

318322

19
28



UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA

ESCUELA DE ODONTOLOGIA

RESINAS COMPUESTAS POSTERIORES

T E S I S

Que para obtener el título de
CIRUJANO DENTISTA
presenta

Tacko Ozawa Noida

México, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1989



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.

I N D I C E

INTRODUCCION

I.- REQUERIMIENTOS PARA COMPUESTOS POSTERIORES.

- 1.- Biocompatibilidad
- 2.- Resistencia a la pérdida de substancia
- 3.- Integridad marginal
- 4.- Sensibilidad post-operatoria
- 5.- Estética
- 6.- Facilidad de manejo

II.- PREPARACION DE CAVIDADES.

- 1.- Restauración de resina preventiva
- 2.- Adaptación marginal óptima en restauraciones MOD con composite
- 3.- Reemplazamiento de amalgama por resina compuesta Clase II

III.- BASES MEDICADAS.

- 1.- Hidróxido de calcio
- 2.- Ionómero de vidrio

IV.- GRABADO DEL ESMALTE.

- 1.- Factores que afectan la adhesión al esmalte
- 2.- Morfología de la interdigitación mecánica de la resina.
- 3.- Protección de la pulpa

V.- ADHESION DEL MATERIAL RESTAURATIVO A LA ESTRUCTURA DENTARIA.

- 1.- Interfase esmalte/resina
- 2.- Tipos y adherencia a dentina:
 - a) Inorgánicos
 - b) Orgánicos
- 3.- Adhesión a dentina y composites con bases de ionómero de vidrio

VI.- RESINAS COMPUESTAS.

- 1.- Resina compuesta convencional
- 2.- Resina compuesta con microrelleno
- 3.- Resina compuesta híbrida

VII.- TERMINADO Y PULIDO.

- 1.- Relleno con cristales pequeños
- 2.- Relleno microfinos e híbridas

VIII.- EVALUACION CLINICA DE RESTAURACIONES POSTERIORES CON COMPOSITE.

- 1.- Aspectos clínicos

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

Recientemente, la gran demanda de restauraciones que den una apariencia natural ha sido enfocada al uso casi rutinario, si no es que total, de resinas compuestas en la región posterior. Este tipo de materiales no sólo mejoran la apariencia sino que no contienen mercurio, son resistentes a la corrosión y son malos conductores térmicos.

Esto refleja una gran aceptación de las resinas compuestas posteriores como alternativa útil a otro tipo de restauración. Aún así, las indicaciones y contraindicaciones para el uso de compuestos posteriores no ha sido bien establecido por lo que su aplicación ha quedado a criterio propio del cirujano dentista así como de cada caso en particular.

Todos los materiales restaurativos deben reunir ciertos requerimientos y el caso de las resinas compuestas posteriores no es la excepción. Por ejemplo, la estética, la dureza, el módulo de elasticidad elevado, resistencia a la abrasión, coeficiente de expansión térmica, compatibilidad con los agentes adhesivos, baja toxicidad, de fácil manejo y radiopacidad adecuada. Cada uno de estos ha mejorado en grado variable en los materiales disponibles hoy en día reflejándose en adelantos significativos.

Es de importancia que el odontólogo conozca las técnicas, las propiedades del material así como los diferentes factores para determinar la mejor manera de realizar una restauración con composite.

Por lo tanto, incumbe al cirujano dentista de práctica general así como a las instituciones académicas el reconocer la importancia de este tipo de materiales y una preparación adecuada de las futuras generaciones.

En la elaboración de esta tesis, he tratado de describir las características físicas y propiedades clínicas de estos materiales, ya que un buen conocimiento y manejo nos ayudará a la realización de una restauración adecuada.

C A P I T U L O I

REQUERIMIENTOS PARA COMPUESTOS POSTERIORES

Las indicaciones y contraindicaciones para el uso de resinas compuestas en posteriores no han sido bien establecidas. Una lista de ambos podría enumerarse y representar posiblemente una guía general razonable:

INDICACIONES

- Caries temprana
- Cúspides debilitadas
- Premolares
- Cavidades conservadoras Clase I y II en molares
- Dientes primarios
- Cuando la estética sea importante

CONTRAINDICACIONES

- Bruxismo
- Caries rampante
- Oclusión no-favorable
- Falta de un campo operatorio seco

Obviamente debe utilizarse un criterio clínico para cada caso individual.

Una resina compuesta posterior ideal, de acuerdo a muchos investigadores, debe reunir los siguientes requerimientos:

- a) Resistencia a la abrasión como la amalgama
- b) Absoluta estabilidad de forma
- c) Técnicas convencionales simples de trabajo
- d) Adaptación marginal perfecta e impermeable
- e) Radiopacidad
- f) Procedimientos de terminado y pulido rápidos, exactos y no destructivos
- g) Estética agradable.

Sin embargo, las observaciones hechas de exámenes clínicos han demostrado las características necesarias para una restauración posterior con resina compuesta aceptable en la cavidad oral con sus respectivas restricciones físicas, químicas y biológicas.

Los requerimientos clínicos generales para restauraciones con composite en posteriores pueden clasificarse de la siguiente forma:

A) BIOCOMPATIBILIDAD.

1) Reacción pulpar.

B) RESISTENCIA A LA PÉRDIDA DE SUSTANCIA.

- 1) Mecanismo de desgaste de los composites convencionales.
- 2) Mecanismo de desgaste de los composites con micro-rellenos.
- 3) Mecanismo de desgaste de los composites híbridos.
- 4) Porosidad.
- 5) Fatiga y fractura.

C) INTEGRIDAD MARGINAL.

- 1) Contracción durante la polimerización.
- 2) Microfiltración.
- 3) Caries secundaria
- 4) Factores que afectan la adaptación marginal.

D) SENSIBILIDAD POST-OPERATORIA

E) ESTÉTICA

F) FACILIDAD DE MANEJO

BIOCOMPATIBILIDAD

Histológicamente se han demostrado reacciones pulpares en restauraciones con resinas compuestas que pueden ser causados por diversos factores desde trauma durante la preparación, infección bacteriana y efectos tóxicos del material. Por otra parte, el efecto acumulado de estos factores depende de la resistencia y reacción de los tejidos involucrados además de que no es posible que un factor en particular cause reacciones pulpares adversas después de la colocación del material restaurativo.

Se considera que el principal problema biológico relacionado con la dentina y la pulpa es la vida microbiana debajo de la restauración. Esto se encuentra relacionado con los fluidos hidrodinámicos alrededor de estas restauraciones y las hendiduras por contracción entre el diente y la restauración (fig. 1).

En un diente con pulpa vital existe movimiento lento hacia el exterior de los líquidos tisulares de los túbulos dentinarios, en especial áreas con ausencia de dentina secundaria irregular cercanas a la pared pulpar y dentina expuesta sensible a estimulaciones externas (sondeado, fresado, ráfagas de aire). Estos estímulos remueven los líquidos tisulares movilizándolo fuerzas capilares convirtiéndose en un fluido rápido pudiendo deformarse las terminaciones nerviosas presentes en la pulpa y en los túbulos.

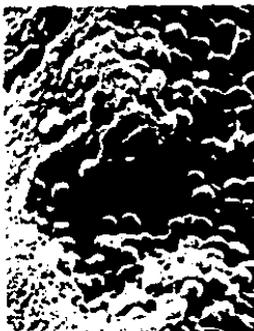


Fig. 1. Bacterias del tipo de los cocos se observan invadiendo a la dentina a través de un hueco en la unión amelo-dentinaria.

La dentina sensible indica que los túbulos están abiertos a la pulpa siendo accesible a estímulos que provoquen dolor, a productos tóxicos y a bacterias.

La superficie de la dentina humedecida por el líquido tisular dificultan la adhesión entre la resina o el cemento sellador y la dentina. Esto se complica ya que las resinas compuestas sufren cierta contracción durante la colocación. La contracción principal sucede durante los primeros 10 minutos después de su inserción formándose una laguna o espacio de 5 a 20 micrones de largo y haciendo una comparación, muchos microorganismos miden cerca de un micron. El espacio se llenará rápidamente con líquido dentinal o por saliva o líquido crevicular si la hendidura se encuentra en el margen.

Una de las complicaciones es que la bacteria puede penetrar fácilmente dentro de la hendidura y hasta los túbulos dentinales si se envientran abiertos. Además, la multiplicación de la bacteria dentro del líquido que ocupa la hendidura así como los productos tóxicos producidos tanto por bacterias vivas y muertas son un problema (Fig. 2).

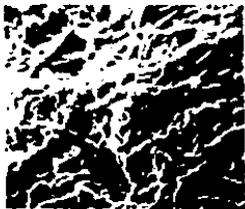


Fig. 2. Una capa de bacterias se observa adherida a la dentina, así como bacterias en algunos túbulos.

Las bacterias pueden penetrar desde la superficie del diente pero se ha encontrado que pueden multiplicarse de microbios sen-

cilios atrapados y protegidos en el "smear layer". Esto sugiere que la mayor parte del smear layer debe ser removido y sellado (smear plugs) los túbulos dentinales abiertos previamente tratados con un antiséptico y que facilite la desecación de las paredes de la cavidad, antes de colocar un recubrimiento indirecto.

En cortes histológicos se ha observado una capa de microorganismos debajo de la restauración cercana a la superficie de la dentina, ocupando el "smear layer". Sin embargo, antes de seccionar el diente en el laboratorio, la restauración de resina es removida y la capa de microorganismos es observada tanto en el "smear layer" como en la superficie interna de la restauración (fig. 3).



Fig. 3. Coccos y filamentos en la superficie interna de una restauración con compuestos.

A veces toda la capa de microorganismos es separada de la cavidad y no se observa ninguna bacteria dentro del túbulo dentinario debido a la presencia de selladores (smear plugs) en la apertura de los túbulos. Esta es una de las razones por la que no siempre existe una relación entre la inflamación pulpar y la presencia de bacterias en las paredes de la cavidad. Por otro lado, las bacterias pueden estar presentes sin observar inflamación debido a la presencia de dentina irregular atubular que bloquea las terminaciones pulpaes de manera que las toxinas no alcanzan la pulpa. En experimentos, esta dentina reparadora tarda de 2 a 3 meses en desarrollarse en el hombre (fig. 4).



Fig. 4.
 A = Cavidad.
 B = Grosor de la dentina remanente (1.7).
 C = Formación de dentina reparación.
 N = Pulpa normal.

Brannstrom dice que "la infección es la mayor amenaza contra la pulpa después de colocar la restauración".

En la Escuela Dental de Tokyo se realizó un estudio (Mariko Ohya-Misu, 1985) con un nuevo sistema de resinas compuestas

llamado "Clearfil Bond System F" el cual ha reportado tener adherencia a dentina y esmalte para determinar su penetración bacteriana y su acción a tejido pulpar.

Los dientes estudiados fueron observados clínicamente en varios intervalos post-operatorios y todos fueron extraídos para su evaluación histológica.

Se observó que los casos con crecimiento o penetración de microorganismos mostraron células de infiltración o supuración. Sin embargo, la profundidad de penetración no fué paralelo a la severidad de la inflamación. No se encontró diferencia entre crecimiento y penetración de microorganismos.

1.- Reacción pulpar:

Se ha observado que la respuesta de la pulpa hacia las resinas compuestas varía entre ninguna, ligera y moderada, y en estudios realizados de ocho diferentes componentes por separado de las resinas compuestas no causaron reacciones pulpares significativas.

No obstante, la pérdida de dentina peritubular después del acondicionamiento con ácido, ya sea cítrico (limpiadores de la cavidad) o fosfórico, produce un ensachamiento de los túbulos dentinales. La extensión de la respuesta inflamatoria que se produce en la pulpa después del acondicionamiento con ácido está en relación con el espesor de dentina remanente y se recomienda que se de un grosor mínimo de 2 mm. El ácido fosfórico no puede alcanzar la pulpa por sí sólo, pero es posible promover una respuesta por medio de las extensiones citoplasmáticas de los odontoblastos de la dentina (fig. 5).



Fig. 5.

- A = Cavidad.
- B = Grosor de la dentina remanente (1.8).
- C = Formación de dentina de reparación.
- D = Hiperemia.
- E = Células de infiltración

La respuesta inflamatoria pulpar suele complicarse con la colocación de la resina restauradora. Se ha demostrado que la resina penetra varias micras en los túbulos dentinales grabados con ácido involucrando la producción de una respuesta pulpar así como el atrapamiento de las bacterias en los túbulos dentinales.

RESISTENCIA A LA PERDIDA DE SUBSTANCIA

El desgaste excesivo es la limitación física mas seria y el principal factor por lo que el uso de las resinas compuestas ha sido restringido en cavidades Clase I y II, en donde están sujetas a grandes cargas de fuerza oclusal así como a la acción abrasiva durante la masticación (fig. 6).

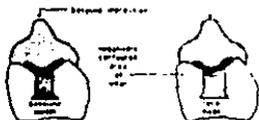


Fig. 6.
Determinación de la pérdida del material por medio de modelos de estudio.

Los factores extrínsecos e intrínsecos que influyen a la pérdida de substancia de las restauraciones con composites son:

Extrínsecos:

- El bruxismo incrementa la abrasión, por el contacto con dientes antagonistas.
- Alimentos que contengan partículas duras (ej. semillas).
- Solventes en los alimentos (ej. el etanol incrementa el efecto abrasivo).
- Una higiene deficiente incrementa la formación de ácidos con la subsecuente disolución rápida de la resina.
- Los cambios de temperatura causan micro fracturas resultando reducción en la resistencia.
- La absorción de agua disminuye la resistencia como resultado de una degradación hidrolítica de las partículas del relleno.

Intrínsecos:

- El contenido de partículas de relleno, de alto contenido inorgánico mejora las propiedades físicas del compuesto. Pero la calidad de los microrellenos con bajo contenido inorgánico parecen tener características desfavorables.
- El aumento de partículas de relleno duras y un mayor grado de conversión de la matriz de la resina mejora la resistencia al desgaste.
- Los compuestos foto-curables parecen ser mas resistentes que las auto-curables, principalmente por la poca cantidad de microporosidades.
- El desgaste de compuestos recae en la pérdida de partículas de la matriz. Una mayor y mejor adhesión entre las partículas y la matriz mejoraría la resistencia a la erosión.

El valorar la resistencia al desgaste de los materiales restaurativos ha sido el objeto de muchos estudios clínicos y de laboratorio aunque frecuentemente los datos cualitativos y cuantitativos in vitro e in vivo no concuerdan. Las pruebas

clínicas de mayor período de duración serán las más confiables y la prueba final en la boca del paciente.

En general se han tomado dos valores para promediar la pérdida de volumen de toda la superficie oclusal de una restauración: la máxima absoluta de pérdida de substancia en el centro del área de punto de contacto llamada Zona de Atrición; y el valor relativo al azar de alguna área de contacto libre llamada Zona de Abrasión o de Masticación.

La atrición es la pérdida de substancia con la formación de facetas de desgaste como resultado del contacto directo del diente durante la oclusión céntrica.

La abrasión es el desgaste causado por procedimientos de higiene oral o por la masticación de alimentos sin el contacto directo entre la restauración y el antagonista correspondiente.

De este modo se ha hecho una distinción entre dos zonas de desgaste diferentes. En la zona de atrición la fatiga, adhesión, desintegración química y abrasión son considerados como los más destructivos. En la zona de abrasión las fuerzas son generalmente más débiles y menos destructivas.

Los procesos de desgaste predominantes en un ambiente fisiológico no han sido establecidos debido a la complejidad del ambiente en cavidad oral el cual consiste de líquidos cuya composición y pH cambian constantemente, así como las condiciones térmicas y las fuerzas mecánicas ejercidas durante la masticación, cepillado de los dientes y bruxismo. Probablemente y bajo esas condiciones, varios procesos de desgaste se encuentren activos.

Se distinguen cuatro tipos básicos de desgaste, las cuales interactúan siendo imposible separar sus efectos individuales:

- a) corrosivo
- b) fatiga
- c) abrasivo
- d) adhesivo

a) El desgaste corrosivo se define como la remoción por reacción de la desintegración de productos químicos por acción mecánica. Dependiendo del compuesto en prueba, después de tres meses a dos años, la desintegración química puede llegar a ser el principal factor de desgaste.

b) Un desgaste por fatiga se observa en sistemas donde la presión es constante y a gran escala. Considerando la tensión natural ejercida durante la oclusión céntrica, este tipo de desgaste es de importante aplicación dental.

c) Del desgaste abrasivo resulta un surco entre un material áspero y duro contra un material suave, como un sistema de dos a tres cuerpos (como una lima contra el acero), o cuando partículas granulosas duras se encuentran entre dos superficies corredizas.

d) El desgaste adhesivo ocurre entre superficies corredizas uniformes y duras, como resultado de la fragmentación causada por verdaderas fuerzas adhesivas entre áreas de contacto ásperas de materiales en un contacto corredizo. Los fragmentos pueden

transferirse de una superficie a otra o convertirse en partículas de desgaste perdidas (fig. 7).

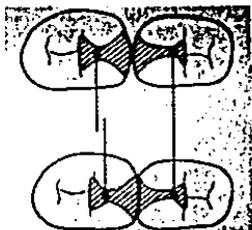


Fig. 7. Arriba: Después de colocarse la restauración.
Abajo: Unos años después.

Estos parámetros juegan diferentes roles dependiendo del tipo de material del que se trate, así tenemos que puede variar la composición del relleno, la forma y tamaño de las partículas del relleno y la distribución o compresión que puede ser muy importante y determinante en el mecanismo de desgaste abrasivo.

1.- Mecanismo de desgaste de los composites convencionales.

El desgaste de las restauraciones posteriores con composites convencionales ha sido descrito como un proceso donde la exfoliación de las partículas inorgánicas del material de relleno se suceden por el continuo desgaste de la matriz de la resina. Esta micro abrasión del polímero de la matriz ocurre bajo presión y acción abrasiva de los alimentos causando exposición de las partículas del relleno sujetándolas a mayor presión mecánica y desalojamiento de las partículas. Las partículas inorgánicas del relleno solo serán desgastadas cuando el abrasivo sea mas duro que el propio relleno (fig. 8).

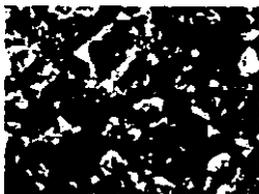


Fig. 8: a) Superficie de un compuesto con partículas inorgánicas "difusas" cubiertas por polímero. b) Misma superficie después de exponerla a la luz y al agua. Nótese las partículas expuestas del relleno.

La fatiga mecánica puede ser una característica muy importante de desgaste. Por el movimiento de los dientes durante la masticación, presiones cíclicas, debido a la carga y descarga, pueden iniciar y propagar líneas de fractura microscópicas al igual que las fuerzas tensiles entre la matriz y el relleno

iniciados por enormes diferencias en el coeficiente de expansión térmica. Durante mucho puede no haber cambios microscópicos del material, pero cuando la superficie se encuentre lo suficientemente estrellada y debilitada, los fragmentos podrán ser removidos por procesos de abrasión y adhesión. Esto forma fallas o grietas susceptibles a daño posterior.

La separación de los agentes de acoplamiento del silane, utilizado para cubrir cada partícula del relleno, puede ser otro factor. Aparentemente la interfase entre el relleno y la resina es la unión débil. Pero debido a la penetración o absorción de agua en la interfase resina/relleno, el adhesivo degenera a la vez. Bajo presión y acción de los alimentos, las partículas del relleno se desintegran (fig. 9).



Fig. 9.

El deterioro aumenta en el módulo de elasticidad por una mala unión entre el relleno y la resina. Los compuestos convencionales no son homogéneos y la ventaja de incluir rellenos extremadamente duros es mínimo. El desgaste de las superficies oclusales es generalmente uniforme más que localizadas.

La inadecuada resistencia al desgaste desalentó el uso de composites convencionales como material restaurativo posterior.

2.- Mecanismo de desgaste de composites con micro relleno.

Se ha reportado que los composites con micro relleno presentan una superficie lisa, estable y una resistencia al desgaste alcanzado por los composites anteriores aumentando la durabilidad a la fricción de materiales abrasivos contra la restauración y el efecto abrasivo en la superficie topográfica.

El término de micro relleno se aplica a rellenos inorgánicos, obtenidos por precipitación o condensación de partículas de 0.1 a 0.04 micrones, 250 veces más pequeño que el de los composites convencionales (fig. 10). Presentan una superficie más homogénea (fig. 11), su aspereza no es mayor al de las más grandes partículas de relleno retenibles, reduciendo la fricción de materiales abrasivos contra la restauración y por lo tanto sobre la superficie topográfica (forma anatómica).



Fig. 11. El dibujo muestra la matriz orgánica y los microrellenos.

Fig. 10. Partícula orgánica de una resina con microrelleno.

Teóricamente pueden ser considerados como protectores de la matriz del relleno. La matriz de la resina de los composites se desgasta al mismo grado generalmente e independientemente de la distancia entre las partículas del relleno. Se ha observado que existe una protección efectiva de la matriz en partículas cuya distancia es menor a 0.1 micra aproximadamente y esto se logra reduciendo el tamaño de las partículas del relleno. Por eso se utilizan partículas ultrafinas de SiO_2 como relleno cuyo tamaño varía entre 0.007 a 0.14 micrones.

En un estudio realizado, la abrasión resultante de la resina compuesta Estic NF encaja en la teoría de reducción de la fricción y de relleno/protección de la matriz. Sin embargo, este bajo grado de abrasión es relativo debido a que la expansión por absorción de agua compensa en parte el proceso de desgaste. Algunos reportes mencionan que la absorción de agua por los composites de micro relleno se expanden fuera de la cavidad. El alto promedio de atrición se debe al efecto de fatiga y la excesiva presión en puntos céntricos ocasionando micro fracturas y pérdida del polímero (fig. 12).



Fig. 12. Desgaste marginal progresivo de un compuesto con microrelleno. E = esmalte, C = compuesto.

Se ha probado que la matriz orgánica en relación con el relleno inorgánico del adhesivo no es compatible a las demandas funcionales. Puede mejorarse la copolimerización utilizando partículas prepolymerizadas y reforzando la matriz.

3.- Mecanismo de desgaste de las resinas compuestas híbridas.

La resina compuesta Miradapt entre otras, es un producto de la mezcla de submicro partículas (0.04 micrones) y partículas convencionales de macro relleno (15 micrones). El contenido del relleno es del 80% por peso y consiste en un 7% de submicro partículas de sílice y un 73% de cristales de bario. Observaciones hechas con microscópio electrónico mostró que las partículas se perfilan igual que la matriz circundante, lo que indican que la durabilidad del compuesto no estriba en el mayor o menor volumen del relleno. La durabilidad del compuesto fué probablemente al mejoramiento de propiedades convencionales de retención del re-lleno más que a la matriz en sí (fig. 13).



Fig. 13. Partículas de sílice mostrando una superficie rugosa mejorando la micro-retención mecánica.

Los cristales radiopacos de bario (KHN 530) son suaves como los cristales de cuarzo convencional (KHN B20). Desde que el coeficiente de durabilidad de la matriz y las partículas de relleno son más homogéneas existe la posibilidad de que estos nuevos materiales ofrezcan mayor durabilidad en dientes posteriores que sus predecesores. Con el uso de pequeños macrorellenos de aproximadamente una micra pueden esperarse mejorías del material.

Un estudio realizado con un composite híbrido demostró que el uso de cargas de cristales grandes (cristales de SiO_2 y BaO) fué similar al de las amalgamas dentales después de 24 y 28 meses de servicio (figs. 14 y 15).



Fig. 14. Superficie oclusal de un molar. a) 0 meses. b) 24 meses.



Fig. 15. Superficie oclusal de un molar. a) 0 meses. b) 28 meses.

4.- Porosidad.

La porosidad influye en la erosión del material, ya sea durante la manipulación o de la pasta en si y contribuye a la degradación de ciertas propiedades como la rigidez, absorción de agua y un gran potencial de decoloración de la superficie.

La necesidad de mezclar dos pastas de una resina compuesta que es activada químicamente para su polimerización causa porosidades del material. Esto se debe a que hay atrapamiento de burbujas de aire durante la mezcla. Se ha reportado que la superficie de las porosidades varía de 0.8% a 47% y el volumen de 3% a 28%.

Por otro lado, en los sistemas de resina compuestas fotocurables se ha reportado que se encuentran libres o parcialmente libres de huecos. El efecto de atrapamiento de burbujas de aire se demostró mezclando dos pastas de este sistema y luego fotocurables. Se obtuvo reducción de porosidades, en cuanto a cantidad y tamaño, cuando se aplicaron con jeringas en lugar de empa-

carlos en masa.

Los huecos que estén por debajo de la superficie pueden convertirse en puntos localizados de menor resistencia a la presión. Estos defectos son un factor de menor durabilidad en restauraciones posteriores principalmente en las resinas compuestas activadas químicamente.

5.- Fatiga y Fractura.

Las fracturas mecánicas se describen como una fuerza que es aplicada alrededor de un área previamente fisurada y propagándose catastróficamente. Goldman (1984) ha sugerido que la durabilidad puede ser modelada por un proceso de fatiga, en donde a menor presión el efecto del tamaño de la grieta (a_0) domina sobre la intensidad de la presión (kic). Como resultado, los materiales con un valor menor a (a_0), como los que están parcialmente libres de huecos o con partículas de relleno pequeñas, están predichas a tener una vida más prolongada debido a su gran resistencia a desgastarse. A grandes presiones, la magnitud de kic domina el modelo de fatiga ya descrito resultando que los rellenos con partículas rugosas tienen mayor tiempo de duración.

Se encontró que la fuerza de la fractura (Gic) y la implicación de kic disminuía, mientras que el entrecruzamiento del poli(metil metacrilato) y la cadena de otros polímeros aumentaba. Esto se ha observado y el kic para la resina sin relleno BIS-GMA es menor a la del poli(metil metacrilato). Basándose en estas observaciones, el modelo de fatiga de Goldman puede predecir que el entrecruzamiento debe reducir la duración de la fatiga bajo ciclos de presiones elevadas. Broutman y Mcqarry (1965) han observado que (a_0) disminuye con el entrecruzamiento.

Los daños inducidos químicamente comprenden dos mecanismos: daño a la matriz del polímero y al relleno inorgánico. Las causas que dañan a la matriz de polímero son líquidos orgánicos y alimentos. La dureza de la superficie disminuye por el daño y se inicia la pérdida de la substancia. El daño al relleno es provocado por líquidos intraorales ácidos y agua atacando y destruyendo la interfase del polímero.

Para reducir estos daños se han sugerido métodos que aumenten la durabilidad incrementando el grado de polimerización de la matriz de polímero utilizando cadenas más flexibles. Otra alternativa sería disminuyendo la fuerza cohesiva en la densidad del polímero produciendo una mala unión termodinámica entre el polímero y los líquidos orgánicos intraorales. Otras posibilidades incluyen mejoramiento en el acoplamiento químico y mecánico entre la matriz y el relleno; la incorporación de cristales con micro-poros, cristales compactos.

Karl F. Leinfelder y colaboradores (1986) realizaron un estudio para determinar la durabilidad de nueve resinas compuestas para posteriores durante un periodo de tres años. El método (directo e indirecto) de evaluación cuantitativo demostró que la durabilidad disminuyó con el tiempo.

El problema de erosión se relaciona con las características del material. Las resinas compuestas que se incluyeron en la evaluación polimerizan con diferentes métodos, varían en cuanto a la naturaleza de las partículas, tamaño, dureza y concentración.

Compuesto	Polimerización	Relleno		Tamaño (micras)
		Tipo	%	
Ful-fil	foto-curable	Bario	77	1 a 5
X-55	foto-curable	Bario/litio silicato de aluminio	76	
H-120	foto-curable	Bario	57	1 a 5
P-10	auto-curable	Cuarzo	87	1 a 5
P-30	foto-curable	Cristales de Zinc	85	1 a 5
A	auto-curable	Bario	78	5
B	auto-curable	Bario	82	20
C	auto-curable	Bario	79	5
Occlusin	foto-curable	Bario	86	1 a 5

Tabla 1.

Los resultados del método directo e indirecto se muestran en la tabla 2.

Material	Tiempo (años)				
	.0	.5	1.0	2.0	3.0
Ful-fil	100	98	93	68	49
X-55	99	90	83	71	44
H-120	100	91	63	46	
P-10	100	90	80	64	59
P-30	100	84	74	59	
A	100	96	95	65	60
B	100	96	89	75	62
C	100	100	95	78	64
Occlusin	100	99	80	63	

Tabla 2. Porcentajes de desgaste.

El desgaste oclusal en micones se muestra en la tabla 3.

Material	Tiempo (años)				
	.0	.5	1.0	2.0	3.0
Ful-fil	0	47	86	86	101
X-55	0	77	93	103	122
H-120	0	84	118	131	
P-10	0	81	111	140	149
P-30	0	89	131	178	
A	0	56	82	92	91
B	0	61	101	119	
C	0	53	89	85	98
Occlusin	0	37	56		

Tabla 3. Desgaste oclusal.

Para determinar la pérdida de forma anatómica, la mayoría de los estudios clínicos indican que al cabo de un año, el ángulo cavo-superficial se mantiene indetectable. Al final del segundo año se observó un pequeño aumento en el desgaste. En el método directo, la detección del ángulo cavo-superficial pudo ser observada hasta que hubo una exposición de 150 a 175 micrones. Goldberg y otros han reportado que el grado de durabilidad decrece en función del tiempo.

Existen varias razones para esta condición como el contorno y el terminado de la superficie oclusal que requieren de técnicas con instrumentos rotatorios de alta velocidad que generan líneas de fracturas sobre y debajo de la restauración extendiéndose 50 micrones o mas.

Otro posible factor es la suavidad del material lo que provoca una mala distribución de fuerzas.

INTEGRIDAD MARGINAL

La integridad marginal es otro requerimiento distinto al de pérdida de substancia, y puede ser considerado como un problema de interfase. Una inadecuada adaptación trae como consecuencia microfiltraciones y la posibilidad de la formación de caries secundaria entre el tejido dentario subyacente y la restauración. Por lo que se requiere de propiedades físicas y químicas adecuadas del material restaurativo así como de un buen manejo clínico.

Una adaptación marginal inadecuada puede ser el resultado de cualquiera o de la combinación de tres posibilidades: contracción durante la polimerización cercana al centro de la masa, falta de adaptación mecánica del material hacia las paredes de la cavidad y la preparación de una cavidad inadecuada para mantener la adhesión del material restaurativo. Cuando se aplica un composite en una cavidad las fuerzas de la polimerización tienden a desalojar

el material fuera de las paredes de la cavidad (fig. 16). Cuanto mas rápido surja el adhesivo ideal, las fuerzas de la contracción se neutralizarán y los huecos marginales serán menores.

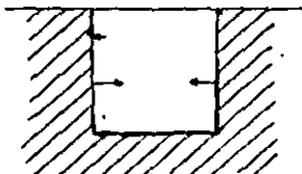


Fig. 16.

Así mismo, la polimerización, la absorción de agua y la expansión pueden provocar defectos en el margen. La absorción de agua actúa como agente corrosivo y da una mayor viscosidad al material debilitando la matriz de la interfase. La expansión localizada en la interfase del relleno y del adhesivo preceden a una destrucción hidrolítica.

1.- Contracción durante la polimerización

La contracción de estos materiales ocurre durante su proceso de curado y es uno de los factores que determina la durabilidad de la restauración.

La pérdida de substancia prematura en la superficie de la restauración con composite es muy similar al resultado de fuerzas internas a lo largo de la interfase de las partículas de la matriz debido a la contracción durante la polimerización (fig.17).



fig. 17. Vectores de fuerzas internas en un compuesto que resultan de la contracción de la matriz y del relleno.

Existe adhesión en la interfase de las partículas de relleno y la matriz para obtener un material estable, de volumen adhesivo entre la restauración y las paredes de la cavidad por razones de retención y asegurar un sellado marginal. Puede adicionarse una mayor adhesividad de las paredes de la cavidad mediante pastas mas viscosas y un agente adhesivo que resista todas las cargas como por ejemplo las provocadas por la polimerización. Entre más superficial sea la cavidad mayor posibilidad de menor contracción.

Las partículas del relleno poseen un módulo alto de elasticidad que tiende a minimizar la contracción. Sin embargo, no previenen de las fuerzas internas del material (fig. 18).

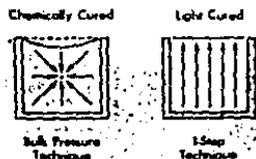


Fig. 18. Vectores de contracción durante el auto-curado y foto-curado de los compuestos. Técnica a un paso.

En muchos casos el fracaso adhesivo y cohesivo dan como resultado huecos o líneas de fractura dentro de la fase de la resina.

Los cambios volumétricos han sido medidos con diferentes métodos y se ha observado que el volumen de contracción va de 1.67% a 5.68%. Los composites foto-curables poseen menor índice de contracción, la cual sucede en la superficie cercana a la fuente de luz que en comparación a los composites auto-curables, la contracción ocurre hacia el centro del material.

Se ha sugerido que los huecos por contracción ocurren en la superficie dentinaria cuando no existe una adherencia del composite hacia la dentina, pero con la presencia de un adhesivo dentinario el composite fluiría durante la polimerización obteniéndose una buena adaptación. Otros han demostrado que la presión de la polimerización puede producir fracturas en el esmalte (fig.19) o extenderse fuera del margen de la cavidad provocando una mala adaptación y microfiltraciones.

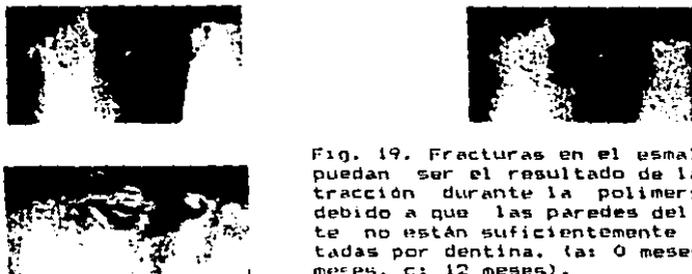


Fig. 19. Fracturas en el esmalte que puedan ser el resultado de la contracción durante la polimerización debido a que las paredes del esmalte no están suficientemente soportadas por dentina. (a: 0 meses, b: 6 meses, c: 12 meses).

Generalmente son fracturas horizontales, entre el tercio medio y el tercio gingival del diente, en bucal y lingual (figs. 20 y 21). Las cúspides se fracturan inmediatamente después de la polimerización aunque no sean percibidas por el odontólogo, pero el paciente puede reportar sensibilidad post-operatoria, dolor o malestar al masticar.



Fig. 20 y 21. Dibujo que muestra líneas de fractura en una cavidad ancha y profunda restaurada con resina.

Se cree que las fracturas son el resultado directo de las fuerzas de la contracción localizadas en las cúspides durante la polimerización del composite.

Para reducir estas fuerzas, se ha sugerido una técnica incremental foto-curable modificada: primero el tercio gingival, después el tercio medio y por último el tercio oclusal. La fig.22 muestra esquemáticamente los pasos. La primera capa en las cajas proximales formando una vertiente con las paredes de la cavidad. La segunda, tercera y últimas capas aumentan el número de polimerizaciones de manera buco-lingual. Esta técnica reduce, teóricamente, la cantidad de fuerzas contractiles en esta dirección como gingivo-oclusales.

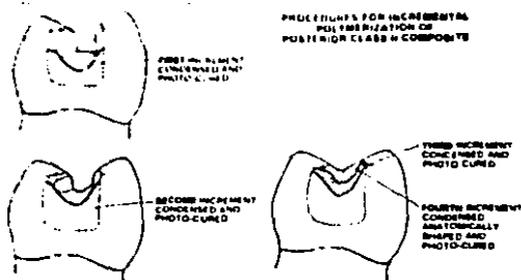


Fig. 22. Colocación por pasos de un compuesto posterior. Cada incremento tiene por objeto aumentar los segmentos foto-curados y reducir las fuerzas en dirección buco-lingual.

2. Microfiltración.

El riesgo de microfiltraciones es mayor en dientes posteriores ya que la restauración es más extensa, más compleja y por consecuencia se produce mayor contracción durante la polimerización. Además, las presiones iniciales y repetitivas van reduciendo la adhesión entre el material y la superficie del diente espe-

cialmente en el margen cervical en donde la reconstrucción firme y morfológica apropiada del contacto proximal se dificulta.

El paso de fluidos, bacterias, moléculas o iones y hasta aire entre el material restaurativo y las paredes de la preparación se ha definido como microfiltración.

Los métodos utilizados para medir la microfiltración han sido por medio de observación directa con microscopio de luz, microscopio electrónico, luz polarizada, radioisótopos, análisis por activación de neutrones, etc. así como termociclo para asemejar las condiciones intraorales (fig. 23).



Fig. 23. La flecha indica la lesión que se ha formado en la pared como resultado de la microfiltración.

La filtración y la decoloración marginal fué reducida con el desarrollo de la técnica de grabado del esmalte y agentes adhesivos de baja viscosidad con sistemas de polimerización como los compuestos convencionales, así como con partículas finas que pueden ser pulidas. Así mismo, se incrementó la propiedad hidrofóbica que se define como superficies que forman ángulos de contacto de más de 90 grados con líquidos hidrofílicos como el agua. La penetración marginal de saliva en el composite es mayor de 130 grados y bajo estas condiciones la capilaridad en lugar de incrementarse se mantendrá entre el composite y la estructura dentaria reduciéndose debido a la pequeña superficie libre del compuesto hidrofóbico.

Cuando el margen del esmalte oclusal es biselado los huecos formados por la polimerización pueden ser reducidos, si no eliminados, así como la microfiltración. La fig. 24 ilustra una mínima microfiltración en una restauración posterior con composite cuando se ha biselado el esmalte y utilizado un agente adhesivo a la dentina. Sin embargo, el espesor del esmalte en el tercio gingival es menor por lo que es más difícil la microfiltración en esta área.



Fig. 24 a)
3. Caries secundaria.

Una de las consecuencias de la microfiltración es caries secundaria debajo de la restauración y el subsecuente riesgo de involucrar a la pulpa debido al proceso carioso. Se ha observado que este tipo de caries se desarrolla con mayor frecuencia en el margen cervical de la superficie proximal (fig. 25), probablemente por la falta de condensación y contracción durante la polimerización. En algunos casos se han llegado a observar espacios macroscópicos en las restauraciones. Estas superficies retienen placa bacteriana y la superficie proximal adyacente queda expuesta al riesgo de desmineralización.

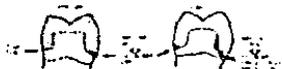


Fig. 25. Desarrollo de caries secundaria en una restauración con amalgama y con resina compuesta.

Mirja Varpio (1981) menciona que tanto una buena manipulación clínica del material como técnicas apropiadas conllevan a la obtención de restauraciones exitosas.

4. Factores que afectan la adaptación marginal.

Los principales factores que limitan las restauraciones con composite en posteriores son durabilidad y estabilidad insuficiente falta de radiopacidad adecuada y adaptación marginal inadecuada. La durabilidad bajo las fuerzas masticatorias limitan su longevidad de dos a cinco años. En contraste, la falta adecuada de adaptación de estos materiales al margen de la cavidad puede ocasionar caries secundaria así como problemas parodontales.

Desafortunadamente, hay una contracción que varía entre 1,5 a 3,0 Vol % con todos los sistemas de resinas compuestas existentes. Esto provoca espacios o huecos entre la restauración y la cavidad. Cuando se restauran cavidades convencionales Clase II para amalgama con resinas compuestas, los huecos se presentan frecuentemente a lo largo del ángulo gingivo-proximal.

Varios factores influyen en la calidad de un margen adecuado entre el composite y los tejidos dentales:

Material	Preparación de la cavidad	Técnica
- Material restaurativo	- tamaño de la cavidad	- adhesión al esmalte
- agente adhesivo	- diseño de la cavidad	- adhesión a dentina
	- configuración del ángulo cavo-superficial	- aplicación del agente adhesivo
		- técnica de inserción
		- modo de curado
		- técnica de terminado

SENSIBILIDAD POST-OPERATORIA

La razón no ha sido totalmente aclarado pero se han sugerido factores como procedimientos en la técnica de grabado, toxicidad de la resina y de los agentes adhesivos a la dentina, microfiltraciones por contracción y expansión del material bajo fuerzas oclusales y presión hidráulica.

ESTETICA

Para el paciente la estética y una función masticatoria normal es de igual importancia. La poca apariencia estética de las restauraciones metálicas especialmente cuando han sufrido corrosión no serán aceptadas aunque funcionen muy bien.

Hoy en día contamos con restauraciones estéticas pero el odontólogo debe tener en mente como deben realizarse estas restauraciones, donde y cuando deben indicarse.

FACIL MANEJO

Este es un requerimiento necesario indudablemente, tanto por el tiempo necesario en todo tratamiento clínico como por las propiedades físicas y químicas del material.

Este material es viscoso, a veces pegajoso y no puede condensarse adecuadamente para formar un punto de contacto firme, de manera que se tienen que adoptar otros métodos como la separación de dientes antes y durante la preparación de la cavidad y la inserción del material restaurativo. Es más fácil aplicar el material con una jeringa pero esto no es siempre posible.

El uso de materiales separadores o de instrumentos que no se pequen al material son necesarios para una adaptación propia del material.

CAPITULO I I

PREPARACION DE CAVIDADES

Una diferencia importante entre las resinas compuestas y otros materiales restaurativos plásticos sería que los composites pueden adherirse a esmalte y dentina, con la propiedad de extruirse o de intruirse sobre el esmalte. Si el composite está adherido al esmalte adecuadamente y si ambos tienen propiedades similares, puede resultar un fracaso en el composite o en el esmalte antes que en la zona de interdigitación del esmalte o del margen de la restauración con el diente o entre ambos.

El esmalte tiene la función de actuar como una cubierta dura al diente. Sin embargo, no hay que subestimar la propiedad de soporte del esmalte. El rompimiento de la continuidad del esmalte es tan importante como el remover la dentina debajo de él. Los composites representan una oportunidad de restaurar ambos aspectos del soporte del esmalte, pudiendo reemplazar el soporte dentinario y debido a que se adhieren al esmalte, funcionan adecuadamente en lugar del esmalte, eliminando previamente las aristas del esmalte que podrían fracturarse.

La utilización de la técnica de grabado y de resinas compuestas para posteriores permite la preparación de cavidades conservadoras. Los principios de diseño de la cavidad propuestos por Black han sido seguidos por muchos odontólogos desde más de medio siglo y no están muy dispuestos a cambiar sus hábitos aún con la introducción de nuevos materiales como los composites.

El diseño de cavidades de Black fueron diseñados específicamente para el uso de la amalgama así como su diseño compensa las deficiencias de este material. Por ejemplo, la preparación debe tener cierta profundidad debido a que la amalgama es quebradiza cuando su espesor es muy delgado. Además, como no previenen las caries, la filosofía de extensión por prevención fue incorporada al diseño de preparación. Por esto, mucho tejido sano es removido por las deficiencias de la amalgama (fig. 26).



Fig. 26. Diente con una preparación extensa.

Unicamente el esmalte puede ser grabado y nos permite obtener una superficie rugosa y la penetración microscópica de la resina formando adhesión mecánica al esmalte (fig. 27), siendo una preparación mas conservadora que la convencional para amalgama. Esencialmente, lo que se necesita es obtener la forma de conveniencia y remoción del tejido carioso.



Fig. 27. Interfase esmalte/resina. Interdigitaciones de 10 a 15 micrones después de un grabado con Ácido fosfórico durante 15 segundos.

El siguiente paso sería el biselado del esmalte. Hay muchas opiniones que van desde el biselado de todos los márgenes del esmalte, biselar solamente el margen oclusal y/o una preparación proximal sin bisel.

Histológicamente, se ha observado que los prismas del esmalte a partir de la unión dentino-adamantina siguen una dirección perpendicular hacia afuera y en cortes transversales se inclinan frecuentemente hacia un lado o al otro. En la región cervical el grado de intersección de los prismas incrementa de manera que son cortados unos transversalmente dando mayor proporción lo que contribuye a fortalecer el ensamblado del grabado y la adhesión (fig. 28).



Fig. 28. Orientación de los prismas del esmalte en las paredes de una cavidad Clase I oclusal.

Por lo anterior parece ser que la mejor solución sería biselar todos los márgenes cavo-superficiales proximales incluyendo el margen gingival. Por otra parte, el margen oclusal no necesita ser biselado o estaría contraindicado debido a que incrementaría la superficie expuesta a desgaste. Una preparación realizada paralela al eje longitudinal del diente en donde las vertientes son cortadas en ángulo, proveen de un bisel sin preparación (los prismas del esmalte son cortados de su curso original que es aproximadamente en ángulos obtusos a la superficie).

A continuación se describen técnicas para restauraciones ultra-conservadoras de caries en fosetas y fisuras de dientes posteriores.

RESTAURACION DE RESINA PREVENTIVA

Desde que en 1955 Buonocore introdujo la técnica de grabado predijo que esta técnica podría ser usada para sellar fosetas y fisuras para la prevención de caries.

La restauración de resina preventiva ha nacido del sellado de fosetas y fisuras con la proposición de extensión por prevención para la eliminación de frecuentes restauraciones múltiples de las fosetas y fisuras. La restauración de un área pequeña de la anatomía oclusal de un molar podría ser seguida por otras áreas a menos de que todas las fisuras fueran removidas inicialmente. Esto ocasionaba que tejido sano fuera removido y prevenir la recurrencia de caries en la misma superficie. Sin embargo, esto no garantiza de un ataque de caries futuro aún con amalgama.

El objeto ha sido desarrollar una técnica en donde lesiones cariosas mínimas (generalmente en molares permanentes jóvenes) puedan ser restauradas con la remoción mínima de tejido dentario con la prevención de caries de otras fosetas y fisuras de la misma superficie con la remoción mecánica de estas áreas.

Esta técnica fué publicada en forma superficial en 1977 por Simonsen y Stallard. Posteriormente, en 1980, publicaron una descripción mas detallada con resultados clinicos de tres años. Desde entonces, datos acumulados durante siete años muestran excelentes resultados (Simonsen y Landy, 1984).

Esta técnica emplea el método de Ácido grabado y el resultado se conoce como Restauración de Resina Preventiva (PRR). Se extiende hacia las fosetas y fisuras y el esmalte cariado es removido. El resultado es una preparación confinada al esmalte que será grabado y sellado con un material restaurativo.

Las indicaciones para este tipo de restauración son:

- a) El explorador se atorará en las fosetas y fisuras de una superficie oclusal intacta.
- b) Las fosetas y fisuras profundas que dificulten la completa penetración del sellador o que posiblemente estén cariadas en sus bases.
- c) Presentar una apariencia opaca, blanca terrosa a lo largo de las fosetas y fisuras que sugieran caries incipiente.

Una contraindicación para el uso de este tipo de restauración sería para una Clase II.

Recientemente con la introducción del uso de resinas compuestas para posteriores así como de sistemas de polimerización de luz visible, se han usado tres tipos de restauraciones de resina preventiva las cuales parecen ser mas prácticas: tipo 1, 2 y 3. Estos tres tipos serán descritos a continuación y el dique de hule es utilizado rutinariamente para la aislación.

Tipo 1, PRR:

Esta técnica se utiliza cuando la caries existente en fosetas y fisuras es mínima, o en casos donde el operador esté o no seguro de la presencia de la lesión cariosa y no quiera utilizar un sellador de fosetas y fisuras (fig. 29).



Fig. 29. Preparación Clase I. a) Lesión cariosa oclusal pequeña. b) Remoción del tejido carioso sin extensión por prevención. c) Colocación del material restaurado y sellado de las fisuras.

El tejido carioso es removido primeramente de manera conservadora. Por ejemplo, con una fresa redonda de carburo para el acceso y una ligeramente mas grande para remover el tejido carioso o para ver si existe una lesión cariosa en la fisura. Si la caries no abarca dentina no hay necesidad de extender la preparación hasta la dentina así como la colocación de una base protectora. El diente será grabado y se aplicará el sellador de fosetas y fisuras teniendo cuidado de no dejar burbujas de aire. Esto puede prevenirse aplicando una pequeña cantidad del sellador inicialmente y extenderlo con un explorador de manera que fluya suavemente a toda la preparación y después aplicar el resto del sellador.

Tipo 2, PRR:

En casos donde la caries involucre dentina, aunque sea un área pequeña, la restauración requiere de un composite para posteriores. Después de la remoción de caries con una fresa de carburo lo pequeña posible, se checa si la caries no se ha extendido lateralmente a lo largo de la unión amelo-dentinaria. Este tipo de caries extendida es mas difícil de detectar con una preparación pequeña.

La dentina expuesta es recubierta con una base de hidróxido de calcio antes del grabado del esmalte y la aplicación del adhesivo. Después se aplica cuidadosamente la resina compuesta para no dañar el esmalte grabado que está cubierto solamente con una capa del adhesivo no polimerizable y sin atrapamiento de burbujas de aire.

El material excedente puede ser removido suavemente con un instrumento plástico o un cepillo hacia las fosetas y fisuras adyacentes como si fuera un sellador. Después de retirar el dique de hule se checa la oclusión y el excedente es removido con una piedra para terminado de compuestos (piedra de Arkansas).

Tipo 3, PRR:

Este tipo no difiere mucho del tipo 2 con excepción de que la capa sellante forma parte integral de la restauración. En los ejemplos anteriores, el sellador fué utilizado para sellar áreas separadas del mismo diente, mientras que las fisuras fueron selladas con la resina.

En el tipo 3 la resina es utilizada para restaurar la cavidad (figs. 30 a 37). El sellador de fosetas y fisuras es aplicado para sellar las fisuras contiguas.



Fig. 30. La lesión cariosa en la foseta de este primer molar permanente no puede determinarse si es mínima o si abarca la unión amelo dentinaria.



Fig. 31. Se hace una preparación exploratoria con una fresa redonda de carburo pequeña. Si el tejido carioso fuera más extenso se utilizará una fresa más grande tratando de dejar una preparación lo más pequeña posible.



Fig. 32. Se aplica una base de hidróxido de calcio en toda la dentina.



Fig. 33. Los márgenes del esmalte son grabados así como las fosetas y fisuras.



Fig. 34. Nótese el aspecto "congelado" del esmalte grabado.



Fig. 35. Después de colocar el adhesivo, se aplica la resina dentro de la cavidad.

Fig. 36. Las fosetas y fisuras adyacentes son selladas con un sellador blanco opaco.

Fig. 37. Después de quitar el dique de hule se ajusta la oclusión.

Como puede verse en las figuras 30 y 31 el PRR es ideal para lesiones cariosas mínimas que en un tratamiento convencional serían sujetas a una pérdida excesiva de estructura dentaria en orden de extensión por prevención.

Esta técnica se ha utilizado en lesiones cariosas pequeñas. Indudablemente con el desarrollo y mejoramiento de las resinas, esta técnica podrá utilizarse para restauraciones mas grandes y sin perder tanta estructura dentaria.

Las restauraciones Clase II también se ven afectadas con la introducción de restauraciones interproximales conservadoras (fig 38 y 39).



Fig. 38. Otro ejemplo de cavidades conservadoras. En estos premolares se biseló el margen del esmalte.



Fig. 39. Vista postoperatoria del cuadrante mostrando los premolares y molares después de ser restaurados.

Apariencia de la remoción de caries del esmalte con luz polarizada.

Los hallazgos histo-patológicos de caries en las figuras del esmalte en un estudio realizado por Hicks en 1984, se observó que el cuerpo de la lesión tenía un volumen mínimo del 3% en su periferia, incrementándose en un 25% en el centro de la zona (fig. 38). Esa zona representa el área de la lesión que presenta mayor desmineralización.



Fig. 40. Lesión cariosa en la figura de un premolar.

BL = cuerpo de la lesión

E = esmalte

D = dentina

T = penachos del esmalte

En la remoción mecánica de la caries incipiente en el esmalte y la colocación de la restauración, se removió la mayor cantidad del esmalte carioso. Las lesiones en la mayoría de los especímenes (80%) estaban representados por áreas pequeñas en el piso de las cavidades preparadas para una restauración de resina preventiva (fig. 41). Sin embargo, en el 20% de los dientes examinados se erradicó toda la lesión (fig. 42). De cualquier manera, la remoción de caries limitó las cavidades en el esmalte. Aproximadamente un grosor de 250 micrones de esmalte separaba a la restauración de la unión amelo-dentinaria. La restauración se mantuvo intacta y en íntimo contacto con el esmalte grabado.



Fig. 41. Premolar con una restauración de resina (R). Nótese que el esmalte carioso ha sido removido en gran extensión y solamente queda una porción pequeña (flecha). E = esmalte, D = dentina.

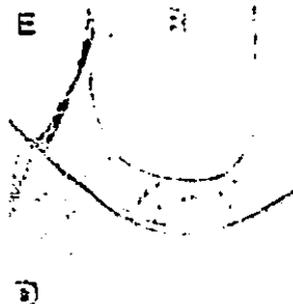


Fig. 42. En este diente se ha removido todo el esmalte carioso. La restauración de PRR (R) se encuentra en contacto con el esmalte grabado. E = esmalte, D = dentina.

ADAPTACION MARGINAL OPTIMA EN RESTAURACIONES MOD CON COMPOSITE

En las restauraciones con composite Clase II deben resolverse dos problemas diferentes: adaptación marginal oclusal y adaptación marginal proximal. Ambos se relacionan con la preparación de la cavidad.

Si es posible clínicamente, la parte oclusal de la restauración debe ser preparada de acuerdo a las reglas de una Restauración Adhesiva (fig. 43). El tamaño de la cavidad debe ser lo más pequeña posible, con la remoción de la dentina cariosa sin extensión por prevención. El biselado del margen cavo-superficial es un requisito para reducir la posibilidad de una fractura marginal y eliminar problemas de deslindamiento durante el proceso de terminado. El biselado del margen oclusal debe ser estrecho debido a la configuración anatómica y de la estructura del esmalte a lo largo del margen de la cavidad.

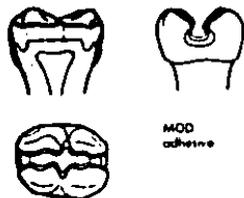


Fig. 43. Preparación de una cavidad MOD adhesiva: corte sagital, vista proximal y oclusal.

Para restauraciones oclusales la técnica de grabado del esmalte y el uso de adhesivos de baja viscosidad antes de colocar

el composite es lo adecuado (Petrin, 1981; Hansen, 1984).

Las Preparaciones Adhesivas son generalmente mas pequeñas que las convencionales (fig. 44). Con este tipo de diseños, la preparación de un biselado forma una barrera entre la superficie libre de la restauración y el centro del material. Los vectores de la contracción se dirigen hacia el centro de la masa durante la reacción y empujan el material hacia los márgenes de esmalte grabados y sellados.



Fig. 44. Preparación de una cavidad MOD convencional. Corte sagital, vista proximal y oclusal.

Fig. 45. Preparación de una cavidad MOD convencional modificada. Corte sagital, vista proximal y oclusal.

Esto da como resultado en un 100% márgenes excelentes y filtraciones menores de 0.1. En este tipo de cavidades y con cualquier tipo de composite (tradicional, con micro relleno o híbrido) demuestran una adaptación marginal y sellado perfecto.

Desafortunadamente la técnica de "Restauración Adhesiva" en donde la preparación de la cavidad asegura una buena adaptación y sellado, forma de caja, y aún mas, cavidades proximales clásicas, aumentan el efecto de contracción siendo mas evidente a lo largo del ángulo gingivo-proximal por factores anatómicos, geométricos y factores de inserción.

El margen de esmalte a lo largo del ángulo cavo-superficial, biselado o no, contiene prismas del esmalte que han sido cortados paralelamente al eje longitudinal del diente o entre la periferia de la unión amelo-dentinaria. Esos prismas aislados son vulnerables y se produce rompimiento estructural cuando es grabado, se separan durante la reacción de la resina y se fracturan durante el proceso de terminado.

En cavidades largas, los vectores de contracción se incrementan siendo mas destructivas resultando márgenes de poca calidad que en cavidades pequeñas. Por eso se pensó en una polimerización "paso por paso" con pequeñas capas del material, así la contracción de la primera porción se compensa con la adición de la porción subsecuente. Teóricamente, así como el número de porciones es infinito, el volumen de contracción se convierte en cero. Este estudio fué confirmado en una prueba comparando una técnica de inserción de 1-paso y 2-pasos usando composites condensables de polimerización química. La diferencia geométrica

de la porción inicial colocada en la cavidad proximal durante una técnica de inserción múltiple puede traer consecuencias positivas: la porción inicial es pequeña y tiene un radio relativamente mas amplio de superficie libre por volumen. La contracción es minima y compensa la superficie oclusal libre. Además, el centro de contracción de esta primera porción se localiza cercano al piso gingival reduciéndose el componente vertical del vector de contracción y la dislocación del material del piso gingival. Otra ventaja es que puede utilizarse un composite radiopaco, condensable, que no sea necesariamente altamente resistente como porción inicial proximal. Las siguientes porciones pueden ser de composites altamente resistentes y no necesariamente radiopacos. Sin embargo, un requerimiento importante para esta técnica es que el composite debe ser condensable (baja viscosidad).

En analisis posteriores se observó que la aplicación del adhesivo antes de la inserción del composite mejoraba la adaptación marginal, aunque debe ser una capa muy delgada ya que alarga la polimerización y totalmente radiolúcido. En cavidades convencionales Clase II no hubo ventajas cuando se grabó el esmalte de las cajas proximales y se utilizó la técnica de inserción a 2-pasos (fig. 46) debido a que hay mayor porcentaje de fractura marginal del diente.

TWO-STEP TECHNIQUE



Fig. 46. Restauración MOD convencional con resina compuesta, técnica a 2-pasos.

- 1.- Aplicación del sellador (sin grabado del esmalte en proximal).
- 2.- Restauración proximal con compuesto condensable.
- 3.- Restauración oclusal.

La hipótesis de obtener una adaptación marginal óptima en cavidades proximales es aún más complicado cuando se utiliza una resina polimerizable con una fuente luminosa debido a que la superficie cercana a la fuente de luz polimeriza primero, los vectores producidos por la contracción se dirigen principalmente hacia la superficie oclusal de las restauraciones MOD. Además, la adaptación marginal es menor que las auto-curables aún utilizando la técnica a 2-pasos. Esto es una desventaja ya que son muy resistentes.

REEMPLAZO DE UNA AMALGAMA POR RESINA COMPUESTA CLASE II

La preparación de cavidades Clase II representa un reto en particular cuando la cavidad ha sido restaurada previamente con amalgama.

En estos casos ya no es posible diseñar una cavidad conservadora. Lutz ha adaptado el diseño de una preparación Clase II (fig. 47) cuando se va a reemplazar una restauración de amalgama por un composite.

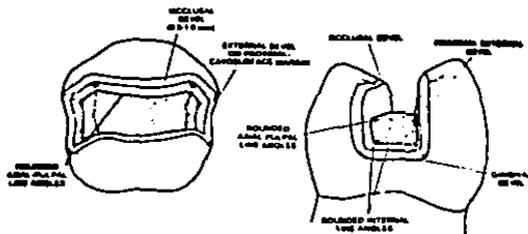


Fig. 47.

En este tipo de restauraciones la prevención de porosidades y microfiltraciones del margen próximo gingival es particularmente difícil. Jorgensen y Hisamitsu (1984) han reducido este problema utilizando un composite condensable, una mezcla de monómero foto-curable y cristales cilinizados GLK como polvo. Ellos demostraron que era posible reducir los huecos producidos por la contracción en el margen proximo-superficial utilizando este material y con una técnica por condensación (ver fig. 22).

La primera capa en el área de la caja proximal deberá colocarse de manera que formen un declive con las paredes de la restauración antes del foto-curado. Similarmente, la segunda, tercera y la última capa deberán aumentar el número de pasos de polimerización en sentido buco-lingual. Este proceso reduce, teóricamente, el acúmulo de contracción en esta dirección como gingivo-oclusal.

CAPITULO III

BASES MEDICADAS

El ácido fosfórico y los materiales de compuestos son potencialmente tóxicos a la pulpa, la dentina expuesta debe ser protegida apropiadamente con una base o un recubrimiento indirecto. Comúnmente se utiliza el hidróxido de calcio con este propósito debido a su compatibilidad biológica, no inhibe la reacción con la resina y por su fácil manejo. Algunos de estos materiales son más resistentes a la disolución con el ácido fosfórico que otros, pero lo más importante es permitir el tiempo suficiente para colocar el hidróxido de calcio antes del grabado.

Todas las paredes de dentina, en particular el área del ángulo gingivo-axial, deben de protegerse con la base (fig. 48) ya que en cada milímetro cuadrado de dentina se encuentran presentes alrededor de 30,000 túbulos dentinarios.



Fig. 48.

También se debe tener precaución de aplicar el ácido grabador solamente en las paredes del esmalte. Para esto puede utilizarse un cepillo fino o colocar el ácido grabador en gel dentro de una jeringa con una aguja calibre 27 (fig. 49).



Fig. 49. Una jeringa hipodérmica es adecuada para la aplicación del ácido grabador en gel.

HIDROXIDO DE CALCIO

Cuando la restauración es una resina compuesta, el cemento de óxido de zinc y eugenol, no puede emplearse debajo de una resina ya que el eugenol evita la polimerización de la mayor parte de los sistemas de resina y tiende a dejar resina blanda en la interfase (entre la resina y el cemento). Un barniz no es aceptable como recubrimiento ya que la porción de monómero de la resina disuelve el barniz, eliminando la barrera protectora. Además, el solvente en el barniz bloquea la polimerización de la resina.

El hidróxido de calcio es un cemento medicado que protege la pulpa. Su pH alcalino de 12.6 estimula a los odontoblastos para la formación de dentina irregular o reparadora. Reducen la sensibilidad de la pulpa a los estímulos térmicos, actúa como neutralizador químico e impide la penetración de ácidos en los túbulos dentinarios actuando como barrera física a causa de su relativa insolubilidad.

Es una base insoluble que se disocia en un grado limitado, en sus iones Ca^{+} y OH^{-} . Los iones oxhidrilo quedan disponibles para la neutralización de los hidrogeniones de los ácidos de los cementos.

La aplicación de hidróxido de calcio a la dentina produce esclerosis de los túbulos primarios, pero no estimula el depósito de la dentina de reparación. Como el hidróxido de calcio es insoluble y no penetra en toda la longitud del túbulo, actúa como barrera mecánica. Aplicado a exposiciones pulpares, estimula la formación de dentina de reparación.

Se recomienda una base de hidróxido de calcio como recubrimiento protector. En técnicas de grabado ácido, el ácido fosfórico puede disolver parte del recubrimiento, lo que requiere agregar o volver a aplicar el material de recubrimiento.

Los cementos comerciales de hidróxido de calcio suelen presentarse como un sistema a base de dos pastas. Presentan dureza adecuada y resistencia, lo que permite emplearlos como una base para la colocación de un material de restauración (fig. 50).

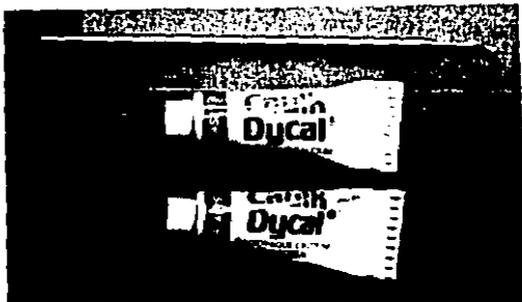


Fig. 50.

IONOMERO DE VIDRIO

Este es uno de los cementos dentales más recientes y tiene el potencial de adherirse a los iones de calcio del esmalte y la dentina. Se basa en el ácido poliacrílico (líquido) con la adición de otros ácidos para mejorar sus propiedades. Así, el ácido tiene la propiedad de quelación con los iones de calcio de la estructura dentaria. Este líquido en particular es muy positivo en cuanto a la reacción tisular. El polvo es un cristal de silicato de aluminio, presenta liberación de fluoruro y quizá algunas características anticariogénicas (fig. 51). Se utiliza principalmente como agente adhesivo y como material de restauración en áreas erosionadas.



Fig. 51.

Una explicación posible al bajo nivel de irritación es el gran tamaño de la molécula del ácido poliacrílico, que limita su penetración a través de la dentina, su atracción a la proteína, o ambas cosas, lo que puede limitar su difusión a través de los túbulos dentinales. Su aceptación biológica es favorable por la pulpa y, por lo tanto, la baja frecuencia de sensibilidad post-operatoria.

CAPITULO IV

GRABADO DEL ESMALTE

El período de retención de una resina compuesta puede prolongarse significativamente si el esmalte es sometido a un proceso de grabado por un efecto de incremento en la superficie de contacto, a la remoción del esmalte viejo y la eliminación del material orgánico.

Para lograr una mayor durabilidad de unión entre las sustancias se ha empleado el uso del ácido fosfórico que modifica las propiedades físicas y químicas de la capa externa del esmalte. El ácido ataca la superficie del esmalte aumentando la porosidad existente, creando picos y valles con la subsecuente interdigitación mecánica de la resina mejorando la unión de la resina con el diente. La longitud efectiva de las prolongaciones resultantes del acondicionamiento es aproximadamente de 7 a 25 micrones.

La porosidad aumenta a una mayor profundidad en el esmalte conforme se reduce la potencia del ácido fosfórico. Por ejemplo, el ácido fosfórico al 50% produce cambios en el esmalte que terminan a una profundidad de 19 micrones, comparada con los 30 micrones de la concentración al 30%. Sin embargo, hay una concentración crítica, aprox. de 30%, por debajo de la cual se forma un producto insoluble en la reacción que puede ocluir porosidades importantes del esmalte. Se ha sugerido que los cambios químicos incluyendo la formación de grupos fosfatos polares, proveen sitios reactivos para la adhesión.

FACTORES QUE AFECTAN LA ADHESION AL ESMALTE

Una reducción significativa en la resistencia de los enlaces es la contaminación del sustrato basal. El esmalte está cubierto por integumentos orgánicos principalmente la película adquirida compuesta de proteínas salivales adherentes, carbohidratos, grasas y microorganismos. Por esto, se ha destacado la necesidad de una profilaxis dental previa al acondicionamiento con ácido.

El agente grabador, deberá aplicarse con una torunda o isópo de algodón, un cepillo fino o con una jeringa y aguja calibre 27. El frotar la superficie durante el acondicionamiento ocluye las microporosidades por lo que debe evitarse. Los agentes en forma de gel se colocan y se dejan sin mover.

Es importante enjuagar profusamente el diente para eliminar el ácido y los productos de la reacción, lavar con un chorro de agua a presión durante un minuto para evitar dejar productos de la reacción o componentes del acondicionador que puedan ocluir las porosidades del esmalte.

Un campo seco es de máxima importancia para la adhesión. No debe permitirse que la saliva se ponga en contacto con el esmalte acondicionado y seco ya que las proteínas se adherirán a la superficie afectando las características de la adhesión.

La aplicación tópica de flúor antes ni durante el acondicionamiento está contraindicado. Las superficies acondicionadas del esmalte reaccionan con varios fluoruros para formar productos que ocluyen los poros del esmalte reduciendo significativamente la resistencia de los enlaces.

MORFOLOGIA DE LA INTERDIGITACION MECANICA DE LA RESINA

Los prismas en el esmalte fracturado y en las paredes de la cavidad están expuestas casi exclusivamente en su plano longitudinal. El acondicionamiento con ácido de estos prismas expuestos genera porosidades con una distribución y patrón que contrasta con la de los prismas de esmalte expuestos superficialmente (aprox. 5 micrones) y al material que se encuentra en los mismos.

En el estudio realizado por Hicks (1984) acerca del grabado con ácido fosfórico muestra una variedad de patrones de grabado y morfología en el piso y paredes de la cavidad.

Para determinar la morfología de las interdigitaciones del esmalte, los dientes restaurados fueron desmineralizados con ácido clorhídrico al 1% durante 24 horas. Los dientes se desmineralizaron completamente, manteniéndose una restauración intacta, dejando las superficies de la resina, previamente en contacto con el piso y paredes de la cavidad expuestas. Después, las restauraciones fueron examinadas bajo microscopio electrónico (SEM).

La figura 52 muestra un patrón de grabado en donde se ha perdido principalmente de la vaina del esmalte mientras que los prismas del esmalte permanecieron casi intactos. Se encontró que estos prismas estaban organizados en bandas que corresponden a parazonas y dizonas de las bandas de Hunter-Schreger. Estas bandas de prismas se mostraron proyectándose en diferentes angulaciones.



Fig. 52. Patrón de grabado del esmalte. Las vainas de los prismas permanecieron casi intactos mientras que los prismas se han perdido.

La morfología de la resina (fig. 53) en contacto previo con el piso de la cavidad a la desmineralización mostró una apariencia de red fina o de panel con una serie de proyecciones. Los huecos en la resina, ocupados por los prismas antes de la desmineralización, midieron aproximadamente de 3 a 4 micrones de diámetro.



Fig. 53. Morfología de la interdigitación de la resina. Después de la desmineralización del diente, se observan huecos que estaban ocupados por los prismas del esmalte.

Las paredes de la cavidad variaron su patrón de grabado (fig. 54) observándose pérdida principal de las vainas de los prismas y restos de prismas. La variación entre el piso y las paredes de la cavidad se debió al corte oblicuo de los prismas durante la preparación, ocasionando un aspecto elongado de los mismos.

Las interdigitaciones de la resina (fig. 55) indicaron que los huecos presentes estuvieron ocupados por prismas cortados transversalmente. Estos huecos midieron de 3 a 4 micrones aproximadamente y se observaron limitados por resina que rodeaban a los prismas.



Fig. 54. Patrón de grabado de las paredes del esmalte.

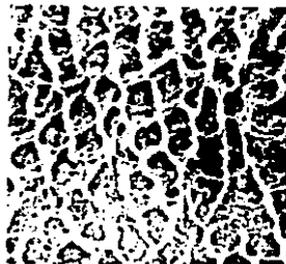


Fig. 55. Morfología de la interdigitación de la resina.

PROTECCION A LA PULPA

Los túbulos dentinales recién cotados requieren de alguna forma de protección pulpar. Las pulpas dentales grandes y túbulos dentinales visibles que existen en los dientes de las personas jóvenes tienen formación relativamente escasa de dentina peritubular y los agentes tóxicos penetran fácilmente. En personas mayores la formación de dentina esclerótica y peritubular es más concisa y en ocasiones su pulpa queda adecuadamente protegida solo con un recubrimiento.

Se ha demostrado que un escurrimiento del agente grabador (ácido fosfórico) hacia la dentina produce ensanchamiento de los túbulos dentinales por pérdida de la dentina peritubular provocando severas alteraciones inflamatorias en la pulpa comenzadas al parecer por odontoblastos desplazados (figs. 56 y 57).

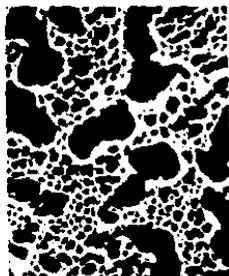


Fig. 56. Dentina ácido grabada durante un minuto. Los huecos dominan la superficie, y la distribución de los huecos pequeños asemejan a los túbulos dentinales seccionados.

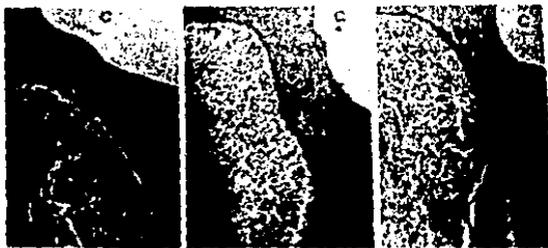


Fig. 57. Tipos de reacción pulpar.

- a) No hay reacción pulpar. C = cavidad, D = dentina, P = pre-dentina, O = odontoblastos, CF = Zona libre de células, CR = zona rica en células.
- b) Reacción pulpar ligera; no hay zona libre de células.
- c) Reacción pulpar moderada; hay formación irregular de dentina secundaria (SD).

Además, las resinas compuestas suelen ser relativamente tóxicas al tejido pulpar en las preparaciones no protegidas de la cavidad. Por lo tanto, la dentina deberá protegerse de los efectos potencialmente nocivos del acondicionamiento ácido y de la colocación de la resina restauradora.

Como ya se ha revisado, los materiales con hidróxido de calcio son muy adecuados para proteger a la pulpa aplicándose en capas delgadas o como bases engrosadas.

C A P I T U L O V

ADHESION DEL MATERIAL RESTAURATIVO A LA ESTRUCTURA DENTARIA

La capacidad de establecer una unión fuerte y permanente a los tejidos dentarios es una propiedad muy deseada de las restauraciones con composite. Primero, la retención del socavado será eliminado por la remoción de la sólida estructura dentaria. Segundo, la adhesión implica un contacto íntimo entre el diente y la restauración previniendo penetración bacteriana y decoloración del material. Como consecuencia el riesgo de caries secundaria, daño pulpar y decoloración marginal se reduciría incrementando su durabilidad.

Básicamente la unión entre dos sustancias será mecánica, química o de ambas. En general, las superficies dentarias parecen clínicamente lisas aunque están lejos de serlo a nivel atómico. Para que estas superficies establezcan adhesión adecuada es necesario usar un líquido adhesivo para llenar las irregularidades, para "humedecer" o para dar proximidad molecular a la superficie del tejido. El fenómeno de humedecimiento comprende fuerzas de atracción entre las moléculas adhesivas y aquellas del tejido (adherido). El humedecimiento puede ser descrito en términos geométricos que se relaciona con la presencia de ángulos de contacto o de humedad (fig. 58). Un ángulo pequeño o nulo de contacto implica atracción fuerte entre las fases, en tanto que un ángulo grande suele indicar atracción débil.

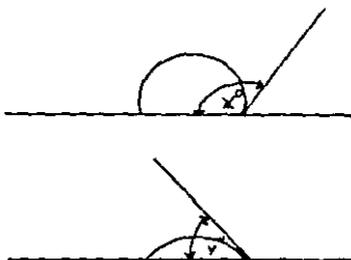


Fig. 58. Un ángulo (x) grande de contacto indica atracción molecular débil; un ángulo (y) pequeño indica atracción fuerte.

En el caso del esmalte, se obtiene una excelente adhesión con el ensamblado mecánico por la formación de irregularidades en la superficie grabada. En la dentina quedan los túbulos dentinarios ensanchados por la pérdida de la dentina peritubular y la aplicación de un monómero de baja viscosidad penetra dentro de los túbulos donde polimeriza. A diferencia del esmalte la formación de poros en la superficie dentinaria da lugar a una adhesión de poca intensidad.

INTERFASE ESMALTE/RESINA

La infiltración del monómero de resina en el esmalte es la clave para la retención de la masa de resina que permanece en la superficie. Las resinas restauradoras se basan en el metacrilato de bisfenol A-glicidilo y varios diluyentes. El monómero en las resinas sin carga y con carga penetran en el esmalte grabado en tanto que las partículas con carga no penetran. La polimerización final del monómero crea un enlace mecánico, durable y una fase impermeable. Los poros del esmalte que existen en forma natural son demasiado pequeños para acomodar moléculas grandes. Estos poros son ensanchados por el acondicionamiento del ácido y facilitar la penetración de las moléculas relativamente grandes de las resinas.

Las prolongaciones grandes de las resinas penetran en el esmalte excediendo frecuentemente 50 micrones de longitud. El grado de penetración del sellador puede influir en la resistencia de la adhesión. Esto implicaría que el aumento en el valor de la retención está relacionado con la longitud del residuo de la resina. La masa confinada a la capa externa de 10 a 20 micrones desempeña probablemente un papel importante en la retención.

La necesidad clínica de una resina intermediaria sin carga y de viscosidad baja permanece sin resolver. Mitchem y Turner, Adipronato, Beech y Herwick establecieron que la resistencia del enlace es la misma con resina de baja viscosidad que sin ella aplicada antes de la colocación de la resina compuesta. Jorgensen y Shimokobe observaron que las resinas compuestas se adaptan a las superficies grabadas tan bien como las resinas de baja viscosidad sin relleno. Por el contrario, Meurman y Nevaste, y Draguhn descubrieron que una capa intermedia incrementa significativamente la retención de la resina. Buonocore y colaboradores (1973), Dogon (1975), Hembre y Andrews informaron que las grietas marginales se reducen notablemente con el uso de una resina intermediaria.

Las pruebas de laboratorio han demostrado que las resinas tienen un amplio rango de valores tanto tensionales como de resistencia a la deformación debida al esfuerzo constante. A pesar de la variación, en ocasiones algunos de los valores tensionales de las resinas superan los valores cohesivos del esmalte. Por tanto, clínicamente deberá considerarse que, si fracasa una restauración con grabado ácido, la falla puede estar en el tejido o en la resina. Rara vez se produce un error en la interfase compuesto/resina.

Se ha comprobado que una adhesión al esmalte con la técnica de ácido grabado no sólo mejora la adaptación marginal sino que reduce la microfiltración.

Hicks (1984) encontró que la resina permanecía en contacto íntimo con los prismas del esmalte grabado (figs. 55). Las interdigitaciones de la resina penetraban en el esmalte grabado con una profundidad de 10 a 15 micrones.

Una consideración importante fue el hecho de que no hubo espacios entre la restauración y el esmalte (fig. 59). El material restaurativo pareció cubrir los cristales de los prismas del esmalte.



Fig. 59. Las interdigitaciones de la resina (T) de 10 a 15 micrones pueden observarse cubriendo los cristales de los prismas del esmalte grabado. R=resina, E=esmalte.

TIPOS Y ADHERENCIA A DENTINA

La dentina es un tejido de unión mas complejo que el esmalte. Esto es debido a que la fase orgánica de la dentina es colágena en un 20% y un 13% de agua aproximadamente. La dentina es un tejido tubular, de estructura porosa que "transpira" líquidos proteicos. Las extensiones celulares de los odontoblastos se encuentran en la interfase pulpo-dentinal. Esta unión fisiológica y morfológica entre los elementos vasculares del tejido conectivo de la pulpa y la dentina impone limitaciones con la selección de los materiales adhesivos para restauración.

A excepción de unos cuantos casos todos los intentos de adherir las restauraciones con composite a la dentina se han realizado sobre el mismo principio básico. Este principio involucra la aplicación de una molécula bifuncional del siguiente tipo (fig. 60).

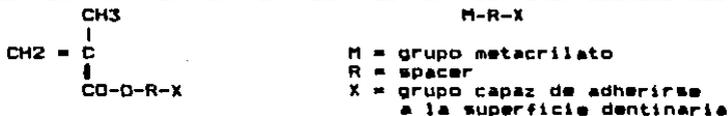


Fig. 60. Adhesivo basado en metacrilato.

Todas estas moléculas contienen un grupo metacrilato que es el que se observa a la izquierda y se ha designado con la letra M. Los diversos adhesivos dentinarios varían con respecto a los grupos R y X. R es el spacer, y X es el grupo funcional reactivo con la dentina para crear la adherencia. Este adhesivo deja a la dentina cubierta de una capa del grupo metacrilato. Con la siguiente aplicación de la restauración de resina polimerizable la doble adhesión de los grupos metacrilatos reaccionarán por la copolimerización de la restauración. De esta manera la restauración de resina se adhiere a la dentina por vía de adhesión molecular. El problema es planear grupos activos X que de hecho reaccionen con la superficie dentinaria y más adelante usar spacers de longitud y polaridad adecuada para hacer que los grupos metacrilato sean adecuadamente adhesivos a la restauración de resina.

a) Adhesión a los constituyentes inorgánicos de la dentina:

El primer reporte fué hecho por Buonocore y colaboradores en 1956. La molécula adhesiva fué un dimetacrilato con un spacer R y un grupo reactivo X como se observa en la fig. 61. El grupo metacrilato está representado por la letra M. Tiene una fuerza adhesiva media a la dentina de 3 MPa. Sin embargo, su adhesividad disminuyó a 2 MPa por almacenamiento de agua, posiblemente por hidrólisis del adhesivo R - O - P.

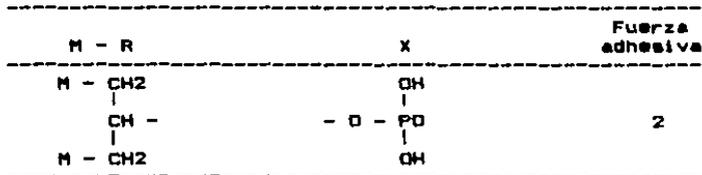


Fig. 61

El grupo fosfato supuestamente debe interactuar con los iones de calcio de la superficie dentinaria como se representa en la figura 62, de manera parcialmente ionizada. La atracción entre las cargas negativas de los átomos de oxígeno del grupo fosfato y los iones de calcio de la dentina están representados por las flechas.

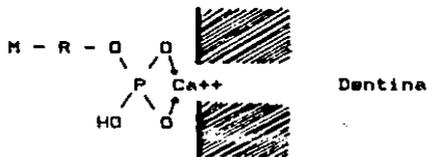


Fig. 62. Mecanismo de adhesión del adhesivo de la figura 61.

Otro adhesivo dentinario basado en moléculas que también contienen al grupo fosfato es el éster fenil-fosfato (fig. 63). Tiene una fuerza adhesiva de 5 MPa y la adhesión es por atracción electrostática entre cargas negativas del grupo fosfato y iones positivos del calcio de la superficie dentinaria.

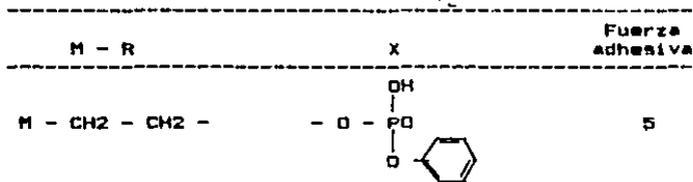


Fig. 63.

La diferencia principal entre este adhesivo y el anterior es la sustitución del átomo de hidrógeno del grupo fosfato por un grupo fenil el cual parece estar asociado con la capacidad del fenil-fosfato de reaccionar con el constituyente orgánico de la dentina.

Un tercer tipo con base fosfato se muestra en la figura 64. La mitad del fosfato del adhesivo es un derivado bicloro y adherido al BIS-GMA por esterificación. En la fórmula simplificada del grupo R a la izquierda, el BIS-PA representa al bi-fenol-A.

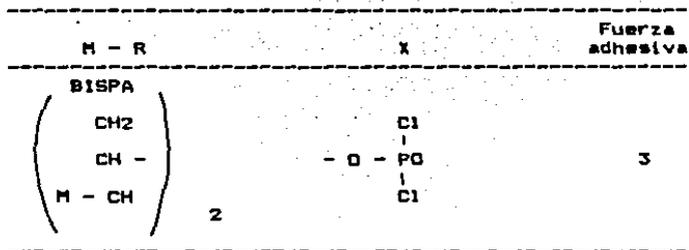


Fig. 64.

La atracción electrostática puede surgir de las cargas parcialmente negativas de los átomos de cloro. No obstante, se produce hidrólisis rápida al contacto con la superficie de dentina húmeda. Bajo este proceso los átomos de cloro se separan con la formación de ácido clorhídrico. Entonces, el éster fosfato no sustituido se adhiere como ya se ha descrito. Los cloro-fosfatos pueden reaccionar con el constituyente orgánico de la dentina. Su fuerza adhesiva varía desde 2 a 10 MPa.

Se puede decir que la adhesión a la dentina es principalmente por una reacción entre los iones del adhesivo al calcio de la dentina.

El adhesivo llamado NPG-GMA reacciona con calcio por la formación de adhesivos de agarre. Por la separación de un protón el átomo de oxígeno queda negativamente cargado y el adhesivo de agarre es atraído por esta carga y por el par electrónico del átomo de nitrógeno.

El adhesivo 4-META tiene como grupo activo a un grupo aromático, el ácido carboxílico anhídrido, con una fuerza de 2MPa. Sin embargo, usando un cáustico y en conjunción con un catalizador se obtiene un adhesivo de mayor agarre. El mecanismo de reacción es entre el anhídrido y el agua de la superficie dentinaria obteniéndose un ácido carboxílico divalente (fig. 65).

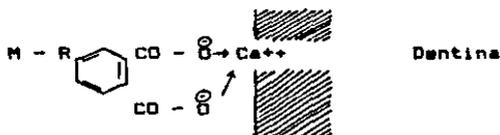


Fig. 65. Mecanismo de adhesión.

Un adhesivo con mayor agarre es el PMDM. Que contiene un grupo aromático, ácido carboxílico. El mecanismo de reacción es entre el anhídrido y el agua de la superficie dentinaria obteniéndose un ácido carboxílico divalente. Su micro uso reportó una

fuerza adhesiva de 1MPa, pero usado en combinación con otros adhesivos incrementa su adhesión. La combinación de dos adhesivos mejora su adhesividad de 5 a 6 MPa.

Se obtuvieron mejores resultados penetrando en la dentina con sales férricas como gancho. La adhesión al calcio por medio de mecanismos electrostáticos, puede ser incrementada impregnando iones de "agarra" sobre la superficie dentinaria como son las soluciones calcificantes que incrementan el contenido de calcio ya existente y aumentan los sitios disponibles para la atracción electrostática. La figura 66 muestra la considerable adhesividad que se ha obtenido con tratamientos previos de iones férricos.

Fuerza Adhesiva (MPa)				
	NPG - GMA	4 - META	NTG - GMA + PMDM	
CONTROL	2	2	5	
FeCl3	3	18	-	
Fe2O3	5	6	13	

Fig. 66. Efecto de las sales férricas en la fuerza de adhesión.

En el NPG-GMA la adhesividad aumentó de 2 a 3 MPa usando cloruro ferroso y con oxalato férrico hasta 5MPa; en el 4-META, mas un sistema catalizador especial y la aplicación de cloruro ferroso dió una adhesividad de 18 MPa.

El mecanismo puede ser explicado por una gran afinidad a este tipo de adhesivos en comparación con el calcio, o por el gran número de iones accesibles en la superficie. Otro mecanismo sería la producción de radicales libres que actúan como catalizadores aumentando la fuerza penetradora en los túbulos dentinales.

Se puede lograr una adhesión entre la restauración de composite y la dentina utilizando adhesivos que reaccionen con los constituyentes inorgánicos de la dentina. Aún mas, se ha establecido que el tratamiento previo con iones férricos aumenta la fuerza adhesiva aunque su aplicación involucra cierto riesgo ya que puede obscurecerse el diente.

b) Adhesión a los constituyentes orgánicos de la dentina:

El componente orgánico de la dentina es principalmente la colágena. Los grupos predominantes con reacciones específicas de adhesividad se muestran en la figura 67, a la izquierda los aminoácidos. Los grupos siguientes son hidroxilo, carboxilo, amino y ácido.

En la parte superior, el grupo amino de la colágena se presenta a la derecha. Reaccionando con el aldehído, como se muestra en la parte media, se forma un compuesto N-alkyl-hidroxy que es reactivo. El monómero de metacrilato observable a la izquierda contiene al hidrógeno activo, hay separación de agua y el monómero se une a la colágena de la dentina.

La combinación de algunos adhesivos se muestran en la figura 71.

M - RH	X	Fuerza adhesiva
M - CH ₂ CH ₂ OH	CH ₂ CHO CH ₃ CH ₂ CHO CH ₂ CH ₂ CHO	15
M - CH ₂ CH ₂ OH	CH ₂ CHO CH ₂ CH ₂ CHO	18

Fig. 71. Mezcla de adhesivos y resultado de las fuerzas adhesivas.

El monómero que contiene al hidrógeno activo (designado como RH) es hidroxietil metacrilato, llamado HEMA. Entre los aldehídos alifáticos, se han encontrado propionico y glutaraldehído como los más efectivos y su adhesividad es de 15 a 18 MPa respectivamente. La combinación del último se ha designado GLUMA. Los adhesivos obtenidos fueron de gran adhesividad, aunque en la mayoría de los casos no fue el adhesivo sino la dentina la que se fracturó después de su aplicación.

El adhesivo se aplicó después de la remoción del smear layer con EDTA (ácido etilén diamino tetracético) ya que si se utiliza ácido fosfórico la adhesión es menor. Posiblemente debido a una excesiva protonización del grupo amino dando menor accesibilidad al ataque del aldehído.

Los resultados demostraron que el constituyente orgánico de la dentina tiene mayor capacidad de adhesión y es provechoso la investigación de la adhesión a la dentina.

Se concluyó que la combinación de adhesivos que contienen aldehídos alifáticos son más efectivos que los que contienen aldehídos aromáticos. Una razón de ello es que la tendencia de los aldehídos aromáticos de formar bases de Schiff, hidrolizándose del grupo hidroxilo de la molécula del HEMA uniéndose al intermediario N-alkyl-hidroxy.

ADHESION DEL COMPUESTO A LA DENTINA USANDO CEMENTO DE IONOMERO DE VIDRIO

Como se ha visto recientemente la adhesión del ionómero de vidrio a la dentina es duradero y confiable además de que no es tóxico a la pulpa. Los estudios confirman que la adhesión se obtiene grabando el ionómero de vidrio durante un minuto con ácido fosfórico al 37%.

Sin embargo, la resistencia a la tensión depende de la profundidad de la cavidad en donde pueda colocarse una capa adecuada de cemento. La adhesividad de la dentina con una capa de 0.15 mm de espesor de cemento grabada fué comparable con los adhesivos dentinarios existentes, pero pueden llegar a ser mas duraderos y confiables.

Este procedimiento está siendo investigado y el pronóstico es bueno. La restauración de la superficie dentinaria de la cavidad con cemento de ionómero de vidrio y el grabado y adhesión a las paredes del esmalte puede proveer una restauración a prueba de filtrado, que en contraste a las amalgamas, soportará paredes frágiles restaurando el diente lo mas funcional al original.

CAPITULO VI

RESINAS COMPUESTAS

Por motivos de estética personal muchos pacientes se preocupan en gran medida por la apariencia de sus dientes, pasando por alto el valor de la función remarcando la importancia de la apariencia.

Durante muchos años, el cemento de silicato fué el principal material empleado para este objetivo pero han ido siendo descartados por su poca resistencia a la solubilidad y desintegración en la boca.

En la actualidad se utilizan sistemas a base de resinas: polímeros acrílicos (sin relleno) y polímeros de dimetacrilato que contengan agentes reforzantes inorgánicos (compuestos). Los polímeros acrílicos sin relleno se introdujeron en 1945 y fueron mejorados hasta que se usaron en forma amplia en la década de los sesentas. Los dimetacrilatos compuestos se introdujeron alrededor de 1960 y su uso ha ido expandiéndose.

RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES

Las desventajas de los acrílicos sin relleno son el gran cambio dimensional con la temperatura dando como resultado percolación en los bordes, baja resistencia mecánica y rigidez; poca resistencia al desgaste y problemas con destrucción recurrente. Por esto, se trató de mejorar las cualidades de las restauraciones y las resinas acrílicas han sido reemplazadas en gran medida por las resinas compuestas. Este material es principalmente el resultado de las investigaciones realizadas por R. L. Bowen en 1957. En la tabla I se muestran las propiedades mecánicas entre el grupo de los composites. Se disminuyó además el coeficiente de expansión térmica y la expansión con una reducción drástica en el grado de solubilidad y un pH aceptable en comparación con los silicatos.

Un compuesto es por definición un material en el que existen enlaces interatómicos o moleculares entre las partículas del relleno y la matriz. Un material compuesto para restauración dental es aquel en el que se agrega un relleno inorgánico a una matriz de resina con el objeto de mejorar las propiedades de la matriz (fig. 72). Gran parte de los materiales compuestos actuales emplean como matriz, a la molécula BIS-GMA (dimetacrilato de glicidilo), que es el monómero de dimetacrilato sintetizado por la reacción entre el bisfenol A y el metacrilato de glicidilo. El

material resultante es un líquido viscoso de peso molecular moderado. Esta reacción es catalizada por un sistema de peróxido y aminas.

Propiedades	Silicatos	Resinas s/relleno	Compuestos tradicionales
Fuerza compresiva (MPa)	186-207	71.7	210-290
Fuerza tensil (MPa)	13	22.8	35-55
Módulo de elasticidad (MPa)	25.000	2,340	8.000-16.000
Dureza (KH)	65	16-20	50-55
Coefficiente de expansión térmica $\times 10^{-6}/\text{grado C}$	7.6	80-90	26-40
Contracción de la polimerización Vol %	-	5.2	1.2-2.1
Solubilidad (mg/cm ²) al agua	3.5	0.23	0.01-0.06

Tabla 1.- Propiedades físicas y mecánicas.



Fig. 72. Resina compuesta convencional. El dibujo muestra la matriz orgánica y los macrorellenos convencionales.

Algunas modificaciones de las resinas BIS-GMA son las fabricadas con dimetacrilato de uretano. Entre los materiales inorgánicos para el relleno se encuentran partículas molidas de sílice fundido, cuarzo cristalino o vidrio de silicato bórico (fig. 73). Estas partículas con un diámetro promedio de 8 a 15 micrones y en los tipos de resinas para Clase II, de 3 a 5 micrones, forman el 70 u 80% del material. Sólo los materiales que contengan suficiente bario u otro vidrios de metales pesados serán opacos a los rayos X. El gran contenido de relleno y la química diferente de la matriz de resina reducen en forma importante el coeficiente de expansión térmica, la contracción por polimerización y aumentan la dureza.



Fig. 73. Estructura del relleno de una resina compuesta convencional.

Se obtuvieron propiedades satisfactorias de la pasta resultante:

- a) Por un control adecuado del tamaño y distribución de las partículas del relleno.
- b) Controlando la viscosidad de la molécula BIS-GMA con diluyentes de monómero como el metacrilato de metilo, dimetacrilato glicol etilen y tetraetilen.
- c) Utilizando benzoyl-peroxide-dimethyl-p-toluidine en la polimerización.

Se lograron propiedades físicas adecuadas por medio de rellenos de alto peso molecular y acoplamiento de agentes silane para mejorar la adhesión entre el relleno inorgánico y la matriz de la resina así como insolubilidad al agua.

La presentación comercial de estos materiales es en forma de polvo-líquido, pasta-líquido o pasta-pasta. La polimerización de estas fórmulas suele realizarse mediante un iniciador y un acelerador.

Monómero

La mayoría de estos materiales se basan en el monómero de dimetacrilato (BIS-GMA) que es superior al metacrilato de metilo por su tamaño molecular grande, su estructura química, menor volatilidad, menor contracción durante el polimerizado, endurecimiento rápido y produciendo una resina rígida y fuerte.

Para ajustar su viscosidad se añaden dimetacrilatos de bajo peso molecular como el diethylene glycol dimetacrilato y triethylene glycol dimetacrilato (TEGDM). Una fórmula común sería 75% de BIS-GMA y 25% de TEGDM.

La estructura química y polaridad de este diluyente afectan las propiedades finales de la resina, por ejemplo, la contracción, la absorción de agua, propiedades mecánicas y la insaturación residual. Si la proporción de BIS-GMA en la composición es mayor, mayor será la insaturación residual. Esto se relaciona con la mayor durabilidad de la resina.

Sistema de Polimerización

De los dos componentes de los materiales químicamente polimerizables una de las pastas (o el polvo) contiene el iniciador o catalizador, que generalmente es peróxido de benzoylo (1 a 2% en el monómero) mezclado con polvo del polímero y un líquido plastificante como el dibutyl-phthalate pero sin monómero.

En la otra pasta o líquido el activador es una amina terciaria comunente di-hidroxi-etil-p-toluidin dando una mejor estabilidad de color que el tradicional dimetil-p-toluidin.

La polimerización también puede ser activada mediante luz ultravioleta o luz visible. La composición de este tipo de materiales utiliza iniciadores de radicales libres. Los polimerizables con luz ultravioleta contienen aproximadamente 1% de un sustituto de ester benzoin. Las lámparas utilizadas para la polime-

rización de estos materiales emiten una longitud de onda de 340 a 380 nm con la absorción específica por el iniciador cercanos a los 365 nm. Los materiales foto-curables contiene 1.2 diketone como el benzil o camforquinona y una amina activadora como el dimetilaminoetil metacrilato. Para la polimerización de estos composites de una pasta se utiliza luz visible (azul) con una longitud de onda de 470 nm aproximadamente.

La eficacia de la polimerización de diferentes tipos de materiales foto-curables está regida por la fórmula y fuente utilizada y el grado de polimerización depende de:

- a) Las características de la fuente luminosa (por ejemplo, un foco nuevo dará mayor intensidad).
- b) La distancia entre la fuente luminosa y la superficie de la restauración.
- c) El tiempo de exposición.
- d) Las características del sistema iniciador.

El desarrollo de fuentes luminosas de mayor intensidad permiten la polimerización del material de por lo menos 2 mm de profundidad en 10 a 20 segundos. La luz visible penetra mejor que la ultravioleta pudiendo polimerizar al material con mayor profundidad, con mayor tiempo de exposición (mas de 4 mm después de 40 segundos). Debe tenerse precaución de polimerizar todo el material de la cavidad ya que el material no polimerizado reduce las propiedades mecánicas y la estabilidad del color.

Rellenos

Los materiales BIS-GMA han sido formulados con proporciones elevadas de partículas muy duras para proporcionar su dureza. Esa elevada proporción reduce la contracción volumétrica de la polimerización que aumenta por el amontonamiento incremental de monómeros de bajo peso molecular adicionados al BIS-GMA. Debido a la relación entre filtración marginal y expansión y contracción térmica , estos rellenos fueron comunmente la fusión de cuarzo de sílice o cristales especiales como el silicato de litio de aluminio que posee un coeficiente negativo de expansión térmica o de cero (fig. 74).

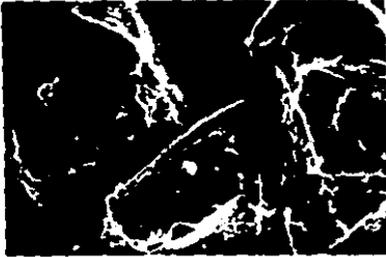


Fig. 74. Partículas de cuarzo utilizadas como relleno en compuestos dentales. Las partículas irregulares se caracterizan por sus bordes agudos y superficies granulosas que sirven de retención a partículas más pequeñas.

En años recientes, los cristales de boro silicato y cristales radiopacos que contienen elementos como Bario, Sr y Zinc han sido sustituidos por todo o parte del relleno de sílice utilizadas en los productos mejores conocidos. Cerca del 65 al 85% del peso de ese mineral ha sido incorporado.

El volumen de partículas alargadas del duro relleno se basa en el concepto de lograr una alta fuerza compresiva y resistente mejorando la resistencia a la abrasión así como los rellenos de partículas finas se desgastan mas que las partículas rugosas. Sin embargo, la durabilidad y otras características mecánicas dependen de la distribución y tamaño de las partículas, la manera en que están comprimidas y su largo tamaño. El composite original de dos pastas tendía a contener largas partículas (50 a 100 micrones) debido a la dificultad de moler finamente al duro cuarzo.

Los cristales de menor dureza tendían a formar partículas de tamaño mas fino. Desde que las partículas alargadas especialmente de mas de 20 micrones, tienen mayor dificultad de pulido la tendencia ha sido disminuir su tamaño.

Los composites dentales fueron aceptados universalmente, pero la euforia disminuyó con el uso clínico observándose las siguientes desventajas:

- a) Estética pobre. El efecto de camuflaje no cubrió todos los requerimientos de color y sólo se disponía de un tono (color universal).
- b) Adaptación marginal inadecuada.
- c) Dificultades en el pulido obteniendo una superficie rugosa.
- d) Falta de adhesión a la estructura dentaria.
- e) Ocasionalmente, falta de estabilidad y pérdida anatómica.

Quizá por la rapidez de mejorar las objeciones hechas estos materiales restaurativos se siguen usando y permanecen en el mercado. La primera solución fue la introducción de la técnica de grabado; algunos años mas tarde los sistemas de resina fotocurables con la diversidad de tonos.

RESINAS COMPUESTAS CON MICRORELLENOS

La principal característica de este composite es su capacidad para ser pulido dejando una superficie extremadamente lisa, microscópicamente heterogénea.

Contiene una partícula de dióxido de silicio muy pequeña de relleno y el diámetro promedio es de 0.1 a 0.04 micrones, menor que la longitud de onda de la luz. Estas partículas microfina de silice pueden colocarse directamente en la pasta aunque suelen combinarse previamente con el monómero (fig.75). Después, se polimeriza al monómero pulverizándolo posteriormente y empleándolo como relleno total o parcial de una matriz de resina tradicional. Puede agregarse una pequeña cantidad de silice coloidal a la matriz de la resina.



Fig. 75. Partículas esféricas con tendencia a formar aglomerados.

Para obtener una superficie muy tersa, las partículas de relleno de resina polimerizada se desgastan a la misma velocidad que la matriz (fig. 76).

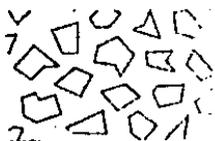


Fig 76. Compuesto con microrelleno. El dibujo muestra la matriz orgánica, los microrellenos prepolimerizados.

Sin embargo, el porcentaje de peso de relleno es mas bajo que el de los composites convencionales y los valores varían de 33 a 55%, y esto es debido a que el tamaño reducido de las partículas de silice aumentan el área superficial reduciéndose la cantidad de relleno que puede incorporarse presentando mayor con-

tenido de matriz de resina (ver fig. 9); por lo que son mas blandas, presentan mayor indice de expansión térmica, pueden absorber mas agua aunque tienen mayor estabilidad de color (tabla 2).

Tabla 2.

GRUPO (meses)	% Convencional	CO	% Microrelleno
0 - 6	86.5		86
7 - 12	64.2		74.6
13 - 18	64		71

Estabilidad de color de restauraciones con resina convencional y con microrelleno.

CO: Perfecta estabilidad de color.

Los primeros materiales con microrellenos contenían sólo un 25% que era incorporado al monómero y polimerizado. Este polímero pulverizado se utilizaba para hacer pasta con la adición de monómero. Se han producido materiales que contienen un 45 a 50% de microrellenos (ej. Isopast, Estic Microfil, Silar, Durafill) y 66% de microrellenos (Visio-Dispers) así como pueden encontrarse ambos sistemas, químico y foto-curable.

Dreyer Jorgensen (1978) ha postulado que una mayor resistencia al desgaste puede ser posible si la separación entre las partículas de relleno es menor a 0.1 micra de tal manera que la resina blanda está protegida de la abrasión.

Lutz (1980) ha analizado el uso de composites con microrelleno en dientes posteriores y concluyó que este tipo de composites no pueden ser usados en restauraciones posteriores debido a la inadecuada estabilidad de forma e insuficiente resistencia al desgaste en comparación con las amalgamas. (figs. 77 y 78), (tabla 3).



Fig. 77. Restauración Clase II con una resina con microrelleno inmediatamente después del terminado y pulido. Nótese la apariencia de una superficie suave



Fig. 78. Misma restauración después de 12 meses. Nótese que la suavidad persiste o se ha incrementado después de ese lapso.

GRUPO (meses)	% Convencional	RD	% Microrelleno
0 - 6	84		74.5
7 - 12	75.5		61
13 - 18	85.5		50

Tabla 3. RD: adaptación marginal perfecto.

RESINAS COMPUESTAS HIBRIDAS

A pesar de la superficie lisa, mejor estabilidad de color, mayor estabilidad anatómica, resistencia al desgaste y en algunos casos radiopacidad, se decidió no reemplazar amalgamas con composites microfinos por su escaso comportamiento clínico durante el periodo de evaluación.

Cuando empezó a reportarse el uso de resinas compuestas en cavidades Clase II, se descubrió que ni el material ni la técnica de colocación se adaptaban entre sí. Una resina compuesta, en contraste a la amalgama es mucho mas viscosa y pegajosa y no tiene afinidad al esmalte o a la dentina. Se contrae al polimerizarse y ya endurecido no puede modelarse con instrumentos manuales.

Entre mayor número de errores inducidos durante la colocación, mas rápido será el fracaso de la restauración. Además, si las propiedades físicas o mecánicas del material restaurador son defectuosas debe tenerse mas precaución durante la inserción. Estos dos criterios deben lograrse para alcanzar mejoras clínicas.

De los resultados clínicos obtenidos, fue obvio que ni los composites convencionales, ni los de microrelleno podrian ser usados como sustituto de amalgama. Sin embargo, dieron ciertas pautas para su mejoramiento y a partir de 1980 han aparecido en el mercado nuevos materiales con estructuras diferentes.

Las resinas compuestas híbridas son la combinación de dos tipos de rellenos: partículas de cristales y partículas de dióxido de silicón.

Las resinas tienen relleno de partículas de cristal en su mayoría, pero tienen pequeñas cantidades de dióxido de silicón y son llamadas composites de partículas pequeñas. Las resinas que contienen dióxido de silicón en su mayoría pero que tienen pequeñas cantidades de relleno de cristal son llamadas de microrellenos. Aquellas que contienen grandes cantidades de ambas partículas de cristal y dióxido de silicón son llamadas composites híbridas (fig. 79). El diámetro promedio de las partículas es de aproximadamente 1 a 5 micrones. La cantidad de relleno que pueda incorporarse es del 65 al 80% en materiales para restauraciones de dientes posteriores.

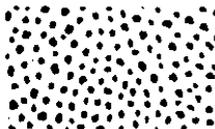


Fig. 79. Resina compuesta híbrida. El dibujo muestra la matriz orgánica, los microrellenos y macrorellenos tradicionales.

Se ha logrado reforzar la matriz de la resina por medio de una fuerte adhesión entre la matriz y las partículas. Los agentes de acoplamiento como los silanos son ampliamente utilizados para este propósito y un gran adelanto técnico y de la aplicación de estos materiales ha sido posible en los últimos años. La retención de los microrellenos ha mejorado por la interacción de su superficie de contacto largo y el uso de cristales o sílice redondos, porosos o grabados y facilitar el desarrollo de composites condensables.

En vista de las propiedades físicas y mecánicas, así como mayor resistencia al desgaste de los composites híbridos, otras resinas compuestas fueron modificadas para mejorar sus cualidades. Los composites tradicionales han llegado a ser más híbridos, y algunos con microrellenos son más complejos y similares al tipo de los híbridos.

En la tabla 4 se muestran algunas propiedades físicas de las resinas compuestas:

Propiedades	Posterior	Convencional	Microrelleno
Resistencia a la compresión (MPa)	300-380	250-300	190-260
Módulo de compresión (GPa)	15-20	7-14	3-5.5
Resistencia a la tensión (MPa)	45-70	40-60	25-40
Módulo de tensión	15-20	15-20	4-6
Resistencia a la tracción (MPa)	120-150	110-135	60-80
Módulo de elasticidad (GPa)	15-20	12-15	3-4
Solubilidad (%)	0.2-0.6	0.2-0.8	1.2-2
(Vol. %)		1.5-2	2-3
Coefficiente de expansión térmica (10 ⁻⁶ /grados C)	22-35	25-35	45-70
Contenido inorgánico (% por peso)	60-86	70-80	35-50

Tabla 4. Propiedades físicas.

La tabla 5 muestra ejemplos de algunas resinas compuestas convencionales, de microrelleno e híbridas

Producto	Tipo	Fabricante
Adaptic	Convencional	Johnson & Johnson
Concise	Convencional	3M
Nuva-fil P.A.	Convencional	Caulk
Profile	Convencional	Lee Pharmaceuticals
Visio-fil	Convencional	Espe
Dura-fil	Microrelleno	Kulzer
Silar	Microrelleno	Kulzer
Silux	Microrelleno	Kulzer
Isocap	Microrelleno	Vivadent
Isopast	Microrelleno	Vivadent
P-10	Híbrida	3M
P-30	Híbrida	3M
Occlusin	Híbrida	ICI
Ectilux Posterior	Híbrida	Kulzer
Miradapt	Híbrida	Johnson & Johnson
Finesse	Híbrida	Caulk

Tabla 5.

CAPITULO VII

TERMINADO DE LA RESTAURACION DE RESINA POSTERIOR

El uso de resinas compuestas ha llegado a ser el tratamiento común para la restauración de dientes anteriores. Estos materiales han sido aceptados desde más de veinte años y los constantes cambios, desde rellenos finos y resinas foto-curables, han mejorado la durabilidad, resistencia y la estabilidad de color. Debido a esto, ha habido un acelerado crecimiento comercial y profesional para utilizar estos materiales como restauraciones posteriores.

Una de las dificultades del uso de restauraciones Clase I y II ha sido dar un nivel de terminado aceptable, debido a las concavidades, concavidades, superficies supragingivales, subgingivales y áreas de contacto. Estas diversas características combinan la necesidad de una morfología adecuada y márgenes adaptados con una superficie tersa. En las restauraciones Clase II la dificultad para dar un terminado y pulido es mayor que en una Clase III, IV o V.

El terminado varía según el tipo de resina así como del tamaño de las partículas del relleno. Así se pueden distinguir tres categorías de composites para restauraciones posteriores:

- Resinas de microrellenos:

Estos contienen partículas de dióxido de silicón muy pequeñas (0.1 a 0.4 micrones); se caracterizan por su superficie extremadamente tersa al finalizar el terminado y durante su duración.

- Resinas con rellenos de partículas pequeñas:

La mayoría de las resinas para posteriores son de este tipo (3 a 5 micrones), estos y las partículas de los composites tradicionales (8 a 15 micrones) se identifican por desgastarse rápidamente durante el terminado dando una apariencia "congelada" cuando se seca. Después de un tiempo, su superficie se torna áspera debido al desgaste de la matriz de la resina y la pérdida de las partículas del relleno.

- Resinas híbridas:

El concepto que soporta este tipo de resinas es que las partículas de cristal serán inhibidas al liberarse el dióxido de silicón de la matriz de la resina por su poca durabilidad.

Clinicamente es fácil distinguir los composites de partículas pequeñas, pero las diferencias entre las de microrellenos y las híbridas es más difícil de observar.

La durabilidad de la tersura varía con el tipo de resina y el tiempo. Las resinas de microrellenos se vuelven más tersas con pastas abrasivas, y se ha observado que generalmente esto tipo se vuelve más tersas con el tiempo que las híbridas. La restauración debe ser contorneada con la correcta anatomía y lo más tersa posible, aunque posteriormente, ésta última estará directamente relacionada con el tamaño de la partícula.

El "terminado" se refiere al contorneado general de una restauración posterior con varios instrumentos para obtener la anatomía deseada. Los instrumentos utilizados con este fin generalmente dejan irregularidades macroscópicas en las superficies de la restauración y/o en la estructura dentaria.

El "pulido" se refiere a la eliminación de esas irregularidades, áreas en donde las tiras de celulósido u otros tipos de aditamentos plásticos crean una superficie tersa en los composites. El pulido de algunos tipos de resinas compuestas puede o no ser necesario.

Con este fin el procedimiento para terminado y pulido se divide en dos categorías en relación al material de relleno utilizado en los materiales para dientes posteriores:

- 1.- Resinas con rellenos de partículas pequeñas.
- 2.- Resinas con microrellenos e híbridas.

PROCEDIMIENTOS DE TERMINADO DE COMPUESTOS CON RELLENOS DE CRISTALES PEQUEÑOS

Este tipo de restauraciones son más fáciles de colocar y contornear pero son menos indicadas para posteriores. Se han sugerido los siguientes pasos para lograr el terminado de este tipo de resinas y en especial de restauraciones Clase II.

a) Contenido adecuado de resina no polimerizada:

La porción de resina no polimerizada en una banda matriz bien adaptada es un paso que disminuye el tiempo de terminado. Las resinas en cavidades Clase II deben ser colocadas en matrices que eliminen la necesidad de contornear la superficie proximal de la restauración.

b) Fresas:

Se ha observado que las fresas de carburo (fig. 80) para el terminado desgastan muy bien los cristales de las resinas dejando una superficie relativamente tersa tanto en el compuesto como en la superficie del diente. No se recomienda el uso de fresas de diamante para este tipo de composites debido a que son muy abrasivas.



Fig. 80. Contorneado de la superficie oclusal con una fresa de carburo de bola.

También puede utilizarse una fresa en forma de balón de "football" para el contorneado de la superficie oclusal. Utilizando esta fresa, con un toque delicado y sin refrigeración, puede producir indentaciones en las fosetas triangulares, fisuras y fosetas, básicamente forma anatómica. Debe tenerse cuidado de no sobre cargar fuerza principalmente en los márgenes. Una fresa de fisura delgada puede utilizarse para remover excedentes del tercio gingival y proximal.

c) Discos:

Se han aceptado tres clases de discos para el terminado de este tipo de resinas y las de microrelleno. Se utilizan con la superficie seca para diferenciar el diente de la restauración. Los discos Sof-lex (fig. 81) y Pop-on (3M) son excelentes. También son ampliamente utilizados los Moore Microfill Finishing Disks (Moore) y los Rainbow Finishing Disks (Shofu, fig. 82).

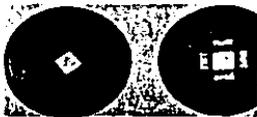


Fig. 81. Discos Sof-lex.



Fig. 82. Discos para terminado Rainbow.

La alta abrasividad de los discos Moore, seguido de la acción de los menos abrasivos y flexibles discos de los otros 3 tipos, dan como resultado una excelente superficie tersa.

La razón principal del uso de discos es para contornear las superficies bucales y márgenes linguales.

d) Tiras de lija:

La mayor deficiencia en muchas Clases II son los excedentes o una resina rugosa a nivel del margen gingival.

Puede utilizarse inicialmente fresas en forma de punta aunque las tiras de lija son mejores siempre que sea posible. Las de abrasividad mediana son adecuadas para el área gingivo-proximal y de menor abrasividad para el área de contacto y mejorar la tersura, pero si la matriz ha sido bien adaptada el terminado no es necesario.

e) Pastas abrasivas:

Este tipo de composites, después de un tiempo, tienden a volverse ásperas. Pueden utilizarse pastas abrasivas especiales

utilizadas con copas y puntas de hule (figs. B3 y B4) sobre la superficie tersa de la restauración para quitar la resina que queda sobre los cristales.



Fig. B3. Puntas de hule



Fig. B4. Las puntas de hule facilitan el pulido de la superficie oclusal de la restauración.

Antes de utilizar la pasta para pulir, las superficies proximales deben de estar libres de excedentes y relativamente tersas.

Si se pule la superficie oclusal con varias pastas abrasivas dará un aspecto ligeramente irregular. La alternativa es dejarlas superficies lo menos irregular que se pueda y dejar las áreas pulidas con discos y tiras de lija lo más terso posible. Se ha sugerido un procedimiento utilizando pastas profilácticas de grano grueso, mediano y fino es una copa de hule suave sobre todas las superficies. El resultado será un composite con una forma anatómica básica y producida por las fresas y una superficie ligeramente áspera similar a la de un composite pulido después de algunas semanas.

PROCEDIMIENTO DE TERMINADO DE COMPUESTOS CON MICRORELLENOS E HIBRIDAS

Las resinas de microrellenos e híbridas son más difíciles de terminar que las anteriores ya que son altamente resistentes a la abrasión y requieren de fresas de diamante o discos muy abrasivos para su contorneado. Un problema común durante el terminado de estas resinas es el desarrollo de una línea "blanquecina" en el margen (figs. B5 y B6).



Fig. B5. Restauración con compuesto Clase II de un segundo premolar inmediatamente después del terminado y pulido.



Fig. B6. Misma restauración después de un año de servicio.

Los pasos que se han sugerido para el terminado de resinas con microrelleno o híbridas en una restauración Clase II son los siguientes:

a) Contenido adecuado de resina no polimerizada:

Este paso es aún más importante para estas resinas por su dificultad para contornear.

b) Fresas de diamante:

Se necesitan fresas de diamante de abrasividad extra fina a mediana para un terminado óptimo. Deben utilizarse en una superficie húmeda y sin tocar estructura dentaria, de lo contrario se obtiene una superficie sumamente áspera (fig. 87).



Fig. 87.

c) Fresas finas de diamante:

Pueden utilizarse las mismas fresas sugeridas para la eliminación de excedentes del área marginal de las resinas con rellenos de cristales pequeños y siguiendo los mismos cuidados. Recientemente algunos composites han introducido fresas de diamante para terminado de abrasividad extremadamente fino (Densco, ESPE-Premier, Brassuler) y son de utilidad para remover los mínimos restos que pudieran haber quedado cerca del margen, pero desgastan muy lentamente excedentes de resina de gran espesor. Las fresas de diamante se utilizan para contornear la superficie oclusal y el área proximal (fig. 88).

Fig. 88.



d) Discos:

Se utilizan de la misma manera como ya se ha descrito anteriormente. Cualquier Área marginal que se ha "terminado" con disco tiene menor probabilidad de presentar líneas "blanquecinas" que contorneando con fresas.

e) Tiras de lija:

Se utilizan de la misma manera que la descrita para los composites de cristales pequeños.

f) Pastas abrasivas:

Pueden producirse superficies muy tersas con la técnica de pasta abrasiva y, aún más, llegar a presentar una superficie mucho más tersa con el uso.

CAPITULO VIII

EVALUACION CLINICA DE RESINAS COMPUESTAS POSTERIORES

A principios de los años 70's, los materiales compuestos llegaron a ser populares como restauraciones anteriores y su aplicación en la región posterior siempre se ha esperado.

Con la introducción de la técnica de ácido grabado la adhesión micromecánica entre el esmalte grabado y la restauración de composite ha mejorado. Más aún, el advenimiento de varios tipos de adhesivos a dentina ha hecho posible el desarrollo de una continua adhesión del material restaurativo de la pared dentinaria a la pared del esmalte, reforzando la debilitada estructura dentaria y previniendo microfiltraciones en la interfase. Mas adelante, con el uso de sistemas foto-curables ha sido posible obtener un mayor grado de polimerización que de los sistemas tradicionales.

Por todo esto, puede esperarse que las restauraciones con resina compuesta en posteriores eventualmente reemplacen las restauraciones con amalgama. Durante los pasados años, se han introducido al mercado nuevas resinas compuestas para posteriores y los estudios realizados indican que han mejorado enormemente sobre los composites tradicionales en cuanto a propiedades físicas como una mayor viscosidad, mayor contenido inorgánico y un espectro amplio de la distribución de las partículas.

Una de las fórmulas con dichas características se encuentra en la resina P-30 Resin Bonded Ceramic de la 3M. Su relleno está constituido por cristales radiopacos de zinc, con un tamaño promedio de submicrones a 50 micrones por 87% de su peso. Su naturaleza altamente viscosa hace posible su condensación dentro de cavidades Clase II. Es una resina foto-curable, libre de burbujas de aire, de una pasta lo que mejora su dureza después de polimerizado. Debido a que se utiliza junto con la técnica de Ácido grabado seguido del Scotchbond (3M) forma una adhesión continua por toda la cavidad.

ASPECTOS CLINICOS

a) Diagnóstico:

El establecimiento del tipo de oclusión es sumamente importante. Debe tratarse de conservar la mayor integridad de la estructura posible y el diseño de la cavidad quedar establecida lo mas lejos posible de las áreas de contacto céntrico. La extensión de lesiones gingivales hacia el cemento deben ser excluidas ya que no es seguro un sellado en esta región. Son

mejor indicadas en la región de premolares en donde la importancia estética es mayor, así como en dientes desvitalizados como refuerzo.

b) Aislamiento del campo operatorio:

Este es un aspecto clínico importante ya que de todos los materiales restaurativos existentes, ninguna es más sensible a una contaminación por humedad que las resinas compuestas, por lo que es necesario aislar el campo operatorio por medio del dique de hule (fig. 89).

También se colocan cuñas de madera en la región gingivo proximal (fig. 90) porque nos proporcionan las siguientes ventajas:

- Retracción de la papila interdientaria, previniendo ruptura del dique de hule durante la preparación de la cavidad y filtración del líquido crevicular dentro del campo operatorio.
- Ligera separación de los dientes, lo que compensa el grosor de la banda matriz asegurando un contacto adecuado.
- Provee una guía confiable para la colocación de la pared gingival.



Fig. 89.



Fig. 90.

c) Preparación de la cavidad:

Esta debe ser lo más conservador posible, especialmente en dirección buco-lingual.

Una preparación conservadora de una típica Clase II involucra una caja proximal con la pared axial justamente entre la unión amelo-dentinaria. El contorno oclusal no debe quedar con ángulos. La anchura del istmo debe ser mínimo y cuando, en un molar superior, se presente la unión de dos vertientes oblicuamente e intactas, el diseño de la cavidad debe abarcar la mitad mesial o distal del diente. Las paredes bucales, linguales y gingivales deben ser trazadas en dirección paralela al esmalte.

La discrepancia de biselar el margen cavo-superficial del esmalte no ha sido definido, pero se considera que es preferible una preparación de la zona proximal sin biselar ya que puede dificultar la observación de una línea bien delimitada pudiendo dejar una capa muy fina expuesta a fractura bajo presión oclusal.

d) Protección:

Debido a que son materiales tóxicos a la pulpa, se utiliza generalmente un recubrimiento con hidróxido de calcio. Esto debe ser extendido a todas las paredes dentinales y en parti-

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

cular al ángulo gingivo-axial. Otra medida de precaución debe ser el colocar el ácido grabador solamente en la pared del esmalte. El ácido puede aplicarse con un pincel de cerdas finas o colocando el ácido en gel dentro de una jeringa y aplicarlo con una aguja calibre 27 sobre el esmalte.

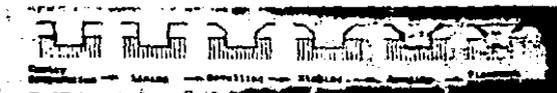
El esmalte es grabado durante un minuto seguido de un lavado abundante durante un minuto, se seca con aire cuidadosamente dejando una superficie opaca. En este punto, se retira la cuña de madera y se coloca la banda matriz y se vuelve a colocar la cuña en su porción anterior y mantener la separación. En caso de que haya contaminación con saliva, se recomienda volver a grabar durante 10 a 15 segundos.

e) Colocación de la resina compuesta:

Su poca viscosidad permite colocarla dentro de la cavidad adecuadamente, el contorno proximal de la restauración será proporcionada por la forma de la matriz. Para esto son de utilidad las bandas matrices pre-contorneadas o una materia flexible con un grosor de 0.0015 pulgadas ajustada contra la superficie del diente contiguo para lograr el contorneado convexo de la restauración.

Así, la cavidad está lista para la aplicación del agente adhesivo y la colocación de la resina, se mezcla el adhesivo y se aplica a la superficie seca con un cepillo pequeño o pincel asegurando que quede una capa delgada por medio de un soplo de aire. El nuevo Scotchbond foto-curable se coloca en pequeños incrementos empezando por la porción más profunda, la caja proximal. De esta manera se asegura una buena polimerización en áreas profundas así como la minimización de la contracción. Para empaquetar el material puede utilizarse un instrumento de teflón con puntas redondeadas ligeramente humedecido en el adhesivo restante. La resina P-30, que es más viscosa, puede aplicarse en áreas críticas como en la porción gingivo-axial y en el margen cavo-superficial de la caja proximal. El material será polimerizado por medio de luz visible durante 30 segundos (fig. 91).

Fig. 91.



Los incrementos posteriores irán llenando gradualmente la cavidad y debe tenerse en cuenta que cada incremento tendrá un grosor aproximado de 2.0 a 2.5 mm.

A medida que el composite llegue al margen cavo-superficial, debe de contornearse para dar cierta forma anatómica y reducir la necesidad de remover excedentes durante el "terminado". La polimerización será más efectiva si la luz se dirige en ángulos positivos y lo más cercano posible a la superficie del material.

Una vez retirada la matriz y la cuña debe aplicarse la luz durante 20 segundos en dirección bucal y lingual para asegurar el curado total.

f) Terminados:

Cuando la banda matriz aún está colocada los excedentes oclusales serán retirados con una fresa de carburo en forma de flama (fig. 92). Se retiran la banda matriz y la cuña para remover los excedentes de las superficies proximales y oclusales utilizando la misma fresa. En áreas accesibles se utilizan discos sof-lex para obtener una superficie tersa, copa de hu- lo y pasta de óxido de aluminio para dar una tersura fina a la restauración. El contacto proximal se verifica con hilo dental (fig.93).



Fig. 92.



Fig. 93. Se retira la cuña de madera y se chequea el contacto interproximal con hilo dental.

Las figuras 94 a 105 representan los pasos mencionados.



Fig. 94. Cavidad Clase II con- servadora.



fig. 95. Aplicación de hidró- xido de calcio.



Fig. 96. Aplicación del ácido grabador.



Fig. 97. Apariencia "conge- la- da" del esmalte después del grabado.



Fig. 98. La banda matriz es a- justada de manera que forme un área de contacto positivo con el diente contiguo.



Fig. 99. Aplicación del adhe- sivo dental.



Fig. 100. Insección incremental del compuesto.



Fig. 101. El foto-curado será más efectivo aplicándolo en ángulo recto y lo más cercano posible a la superficie de la restauración.



Fig. 102. El incremento final es aplicado y modelado para dar la forma anatómica y minimizar los excedentes.



Fig. 103. Después de retirar la matriz, la fuente de luz se dirige hacia lingual y bucal durante 30 segundos.



Fig. 104. Se establece el rodete proximal con una fresa de carburo en forma de flama así como se retiran los excedentes de la superficie proximal.



Fig. 105. Para detallar la forma anatómica oclusal se utiliza una piedra de Arkansas en forma de flama seguido de una punta de hule.

CONCLUSIONES

La información acerca del funcionamiento clínico prolongado de las resinas compuestas posteriores aún es muy limitado. En febrero de 1986, el Consejo de Materiales Dentales Instrumentos y Equipos ha clasificado algunas resinas compuestas como "aceptables provisionalmente" con garantía de uno a tres años en dientes permanentes de acuerdo al programa de restauraciones de resinas compuestas para Clase I y II. Algunas de estas son: Fulfil, Occlusin, P-10, P-30, Estilux Posterior entre otras.

Sin embargo, esto no implica su uso ilimitado, sobretodo como material restaurativo en áreas que soporten mucha presión.

Debido a que es un material restaurativo que constantemente está teniendo modificaciones en sus propiedades químicas y físicas, que requiere de un manejo especial, es necesario conocer las precauciones que debemos tener en la colocación y manipulación de este tipo de restauraciones como son:

- 1.- El aislamiento del campo operatorio debe ser máximo por lo que se recomienda el uso del dique de hule. Esto es importante ya que los composites son de los materiales mas sensibles a la humedad, además de que facilita la visualización del campo operatorio.
- 2.- Preparación de cavidades conservadoras exponiendo la restauración a fuerzas oclusales mínimas. Esto incluye el tratamiento de lesiones cariosas oclusales y proximales tempranas donde la restauración pueda ser pequeña, bien soportada y protegida por esmalte.
- 3.- La contracción del material produce fuerzas hacia la estructura dentaria, en la restauración de composite y en la interfase, no habiendo adherencia entre el material y el diente dando como resultado microfiltraciones, dolor, sensibilidad post-operatoria y caries recurrente. La magnitud de las fuerzas dependerá del tamaño de la cavidad así como de la técnica de inserción.

- 4.- Las porosidades también afectan la durabilidad de la restauración y son inducidas cuando son mezcladas (sistema de 2 pastas) o durante la inserción del material en la cavidad por lo que se ha recomendado los sistemas foto-curables (sistema de 1-pasta) y la utilización de técnicas de inserción con jeringas.
- 5.- La dificultad para establecer contactos proximales adecuados debido a la viscosidad del material así como la adaptación de aditamentos (bandas matrices, coronas de celuloide, etc.).
- 6.- La pérdida de forma anatómica será mayor en áreas que soporten fuerzas oclusales mayores por lo que la preparación de la cavidad debe ser conservadora así como las fuerzas oclusales deben ser mínimas.
- 7.- Se ha reportado que la resistencia al desgaste es insuficiente. Por lo que se concluyó que el funcionamiento de algunas resinas compuestas después de dos años podía considerarse satisfactorio. Sin embargo, algunas publicaciones reportan que las restauraciones con resina compuesta pueden justificarse en molares primarios ya que el promedio de vida del diente es de 3 años.

Tonn y Ryge (1985) realizaron un estudio clínico de dos años de restauraciones con resina compuesta en molares primarios. La resina compuesta utilizada fue "Ful-fil" para dientes posteriores. Esta resina tiene la característica de ser radiopaca, con un contenido del 77.3% por peso de cristales de bario y partículas evaporadas de sílice con un diámetro promedio de 0.04 a 10 micrones. Los resultados (tabla I) mostraron que, en general, el promedio fue elevado para todas las categorías, siendo el más bajo del 90.5% para la forma anatómica y el más alto del 100.0% para varias categorías, y concluyeron que este tipo de restauraciones, en molares primarios, funcionaron bien a los 12 y 24 meses de la evaluación.

Tabla I.

Categoría	meses (%)				
	0	6	12	24	Total
Color	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Forma anatómica	100.0	100.0	96.2	90.5	96.7
Adaptación marginal	100.0	96.2	94.3	98.4	97.2
Caries secundaria	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Contorno axial	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Contacto interproximal	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

B I B L I O G R A F I A

1. Bergenholtz G.; Cox C.F.; Loesche W.J.; and Syed S.A.
Bacterial leakage around dental restorations; its effect on the dental pulp.
J. Oral Pathology, 1982; Vol. 11: 439-450.
2. Brannstrom Martin and Nordenvall K.J.
Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of Concise Enamel Bond. Composite fillings in etched and unetched cavities.
J. Dental Research, Vol. 57: 3-10, Jan. 1978.
3. Council on Dental Material, Instruments, and Equipment.
Posterior composite resins.
JADA, Vol. 112: 707-708, May 1986.
4. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment.
Posterior composite resins: an update.
JADA, Vol. 113: 950-951, Dec. 1986.
5. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment;
Council on Dental Therapeutics.
Safety of dental amalgam.
JADA, Vol. 106: 519-520, Apr. 1983.
6. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment.
Status report on posterior composites.
JADA, Vol. 107: 74-76, Jul. 1983.
7. Craig R.G.
Materiales Dentales.
Ed. Interamericana. 3a. edición.
8. Forsten Lennart.
Hazards with posterior composites.
Procc. Finn. Dent. Soc., Vol. 82: 267-275, 1986.
9. Fuks Anna B.; Grajover Rafael; and Eidelman Eliezer.
Assessment of marginal leakage of Class II amalgam-sealant restorations.
J. Dent. Child., Vol. 53: 343-345, Sep. 1986.
10. Garcia Godoy, Franklin .
Clinical evaluation of a posterior composite in class II restorations in primary molars: one-year results.
Acta Odontol. Pediat., Vol. 5(1): 9-11, Jun. 1984.

11. Herrin, H. Keith.
Use of a posterior composite resin to restore teeth and support enamel: report of case.
JADA, Vol. 112: 845-846, Jun. 1986.
12. Hicks, M. John.
Preventive resin restorations, etching patterns, resin tag morphology and the enamel-resin interface.
J. Dent. Child, Vol. 51: 116-123, Mar. 1984.
13. Holan, Gideon; Fuks, Anna B.; Grajower, Rafael; and Chosack, Aubrey.
In vitro assessment of the effect of Scotchbond on the marginal leakage of Class II composite restorations in primary molars.
J. Dent. Child., Vol. 53: 188-192, May 1986.
14. Houpt, Milton; Eidelman, Eliacer; Shay, Zia; Fuks, Anna; Chosack, Aubrey; and Shapira, Joseph.
Occlusal composite restoration: 4-year results.
JADA, Vol. 110: 351-353, Mar. 1985.
15. Lambrechts, P.; Vanherle, G.; Vuylsteke, M.; and Davidson, C.L.
Quantitative evaluation of the wear resistance of posterior dental restorations: a new three-dimensional measuring technique.
J. of Dentistry, Vol. 12: 252-267, No. 3, 1984.
16. Leifler, Eva; and Varpio, Mirja.
Proximal composite restorations in primary molars: a two-year follow up.
J. Dent. Child., Vol. 48: 411-416, Nov. 1981.
17. Leinfelder, Karl F.; Wilder, Aldridge D.; and Teixeira, Luiz C.
Wear rates of posterior composite resins.
JADA, Vol. 112: 829-833, Jun. 1986.
18. Michelich, V.J.; Schuster, B.B.; and Pashley, D.H.
Bacterial penetration of human dentin in vitro.
J. Dent. Res., Vol. 59(8): 1398-1403, Aug. 1980.
19. Mitchem, John C.; and Gronas, D.G.
In vivo evaluation of the wear of restorative resin.
JADA, Vol. 104: 333-337, Mar. 1982.
20. Neo, Jennifer C.; Denehy, Gerald E.; Boyer, Daniel B.
Effects of polymerization techniques on uniformity of cure of large-diameter, photo-initiated composite resin restorations.
JADA, Vol. 113: 905-909, Dec. 1986.

21. Nordenfall, Karl-Johan; Malmgren, Barbro; and Brannstrom, Martin
Desensitization of dentin by resin impregnation a clinical and ligh-microscopic investigation.
J. Dent. Child., Vol. 51: 274-276, Jul. 1984.
22. Ohya-Misu, Mariko; Takase, Yasuaki; Yumii, Toshiro; Hirai, Yosito; and Ishikawa, Tatsuya.
A clinico-pathological study of pulp response to a composite resin restoration system using adhesive bonding agent.
Bull. Tokyo dent, Coll., Vol. 26: 1-15, Feb. 1985.
23. Powers, J.M.; and Fan, P.L.
Erosion of composite resins.
J. Dent. Res., Vol. 59(5): 815-819, May 1980.
24. Reisbick, M.H.
Materiales Dentales en Odontología Clínica.
Ed. El Manual Moderno.
25. Seltzer.
La Pulpa Dental.
26. Bokman, Leendert; Jordan, Ronald E.; Suzuki, Makoto; and Charles, David H.
A visible light-cured posterior composite resin: results of a 3-year clinical evaluation.
JADA, Vol. 112: 627-631, May 1986.
27. Tonn, Elverne; Ryge, Gunnar; and Chambers, David W.
A two-year clinical study of a carvable composite resin used as class II restorations in primary molars.
J. Dent. Child., Vol 47: 405-412, Nov. 1980.
28. Tonn, Elverne; Ryge, Gunnar.
Two-year clinical evaluation of light-cured composite resin restorations in primary molars.
JADA, Vol. 111: 44-48, Jul. 1985.
29. Varpio, Mirja.
Proximoclusal composite restorations in primary molars: a six-year follow up.
J. Dent. Child., Vol. 52: 435-440, Nov. 1985.
30. Vanherle, Guido; and Smith, Dennis C.
Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials.
Dental Products Division 3M Company. 1985.