, es posible que en las cavidades muy profundas, el grabado ácido pueda contribuir a la lesión de la pulpa.

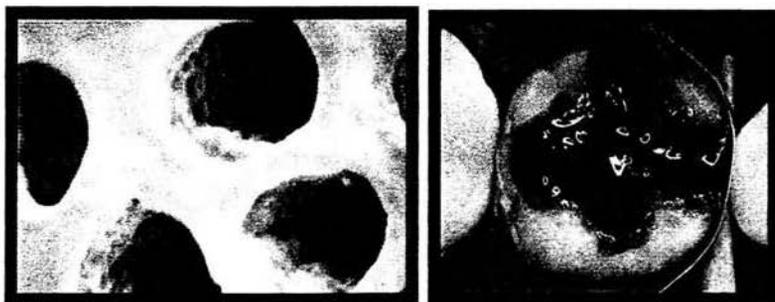


FIG. 12. Grabado ácido de la dentina utilizando ácido fosfórico al 37%. Aspecto microscópico de los túbulos dentinarios (izq.) y clínico del grabado ácido (der.) (Fotografía de Chain ⁽⁴⁷⁾)

Se hace imposible hablar de grabado ácido sin tocar el tema del resultado de este procedimiento y su influencia sobre los sistemas de adhesión. La



presencia de "tags" de resina dentro de los túbulos dentinarios no contribuirán a las fuerzas de adhesión a menos que estos "tags" se encuentren firmemente adheridos a las paredes de los túbulos (Jwaku 1981); sin embargo, debemos ser cuidadosos al llevar a cabo el grabado ácido ya que la penetración de los tags transporta las resinas y primers hacia la cercanía con la pulpa, lo que podría incrementar el riesgo de irritación a este tejido.

Las terminaciones de estos "tags" de resina pueden no ser adecuadamente polimerizados lo que pudiera derivar en la presencia de monómeros residuales que con el paso de los días alcanzan las células odontoblásticas y otras células pulpares (fig. 13).

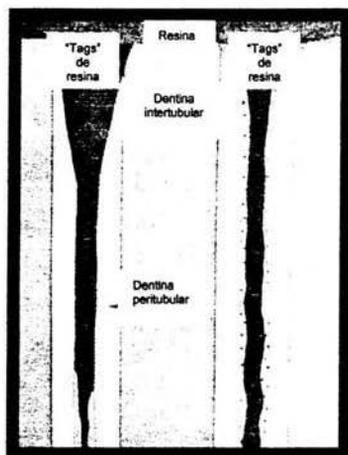


FIG. 13. Esquema que muestra las prolongaciones (tags) de resina en un túbulo bien sellado (izq.) y en uno con sellado deficiente (der.) (Fotografía tomada de Pashley⁽³⁰⁾)

La variable más importante que determina si se presentará una lesión pulpar subsecuente al uso del grabado ácido de la dentina es el sellado que presente la restauración final (Hume, 1988).

Si bien es cierto que las reacciones pulpares son más severas en la dentina grabada, no es debido a los ácidos *per se* sino al incremento de la permeabilidad dentinaria que estos provocan.



Si se quiere crear una capa híbrida dentro de la dentina en vez de hacerlo sobre la dentina, debemos desmineralizar lo suficientemente profundo y durante el procedimiento, remover las prolongaciones del barrillo dentinario.

El grabado ácido de la dentina no es sino una fuente más de irritación aguda para el complejo dentino-pulpar adicionalmente al fenómeno vibratorio, a la lesión térmica y mecánica que acompañan al procedimiento de preparación de cavidades.

IV.3 Sistemas de adhesión

La adhesión a la estructura dentaria tiene varios beneficios entre los cuales están: el sellado de la cavidad, protegiendo de esta forma la pulpa subyacente; previene la pigmentación de los márgenes cavitarios por microfiltración; permite el desarrollo de procedimientos operatorios innovadores y más conservadores; logra reforzar la estructura dentaria remanente, debido a la integración del material restaurador y los tejidos duros del diente; y, además, permite la realización de restauraciones de alta estética.

En la década de los 50's Hagger inició la tecnología de los agentes adhesivos para la unión de resinas a la estructura dental.

IV.3.1 Unión a esmalte

El tratamiento superficial del esmalte con ácido genera una remoción selectiva de los cristales de hidroxiapatita ocasionando una gran microporosidad y el aumento de la energía superficial que permite que los monómeros hidrofóbicos de los composites se distribuyan fácilmente sobre la superficie y penetren las microporosidades, los cuales al ser polimerizados forman una fuente de unión micromecánica. Para mejorar la capacidad de los monómeros de humedecer la superficie y penetrar en las microporosidades, debido a su mayor viscosidad comparada con la del esmalte, los sistemas adhesivos han incorporado resinas con y sin relleno que actúan como agentes intermedios entre el esmalte y el composite.



Las uniones que se forman entre un adhesivo polimérico de baja viscosidad y una superficie de esmalte son fundamentalmente de tipo mecánico y dependen de la penetración de la resina en las irregularidades de la superficie del esmalte.

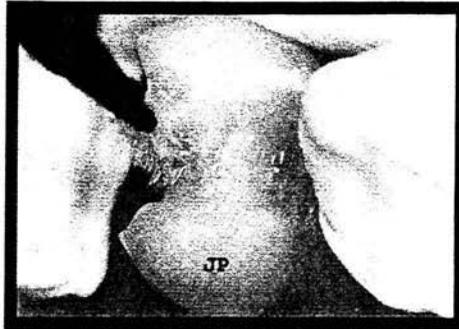


FIG. 14. Aplicación de un agente adhesivo sobre la estructura dentaria (Fotografía cortesía del Dr. Jaime Vera)

IV.3.2 Unión a dentina

La unión a la dentina resulta de la formación de una capa híbrida sobre la superficie dentinaria, la cual consta de monómeros polimerizados dentro de un enmallado colágeno de la dentina formando una traba micromecánica.

Hay tres pasos diferenciados en las técnicas de adhesión a la dentina:

- Desmineralización (grabado ácido)

El agente ácido remueve el barrillo dentinario y desmineraliza parcialmente la dentina superficial.

- Impregnación (resinas hidrofílicas o "primer")

A diferencia del esmalte, en la dentina se produce una menor energía superficial por lo cual se aplica un acondicionador dentinario que consiste en una o varias moléculas con carácter hidrofílico e hidrofóbico, las cuales penetran en la malla colágena favoreciendo la unión al material restaurador. En



la actualidad se cuenta con acondicionadores de autograbado que combinan la desmineralización y acondicionamiento en un solo material.

- Adhesión (resinas hidrofóbicas en el adhesivo o "bond")

El paso final es la incorporación de una resina de unión que penetra en la malla colágena y al polimerizarse forma una traba micromecánica, esta capa de resina infiltrada que es compatible con el composite da lugar a una copolimerización que une el composite a la superficie dentinaria.

IV.3.3 Características

Los sistemas adhesivos contienen monómeros que son moléculas de diferentes pesos moleculares. Presentan diferentes tipos de soluciones disolventes, agua, una combinación de agua-acetona o acetona-etanol.

Los sistemas de adhesión para materiales de matriz resinosa emplean la adhesión micromecánica como mecanismo de acción, tanto en esmalte como en dentina.

En 1982, Nakabayashi et al ⁽²⁰⁾ introdujeron el término "capa híbrida" para describir la impregnación morfológica de la dentina vital con resina. La infiltración adecuada con un agente adhesivo de la dentina previamente grabada conduce a la formación de tal "capa híbrida". Esta capa puede ser descrita como una capa de esmalte artificial que provee de un continuo sellado morfológico y biológico de la interface composite-tejido dentinario (fig. 15) previniendo la entrada de contaminantes y microorganismos del medio ambiente oral.

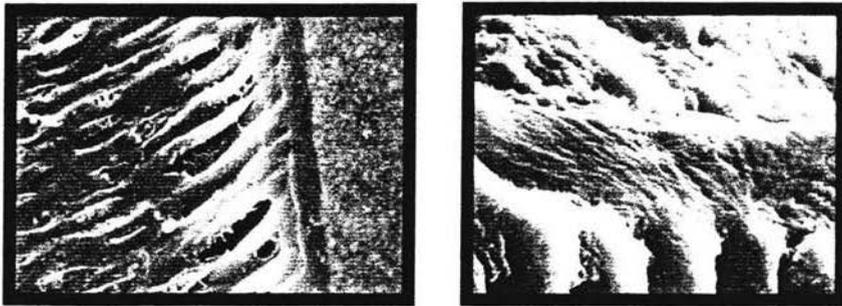


FIG. 15. Microfotografías que ilustran la formación de la capa híbrida (HL) tras la colocación de los agentes adhesivos (Tomadas de Aschheim⁽⁴⁶⁾ y Chain⁽⁴⁷⁾)

El éxito de la odontología adhesiva depende en gran parte de que se haya llevado a cabo un correcto grabado ácido del esmalte y la dentina.

Según Edelberg, los sistemas adhesivos se dividen en dos grandes grupos, de acuerdo a su forma de lograr la microrretención:

- a) Los que eliminan el barro dentinario (smear layer)
- b) Los que lo conservan e incorporan a la capa híbrida

IV.3.4 Adhesión sin barro dentinario

Acondicionan el esmalte y la dentina simultáneamente con un agente ácido, eliminando el barrillo dentinario, ya que los productos de la acción del ácido son enjuagados y eliminados posteriormente. Presentan un primer y un adhesivo que serán aplicados luego.

Con estos sistemas se exponen las fibras colágenas quedando sin soporte de hidroxiapatita.

IV.3.5 Adhesión con barro dentinario

No eliminan el smear layer, sino que lo incorporan en la capa híbrida ya que los disuelven y lo reprecipitan.

Se presentan en dos formas:



- a) Un primer con un adhesivo, en el que el primer cumple las funciones de acondicionar e impregnar la dentina
- b) Los sistemas adhesivos autoacondicionantes, en los que se acondicionan, impregnan y adhieren simultáneamente el esmalte y la dentina mediante un solo líquido que es producto de mezclar dos componentes.

Existen dos tipos de adhesivos autoacondicionantes: los de acondicionamiento ácido fuerte y suave. Los "fuertes" acondicionan tanto el esmalte como la dentina; los "suaves" eliminan solo una parte de la hidroxiapatita de la red colágena, dejando soporte a las fibras y posiblemente generando adhesión química con algún componente del adhesivo.

Los sistemas adhesivos más modernos son mejores que sus predecesores especialmente en términos de retención, sensibilidad al substrato y otras variables; sin embargo, ningún sistema parece ser capaz de asegurar una restauración con un sellado hermético y márgenes libres de contaminación⁽³⁾.

IV.4 Polimerización

El empleo de resinas compuestas como material de restauración presenta algunos aspectos no deseados. Uno de ellos es la desadaptación marginal consecutiva a la reducción volumétrica relacionada con su polimerización. Estas desadaptaciones posibilitan el ingreso de bacterias y elementos irritantes para el complejo dentino-pulpar. Algunos conceptos que guardan relación con los factores que intervienen en este proceso van en razón de la selección del material de restauración basándose en algunas de sus características, como la forma en que es polimerizado, de las características de la preparación dentaria y el intento de lograr adecuada adhesión a los tejidos que la componen.

El proceso de polimerización utilizado en las resinas compuestas corresponde a una reacción de polimerización por adición.



La molécula más comúnmente empleada a manera de matriz de las resinas compuestas es la de BIS- GMA o de Bowen, que consta de dos grupos acrilatos combinados con grupos bencénicos.

Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran antes de polimerizar alejadas las unas de las otras por una distancia promedio de 4 nm⁽¹⁷⁾. Al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se ha reducido a 1.5 nm. Este "acercamiento" espacial de los monómeros es el que provocará la reducción volumétrica del material.

La contracción de polimerización continúa una vez retirada la luz de curado y alcanza su máximo a la hora, ocurriendo el 75% en los primeros 10 minutos⁽¹⁷⁾. Existen varias razones por las cuales se pueden crear las brechas marginales causantes de la filtración:

a) Deficiencias en la inserción del material

Una maniobra muy importante es la colocación de las resinas utilizando una técnica incremental (por capas) (fig. 16). De esta manera se irán relajando las tensiones evitando la colocación de un volumen exagerado de material que provoque mayor desadaptación marginal.

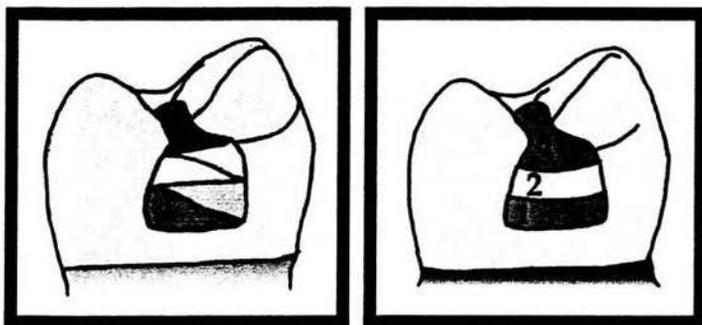


FIG. 16. Técnica incremental para la colocación de composites (Tomada de Chain ⁽⁴⁷⁾)



b) Mala polimerización

Muchas veces la polimerización es deficiente generando un elemento final de bajas propiedades mecánicas, baja biocompatibilidad y rápida degradación. Esta situación es habitual cuando se emplean lámparas de fotopolimerización que no posean adecuada potencia lumínica.

c) Contracción de polimerización incontrolada

Es bien sabido que las resinas al polimerizar trae asociados dos fenómenos que son la exotermia y la reducción volumétrica.

Según Bausch, la contracción de polimerización es la consecuencia del reordenamiento molecular en un espacio menor al requerido en la fase líquida. Algunos autores sugieren que la contracción en los composites es mejor controlada mediante la correcta aplicación de agentes adhesivos ⁽³²⁾

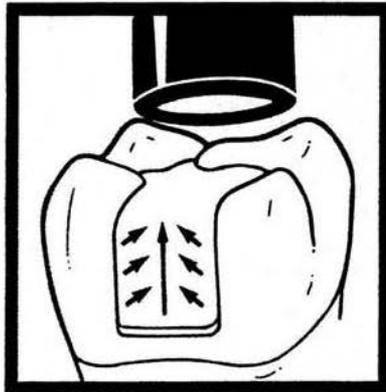


FIG. 17. La contracción de polimerización ocurre en dirección de la fuente lumínica (Tomada de Aschheim ⁽⁴⁶⁾)

Para compensar la contracción secundaria a la polimerización de los composites, se llevan a cabo diversas maniobras:



- Preparaciones adhesivas

Cuando se restaura con composites, se realizan preparaciones que se limitan a quitar los tejidos afectados. No es necesario generar un diseño de cavidad como forma de retención, ni realizar extensiones por prevención, es decir, cuando se utilizan composites como material restaurador, no se debe ampliar innecesariamente el volumen cavitario.

- Maniobra de relleno

Entre menor cantidad de material restaurador se emplee, menor riesgo de que sufra cambios dimensionales por sus características físicas. Entonces a mayor cantidad de composite, habrá mayor probabilidad de que ocurran complicaciones, por lo que se hace necesario llevar a cabo maniobras que reduzcan su volumen de alguna manera, como lo es la colocación de materiales de relleno en el lugar que ocupaba la dentina.

Un material que posee propiedades mecánicas muy similares a la dentina, puede adherirse químicamente a ella y micromecánicamente al composite y no se contrae al endurecer es el ionómero de vidrio, por lo que se considera el material de elección para el relleno dentinario.

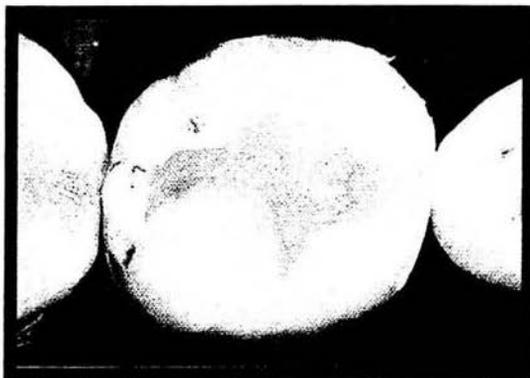


FIG. 18. Maniobra de relleno



Se coloca entonces una mayor cantidad de material que en una base cavitaria, cubriendo el piso y las paredes y dejando solamente un espacio para colocar el composite a manera de esmalte (1-1.5 mm)

- Adhesión a tejidos dentarios

Para evitar la desadaptación marginal se emplean diferentes sistemas de adhesión a la superficie dentaria previa la inserción del material restaurador.

Se considera que la contracción de polimerización es del orden de los 15 MPa⁽¹⁷⁾, por lo que se considera apropiado superar dichos valores con la técnica de adhesión.

Energía lumínica

La contracción de polimerización se puede reducir cuando las primeras emisiones de luz que recibe el material de restauración durante su polimerización son de baja intensidad ($<200 \text{ mW/cm}^2$) prolongando, de esta manera el estado de pre gel (fluido) de los composites donde las tensiones tendrían más tiempo para generar un flujo de material dispándose.

Para permitir relajar las tensiones y luego polimerizar más completamente, se han desarrollado unidades que van incrementando su intensidad en el momento de la polimerización. A esta técnica se le conoce como polimerización gradual o de inicio lento⁽³³⁾. Lo más habitual es polimerizar los primeros 10 segundos con baja energía seguido de un ciclo de 30 segundos de alta energía.



AMALGAMA	COMPOSITES
- Las amalgamas son más económicas.	- En un estudio de Mjör, los composites resultaron cuatro veces más costosos que las amalgamas.
- Poseen pocas propiedades estéticas	- Son restauraciones altamente estéticas.
- En su composición, tienen mercurio, que puede ser considerado tóxico ⁽²⁶⁾	- Restauraciones libres de mercurio
- Requieren de la preparación de un diseño de cavidad	- Requieren menor remoción de estructura dental
- Pueden ser colocadas por dentistas generales sin entrenamiento extra.	- Necesario el conocimiento de una técnica de adhesión especial para su adecuada colocación
- Durante su colocación, el aislamiento puede no ser tan riguroso	- El uso adecuado requiere de un campo de trabajo estrictamente aislado.
- Ha sido, durante muchos años, el material restaurador de elección demostrando buenos resultados a largo plazo	- Es un material de restauración que en las últimas décadas ha adquirido un gran auge en la odontología
- El deficiente sellado marginal inicial que pudieran presentar, se compensa con el autosellado que logran por sus productos de corrosión.	- Los composites no logran tal autosellado y, al contraerse permiten que exista el fenómeno de la micro filtración, altamente perjudicial para el tejido pulpar subyacente.
- Su longevidad es de 10-12 años ^(12,26)	- Su duración es menor que la de las amalgamas ^(12,26) variando de 6-8 años.
- Presentan un desgaste de 10 µm por año (0.1 mm del esmalte de la superficie oclusal en un periodo de 10 años) ⁽²⁵⁾	- El desgaste de los composites es de 30 µm por año más que el esmalte sobre las superficies oclusales (0.3 mm escalonado del esmalte de la superficie oclusal en 10 años)
	- La colocación de restauraciones de composite requiere del grabado ácido de los tejidos dentarios, procedimiento que, sobre todo en cavidades muy profundas, es potencialmente peligroso para la pulpa.



CAPÍTULO V. MICROFILTRACIÓN

La prueba de fuego que deben superar los materiales de restauración es demostrar su habilidad de mantener un sellado marginal intacto⁽³⁾.

La filtración marginal es un proceso por el cual pueden ingresar bacterias, sus toxinas, fluidos con pigmentaciones, sustancias químicas varias a través de una brecha en la zona de contacto entre la restauración y el diente, alcanzando el complejo dentino- pulpar.

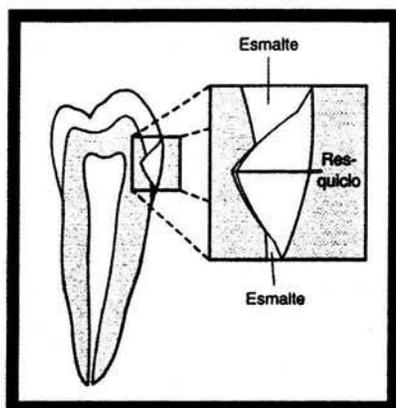


FIG. 19. Resquicio en la interfase restauración-cavidad a través del cual ocurre el paso de fluidos hacia el tejido pulpar subyacente (Tomada de Aschheim⁽⁴⁶⁾)

El dolor postoperatorio, el desarrollo de caries recurrentes y las reacciones pulpares adversas son algunas de las posibles consecuencias de la filtración (Qvist, 1975; Bergenholtz et al, 1982; Brannström, 1984).

En el pasado se creía que las reacciones pulpares frente a los tratamientos odontológicos se debían a agresiones mecánicas, como el calentamiento inducido por fricción.

Actualmente se cree que la lesión pulpar se debe sobre todo a microfiltración producida a través de huecos entre el material de relleno y las paredes de la cavidad. Los túbulos dentinarios son caminos a través de los cuales los



estímulos llegan a la pulpa. En la clínica, es importante recordar que cada vez que se expone el tejido dentinario, los túbulos subyacentes se hacen accesibles, no solo a los estímulos que producen el dolor, sino también a los productos tóxicos elaborados por las bacterias. Estos productos se pueden difundir fácilmente y producir una reacción inflamatoria en el tejido pulpar.

Algunas bacterias pueden permanecer en la capa de residuos después de restaurar el diente; no obstante, los microorganismos requieren nutrientes para mantener su viabilidad y mueren si se les niega el sustrato. La evidencia sugiere que las bacterias crecen por debajo de la restauración solo en presencia de microfiltración.

La habilidad del operador también influye en la microfiltración; la calidad de la preparación y la manera en que se inserta el material pueden influir en gran medida a la adaptación.

También es importante el control de la humedad, debido a que ciertos materiales de restauración presentan microfiltración marginal si están contaminados con saliva durante la colocación.

De acuerdo con un investigador⁽⁷⁾, existen tres posibles rutas para la microfiltración:

- A través del barrillo dentinario
- Entre la capa de barrillo y el cemento o barniz de la cavidad
- Entre el cemento o barniz y el material de restauración.

Según un estudio realizado por Cox et al, la cantidad de toxinas bacterianas filtradas depende del tipo de material restaurador empleado. La mayor cantidad de filtración ocurrió con los cementos de silicato, seguidos por las resinas composites y las obturaciones con amalgama.

Las reacciones de la pulpa comienzan cuando los irritantes entran en contacto con la superficie de la dentina. Conforme disminuye el grosor de la dentina, el peligro de reacción pulpar aumenta de forma espectacular.

Las agresiones locales causan inflamación pulpar al desencadenar la liberación de varios mediadores inflamatorios y reducir la capacidad de reacción vascular.



V.1 Sensibilidad postoperatoria

Cuando los pacientes se quejan de hipersensibilidad después de un procedimiento de restauración, puede ser indicativo de que existió una lesión, aunque las molestias postoperatorias suelen ser transitorias indican que el procedimiento restaurador ha traumatizado el diente o las estructuras de soporte. La molestia por lo regular es de corta duración; el dolor intenso y persistente significa que la inflamación pulpar ha provocado hiperalgesia y que la lesión quizá se trate de una pulpitis irreversible.

La sensibilidad al frío es más frecuente que la sensibilidad al calor. La sensibilidad aparecida después de colocar una restauración se puede deber a una adaptación marginal deficiente debido a la introducción de saliva bajo el material de relleno; sin embargo, la invasión microbiana por fluidos de la cavidad oral no representa la única ruta de infección. Además, algunas de estas bacterias pudieron haber quedado en los túbulos dentinarios después de la preparación cavitaria, por lo que se puede utilizar una sustancia desinfectante, como la clorhexidina, antes de la colocación de la restauración definitiva ⁽⁶⁾

Para reducir la sensibilidad postoperatoria durante los procedimientos de restauración, se recomienda la remoción de la capa de barrillo dentinario como un paso definitivo para el éxito de la subsecuente colocación del material restaurador ^(6,31), aunque existe gran controversia al respecto.

El dolor provocado por la presión al morder indica lesión del ligamento periodontal debida a una hiperoclusión.



CONCLUSIONES

Como profesionales de la salud es nuestro deber estar informados y, además, hacerle saber al paciente cuáles son las opciones de tratamiento que se ofrecen para cada caso. Si el uso de algunos materiales de restauración estética en ciertas zonas no está indicado, es porque no cumple con las características óptimas para que el tratamiento resulte exitoso.

Tomando en cuenta que la habilidad del operador es altamente influyente en el resultado final de las restauraciones, es de vital importancia llevar a cabo los procedimientos de colocación de los materiales de una manera adecuada y siguiendo todos los pasos al pie de la letra para evitar futuras complicaciones que nos conducirían a establecer un plan de tratamiento más resectivo y posiblemente más prolongado y molesto para el paciente.

Por más de 100 años, las amalgamas han mostrado su efectividad al ser colocadas como material dental para restauraciones; con el paso del tiempo, han ido apareciendo diversos materiales que han pretendido ser "sustitutos" de las mismas; sin embargo, considero que no debemos denominarles de esa forma, mejor dicho, son alternativas de las amalgamas y, como tales, debemos considerarlas como otra opción de tratamiento que, de acuerdo a las circunstancias de cada caso, puede resultar en una terapia duradera y funcional. Por lo tanto, no es recomendable abusar de la colocación de materiales como los composites ya que no siempre cumplirán con los requisitos para proveer de una restauración final adecuada.

La decisión durante la selección de un material de restauración debe estar basada en diversos factores, incluidos no sólo la estética, sino también el costo, la función, la localización, características de la lesión y la demanda del paciente, asegurando con esto un resultado satisfactorio y la preservación de los tejidos subyacentes (tejido pulpar) y evitando, de esta forma, la necesidad de realizar una terapia endodóntica posterior.



Finalmente, conociendo la influencia que ejercemos durante los procedimientos operatorios sobre el complejo dentino-pulpar, se concluye que la Endodoncia abarca no sólo la realización de tratamientos de conductos, sino la prevención de daño al complejo dentino-pulpar. En nuestra práctica diaria, nos encontramos en todo momento en contacto directo con los tejidos vitales del diente, que se encuentra íntimamente interconectado con los elementos del sistema estomatognático, del que forma parte sustancial.



FUENTES DE INFORMACIÓN

1. GOOD, David Effects of materials used in pediatric dentistry on the pulp: a review of the literature J Cal Dent Association 1999
2. KAMAL, et al Response of class II molecule- expressing cells and macrophages to cavity preparation and restoration with 4- META/MMA-TBB resin Int Endodon J 2000; 33: 367- 373.
3. MATHEW, M. et al Bonding agent is a decisive factor in determining the marginal leakage of dental composites subjected to thermal cycling: an *in vitro* study J Oral Rehabil 2001; 28: 68-77
4. Walton- Torabinejad Endodoncia. Principios y práctica Editorial Mc Graw Hill- Interamericana
5. CANALDA, Carlos Endodoncia Editorial Masson 2001
6. BRÄNNSTRÖM, Martin The cause of postoperative sensitive and its prevention J Endodon 1986; 12: 475-482
7. COHEN, Stephen Vías de la pulpa Editorial Mosby 8° edición
8. GOING, Robert Microleakage around dental restorations: a summarizing review JADA 1972; 84: 1349-1357
9. MURRAY, Peter et al Restorative pulpal and repair responses JADA 2001; 132: 482-91
10. BJÖRNDAL, Lars Dentin and pulp reactions to caries and operative treatment: biological variables affecting treatment outcome Endodontic topics 2002 p.p. 10-23
11. MJÖR, Ivar Pulp-dentin biology in restorative dentistry Quintessence Publishing 2002
12. FORSS-WIDSTRÖM From amalgam to composite: selection of restorative materials and restoration longevity in Finland Acta Odontol Scand 2001; 59: 57-62
13. LEINFELDER, Karl After amalgam, what? Other materials fall short. JADA 1994; 125: 586-590
14. TYAS, Martin Dental amalgam- what are the alternatives? Int Dent J 1994; 44: 303-308



15. INGLE, John Endodoncia Editorial Mc Graw Hill- Interamericana
16. BERGENHOLTZ, G. et al Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp J Oral Pathol 1982; 11: 439- 450
17. BERTOLDI, Alejandro Aspectos negativos de las resinas compuestas: filtración marginal RAOA 2003; 91: 288-299
18. <http://www.health.gov/environment/amalgam1/appendix1.html>
19. <http://www.ii materials, methods and indications for the restoration of posterior teeth .htm>
20. COX, et al Biocompatibility of primer, adhesive and resin composite systems on non- exposed and exposed pulps of non- human primate teeth Am J Dent 1998; 11: S55- S63
21. QUINLAN, et al In vitro cytotoxicity of a composite resin and compomer Int Endodon J 2002; 35: 47-55
22. BERRY, T. et al Amalgam at the new millennium JADA1998; 129: 1547-1555
23. ELEY, B. M. The future of dental amalgam: a review of literature. Part 1: Dental amalgam structure and corrosion Br Dent J 1997; 182: 247-250
24. WIDSTRÖM, Eeva et al Fear of amalgam: dentists' experiences in the Nordic countries Int Dent J 1992; 42: 65-70
25. CHRISTENSEN, Gordon Amalgam vs. composite resin: 1998 JADA 1998; 129: 1757-1759
26. <http://www.mynewsmile.com/natural.htm>
27. DUNNE-ABRAHAM Dental post-operative sensitivity associated with gallium-based restorative material Br Dent J 2000; 189: 310-313
28. LUTZ, F et al Resin composites in the post-amalgam age Compend Contin Educ Dent 1999; 20: 1138-44
29. SÖDERHOLM, Karl et al BIS-GMA- based resins in dentistry: are they safe? JADA 1999; 130: 201-208
30. PASHLEY, David The effects of acid etching on the pulpodentin complex Oper Dent 1992; 17: 229-242



31. GILPATRICK, R. et al Pulpal response to dentin etched with 10% phosphoric acid Am J Dent 1996; 9: 125-129
32. LEINFELDER, Karl Is it possible to control the directional shrinkage of resin-based composites? JADA 2001; 132: 782-83
33. JAIN, P. et al Depth of cure and microleakage with high-intensity and ramped resin-based composite curing lights JADA 2003; 134: 1215-1223
34. ABATE, P. Effect of photopolymerization variables on composite hardness J Prosthet Dent 2001; 86: 632-635
35. DE SOUZA Costa, et al. Biocompatibility of two current adhesive resins J Endodon 2000; 26: 512- 516
36. KITSAKO, et al Short-term reaction of exposed monkey pulp beneath adhesive resin Oper Dent 1998; 23: 308-17
37. MANHART, J. Three-year clinical evaluation of direct and indirect composite restorations in posterior teeth J Prosthet Dent 2000; 84: 289-295
38. MITRA, Sumitra et al An application of nanotechnology in advanced dental materials JADA 2003; 134: 1382- 1390
39. NAGARAJAN, V. et al In vitro contact wear of dental composites Dent Mater 2004; 20: 63-71
40. NASH, R. et al Using packable composites for direct posterior placement JADA 2001; 132: 1099-1104
41. POGREL, Anthony The great amalgam debate Br Dent J 1991: 102-103
42. SELTZER, Samuel The dental pulp: biologic considerations in dental procedures 3rd edition Ishiyaku EuroAmerica, Inc. publishers
43. TÜRKÜN, L. et al Twenty-four-month clinical evaluation of different posterior composite resin materials JADA 2001; 132: 196-203
44. http://www.dentalaccocn.com/es/noticias/a_cientificos/art01_dif_adhesivos/hoja002.html
45. http://www.odontoclinica.cl/compos_posterio.htm
46. ASCHHEIM- DALE Odontología Estética editorial Harcourt-Mosby 2ª edición



47. CHAIN et al Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores Artes Médicas Latinoamérica 2001