



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**CONSIDERACIONES CLINICAS DE
MICROFILTRACION**

T E S I S
Que para obtener el Título de
CIRUJANO DENTISTA
p r e s e n t a:

José Manuel Salazar Uribe

Asesor: Dr. Manuel Calzada Nova

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**
México, D. F.

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

Página

INTRODUCCION.....	I
-------------------	---

CAPITULO I.

I. ESTRUCTURA DENTINARIA.....	1
A) DENTINOGENESIS.....	1
B) MATRIZ ORGANICA DE DENTINA.....	1
C) MINERALIZACION DE LA DENTINA.....	2
D) DENTINOGENESIS SECUNDARIA Y TERCIARIA.....	3
E) EL COMPLEJO PULPODENTINARIO.....	4
E.1) PROPIEDADES FISICAS.....	5
E.2) ANATOMIA BASICA.....	6
E.2.1) DENTINA PRIMARIA.....	7
E.2.2) DENTINA SECUNDARIA.....	7
E.2.3) DENTINA TERCIARIA.....	8
E.2.4) PREDENTINA.....	9
E.2.5) TUBULOS DENTINARIOS.....	9
F) UNION AMELODENTINARIA.....	11
G) SENSIBILIDAD DENTINARIA.....	11
H) PERMEABILIDAD DENTINARIA.....	12
H.1) FACTORES FISICOS.....	12
H.2) DIFERENCIAS REGIONALES.....	13

CAPITULO II.

II. BARRO DENTINARIO.....	16
A) DESCRIPCION.....	16
B) COMPONENTES.....	17
C) PROFUNDIDAD.....	17
D) CONSECUENCIAS PATOLOGICAS.....	18
E) GENERALIDADES.....	20
E.1) ACONDICIONADORES ACIDOS PARA BARRO DENTINARIO.....	26
E.1.1) TERMINOLOGIA DE LOS FABRICANTES.....	31
E.1.2) EFECTOS DE LOS ACONDICIONADORES QUIMICOS.....	31
E.1.3) ACONDICIONADORES ACIDOS.	
ACIDO FOSFORICO-EL PRIMER ACONDICIONADOR DE	
DENTINA.....	32
E.1.4) GRABADO TOTAL CON ACIDO FOSFORICO.....	33
E.1.5) ACONDICIONADORES DE OTROS ACIDOS.....	34
E.1.6) QUELACION.....	37
E.1.7) LASERS.....	39
E.1.8) MICROABRASION.....	40

CAPITULO III

III. MICROFILTRACION.....	41
A) MEDIDAS DE MICROFILTRACION.....	41
B) SECUELAS DE MICROFILTRACION.....	43
C) PREVENCION DE MICROFILTRACION.....	45
D) MICROFILTRACION EN MATERIALES RESTAURADORES.....	48
D.1) MEDIDAS DE MICROFILTRACION EN MATERIALES RESTAURADORES.....	48
D.2) MICROFILTRACION EN RESINAS COMPUESTAS.....	49
D.3) MICROFILTRACION EN LAS RESTAURACIONES PREVENTIVAS DE RESINA.....	51
D.4) MICROFILTRACION DE LAS RESTAURACIONES DE AMALGAMA CON ALTO CONTENIDO DE COBRE.....	54
D.5) MICROFILTRACION EN LAS RESTAURACIONES PREVENTIVAS DE IONOMERO DE VIDRIO.....	55
CONCLUSIONES.....	57
BIBLIOGRAFIA.....	59

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación realiza un compendio sobre la estructura dentinaria y se basa en el estudio de las causas y los efectos que permiten la microfiltración sobre los órganos dentarios, involucrando la permeabilidad dentinaria, la presencia o ausencia del barro dentinario y los agentes externos como materiales dentales (acondicionadores) usados en la rehabilitación de algún diente.

La mayoría de los materiales dentales permiten la microfiltración de las bacterias y productos bacteriales de los fluidos orales alcanzando la dentina. Por lo tanto se requiere de un estudio que permita conocer las consecuencias clínicas de la microfiltración para analizar las características de la permeabilidad de la dentina. Mientras mayor superficie de dentina se exponga durante la preparación del diente, es mayor la potencialidad de microfiltración. Es sabido que la dentina más gruesa es menos permeable que la dentina delgada; la dentina sobre el cuerno pulpar es más permeable que la dentina central; similarmente la dentina que forma las paredes axiales es más permeable que la dentina que forma el piso pulpar de la cavidad, además para el número de túbulos por unidad de área, el diámetro tubular y la localización de la dentina en el diente, existe la variable de la presencia o ausencia del barro dentinario.

El barro dentinario constituye una cavidad lineal natural que reduce la permeabilidad de la dentina más que cualquier cavidad barnizada. Sin embargo, su presencia limita la fuerza de los agentes que unen la dentina a causa de las fuerzas de cohesión relativamente bajas que sostienen el barro dentinario junto con la dentina; si ésta se quita, la fuerza de unión de las resinas adhesivas de la dentina se aumenta. Pero al quitarlo, puede aumentar el potencial de inflamación pulpar.

Hay un balance entre el promedio de difusión de productos bacteriales que permiten a la dentina la microfiltración, y el promedio de lo que es removido de la microfiltración pulpar.

La disminución del fluido sanguíneo pulpar puede permitir que la concentración de éstos productos aumente, aunque produzcan inflamación pulpar.

Si los materiales dentales sellaran la dentina, así como el esmalte, no habría medida de microfiltración ni problemas clínicos asociados con su uso. Sin embargo, la microfiltración es un problema clínico serio que requiere de análisis y discusión, porque la mayoría de los materiales dentales muestran varios grados de microfiltración.

CAPITULO I

I. ESTRUCTURA DENTINARIA.

A) DENTINOGENESIS.

La dentina es formada por células, los odontoblastos, que se diferencian a partir de las células ectomesenquimáticas de la papila dental, bajo la influencia organizadora del epitelio dental. Si se considera al tejido pulpar como el responsable de la formación de la dentina, entonces la papila dental es la pulpa dental desde el momento en que comienza la formación de dentina.

La formación de dentina es continua hasta que la forma externa del diente ha sido completada.

B) MATRIZ ORGANICA DE LA DENTINA.

Después de la diferenciación de los odontoblastos a partir de las células ectomesenquimatosas indiferenciadas de la papila, el próximo paso en la formación de dentina es la

producción de su matriz orgánica.

Se ha demostrado que la formación del colágeno comienza en ribosomas relacionados con las cisternas del retículo endoplasmático rugoso. El colágeno aparece extracelularmente en forma de fibrillas diferenciables, de gran diámetro (de 0.1 a 0.2 micrómetros de diámetro) que se agregan a la sustancia fundamental amorfa inmediatamente por debajo de la membrana basal en la que se apoya el epitelio dental interno. Las fibrillas se disponen en ángulos rectos respecto a la membrana basal y se entremezclan con las fibrillas aperiódicas que salen de ellas. Estas gruesas fibrillas colágenas, junto con la sustancia fundamental a la cual se agregan, constituyen la matriz orgánica de la primera dentina que se forma, o también llamada Dentina del Manto.

C) MINERALIZACION DE LA DENTINA.

La continua mineralización de la matriz de la dentina intertubular resulta de la aposición de cristales de apatita alrededor de las fibrillas colágenas y dentro de ellas. Se ha demostrado mediante microscopia de fluorescencia que la mineralización de la dentina sigue tres patrones diferentes:

especialmente un patrón lineal, otro globular y una combinación de ambos.

La mineralización de la dentina se verifica en etapas o fases, cada una de las cuales se representa en los cortes como una línea incremental. En sentido estricto, las líneas incrementales representan fases en la deposición de la matriz orgánica, pero histológicamente, las líneas incrementales se ven a menudo debido a las deficiencias de la matriz. Las deficiencias e irregularidades en la mineralización se hallan usualmente en la dentina y se ven como líneas incrementales y como áreas de dentina, conocidas como dentina interglobular (o espacios interglobulares de Czermak).

D) DENTINOGENESIS SECUNDARIA Y TERCIARIA.

La formación de dentina secundaria, según lo que se sabe, se logra esencialmente del mismo modo que la formación de dentina primaria, aunque mucho más lentamente. Las diferencias en las características de tinción entre las matrices orgánicas de la dentina primaria y secundaria son tales que la dentina secundaria se tiñe menos con los mucopolisacáridos ácidos. Esta característica puede reflejar una pequeña diferencia de

mineralización entre ambas dentinas, siendo la dentina secundaria menos mineralizada. Ciertas tinciones indican una línea de reposo bien definida entre las dentinas primaria y secundaria.

La dentina terciaria o reparativa, se deposita en lugares específicos como respuesta a una injuria. La velocidad de su deposición depende del grado del daño; a daño más severo, más rápida la velocidad de deposición de dentina, siendo depositados unos 3,5 micrómetros en un solo día. Como resultado de esta rápida deposición, los odontoblastos quedan atrapados a menudo en la matriz recientemente formada y el patrón tubular se distorciona.

E) EL COMPLEJO PULPODENTINARIO.

La dentina y la pulpa son embriológica, histológica y funcionalmente el mismo tejido, por lo que aquí se les considera un conjunto.

E.1) PROPIEDADES FISICAS.

La dentina es la porción del tejido duro del complejo pulpodentinario y forma la masa principal del diente. La dentina madura está químicamente compuesta alrededor del 70 % de material inorgánico, 20 % de material orgánico y 10 % de agua en peso (45 % , 33 % , y 22 % respectivamente, en volumen). El material inorgánico está compuesto principalmente por hidroxilapatita y la fase orgánica por colágeno de tipo I. Al rededor del 56 % de la fase mineral se halla dentro del colágeno. La fase inorgánica hace que la dentina sea algo más dura que el hueso y más blanda que el esmalte.

La dentina posee color amarillento. Como la luz puede pasar con facilidad a través del esmalte delgado y altamente mineralizado, y ser reflejado por la dentina subyacente, la corona posee aspecto amarillento. Físicamente, la dentina tiene una cualidad elástica que es importante para el adecuado funcionamiento del diente, dado que le otorga flexibilidad para evitar la fractura del frágil esmalte suprayacente. Estos dos tejidos se hallan juntos y muy unidos al nivel del límite amelodentinario, el cual se ve microscópicamente como un borde

festoneado bien definido. En la raíz del diente, la dentina se halla cubierta por cemento y la unión entre estos dos tejidos es menos diferenciable.

E.2) ANATOMIA BASICA.

La característica más saliente de la dentina la conforman los túbulos dentinarios estrechamente empaquetados que atraviesan todo su espesor y que contienen las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos que una vez formaron la dentina, y que ahora la mantienen. Los cuerpos celulares de los odontoblastos se alinean a lo largo del borde dentinario interno, donde también forman el límite periférico de la pulpa dental. La estructura tubular y el contenido acuoso de la dentina le otorgan sus propiedades viscoelásticas, las que a su vez le dan una respuesta dependiente de la velocidad a estímulos eléctricos, térmicos y mecánicos.

En un diente maduro la pulpa dentaria es el tejido conectivo blando que ocupa la porción central del diente.

E.2.1) DENTINA PRIMARIA.

En los dientes humanos, pueden reconocerse tres tipos de dentina. La dentina primaria forma la mayor parte del diente y delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados. La capa externa de la dentina primaria, llamada dentina de manto, difiere del resto de la dentina primaria. Esta capa es la primera capa de dentina formada por los odontoblastos recientemente diferenciados. Tienen unos 20 micrómetros de ancho y posee una matriz orgánica compuesta por sustancia fundamental y fibrillas colágenas burdas laxamente empaquetadas. Esta matriz es con probabilidad ligeramente menos mineralizada que el resto de la dentina primaria, que a veces se llama dentina circumpulpar.

E.2.2) DENTINA SECUNDARIA.

La dentina secundaria es la formada después de completada la formación de la raíz. Se ha demostrado que la dentina secundaria se forma en los diente que aún no han erupcionado. De tal modo que la dentina secundaria representa la aposición

continuada, pero más lenta, de dentina, por parte de los odontoblastos después de que se ha completado la formación de la raíz.

La dentina secundaria posee un patrón incremental y una estructura tubular que, aunque menos regular, es en su mayor parte la continuación de la estructura tubular de la dentina primaria. La dentina secundaria mientras se deposita alrededor de la periferia del espacio pulpar, no se deposita regularmente, especialmente en los molares. Allí una mayor deposición de dentina secundaria en el techo y piso de la cámara pulpar origina una reducción asimétrica del tamaño y la forma de la cámara pulpar y los cuernos pulpares. Estos cambios de la cámara pulpar, llamados clínicamente recesión de la pulpa, pueden detectarse fácilmente en las radiografías.

E.2.3) DENTINA TERCIARIA.

La dentina terciaria (también llamada dentina reactiva o reparativa) se produce como reacción a los estímulos nocivos tales como la caries o los procesos dentales de restauración. A diferencia de las dentinas primaria y secundaria, que se forman a lo largo de todo el borde pulpodentinario, la dentina

terciaria es producida sólo por los odontoblastos directamente afectados por el estímulo. La calidad o arquitectura, y la cantidad o grado de dentina terciaria producida, se relaciona con la intensidad y duración del estímulo. La dentina terciaria con esas células incluidas se llama a veces osteodentina. Por otra parte, si el estímulo es menos activo, la dentina terciaria se deposita menos rápidamente, su patrón tubular es más regular, y hay menor inclusión celular.

E.2.4) PREDENTINA.

La predentina es una capa de 25 a 30 micrómetros de espesor que bordea la porción más interna (pulpar) de la dentina y es la matriz de la dentina no mineralizada. La presencia de predentina es importante para mantener la integridad de la dentina, dado que si se mineralizara, la dentina se haría vulnerable a la reabsorción por parte de los odontoclastos.

E.2.5) TUBULOS DENTINARIOS.

Los túbulos o conductillos dentinarios son espacios

tubulares pequeños ubicados dentro de la dentina, llenos de líquido tisular y ocupados en parte de toda su longitud por las prolongaciones de los odontoblastos. Se extienden a través de todo el espesor de la dentina desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa, y su configuración indica el curso tomado por el odontoblasto durante la dentinogénesis. Siguen un trayecto en S desde la superficie externa de la dentina hasta su límite con la pulpa en la dentina coronaria.

Los túbulos dentinarios poseen sus extremos adelgazados, midiendo aproximadamente 2,5 micrómetros de diámetro cerca de la pulpa, 1,2 micrómetros en la porción media de la dentina y 900 nm cerca de la unión amelodentinaria. En la dentina coronaria hay aproximadamente 20,000 túbulos por milímetro cuadrado cerca de la pulpa. Este aumento de número por unidad de volumen se asocia con un acompañamiento de los odontoblastos a medida que la cámara pulpar se hace más pequeña. La parte terminal de los túbulos se ramifica, dando por resultado un número aumentado de túbulos por unidad de longitud en la dentina del manto. Los túbulos dentinarios hacen permeable a la dentina, ofreciendo una vía para la extensión de la caries.

F) UNIÓN AMELODENTINARIA.

Se ha señalado ya, que la dentina sostiene el esmalte. La unión entre ambos es la unión amelodentinaria. En los cortes esta unión puede verse fácilmente como una serie de festones con extensiones de túbulos dentinarios que ocasionalmente cruzan el límite y que pasan al esmalte (los husos adamantinos). El microscopio electrónico de barrido revela que la unión ésta formada por una serie de listones más que por espigones, lo que probablemente aumente la adherencia entre la dentina y el esmalte.

G) SENSIBILIDAD DENTINARIA.

Muchos estímulos son capaces de provocar una respuesta dolorosa cuando se aplican a la dentina, incluyendo algunos relacionados con la práctica odontológica clínica, tales como los estímulos térmicos y mecánicos. La dentina no es uniformemente sensible. La dentina es más sensible a nivel del límite amelodentinario y muy sensible cerca de la pulpa, en general su sensibilidad está aumentada cuando está sobre la

pulpa inflamada o dañada.

Tres mecanismos podrían explicar la sensibilidad de la dentina, todos aquellos implican la comprensión de las estructuras de la pulpa y de la dentina. Estos son: 1) que la dentina contenga terminaciones nerviosas que respondan cuando se estimula 2) que los odontoblastos sirvan a modo de receptores y estén acoplados a los nervios en la pulpa, y 3) que la naturaleza tubular de la dentina permita que al aplicar el estímulo se produzcan movimientos del líquido dentro del túbulo, un movimiento que se registra por la terminación nerviosa libre ubicada en la pulpa, cerca de la dentina.

H) PERMEABILIDAD DENTINARIA.

H.1) FACTORES FISICOS.

La permeabilidad de la dentina es teóricamente directamente proporcional al número de túbulos expuestos a sus diámetros y es inversamente proporcional al grosor de la dentina. (2) Obviamente hay una gran cantidad de difusión posible bajo la filtración en la preparación de una corona que en una MOD. La dentina gruesa es menos permeable que la dentina

delgada. (2) Al adelgazar la dentina los túbulos llegan a estar más grandes en diámetro y se empacan juntos acercándose más, si la línea rosada del cuerno de la pulpa puede verse a través de la dentina, uno debería observar que es una exposición funcional aunque no exista sangrado. Esto es que la dentina es extremadamente permeable y que no es una barrera para cualquier cosa, esta debería ser cubierta con un material que selle bien la dentina. Se prefiere la curación ligera con hidróxido de calcio que contiene bases o un cemento de policarboxilato. El grosor de la dentina remanente es probablemente demasiado delgado para permitir un cemento de ionómero de vidrio.

H.2) DIFERENCIAS REGIONALES.

La dentina ocluso coronal tiene una permeabilidad no uniforme, la permeabilidad es muy alta sobre los cuernos de la pulpa y muy baja en el centro. Este fenómeno se debe a las diferencias en el grosor de la dentina pero es una propiedad intrínseca de la dentina.

El ítsmo en la preparación de la cavidad oclusal debería conservarse tan angosta como sea posible para evitar que la dentina sea altamente permeable, si uno desea minimizar la

permeabilidad de la dentina deberá tender a los ángulos lineales de la pulpa axial que forman la dentina sobre los cuernos pulpares y poner menos atención en la dentina del centro.

Studervand y Pashley (3) han encontrado recientemente que las paredes axiales de las cavidades clase II son de 4 a 7 veces más permeables que las áreas similares de los pisos pulpares de las cavidades de clase I. El grosor de la dentina remanente contra las paredes axiales de las superficies oclusales fueron similares, aun la región axial tenía una permeabilidad muy alta. El sellado de rutina de las paredes axiales de la dentina con una capa delgada de ionómero de vidrio o cemento de polocarboxilato parece disminuir la incidencia de sensibilidad e irritaciones pulpares, que se ven a menudo en las restauraciones de la resina compuesta posterior. Esto es especialmente cierto, si el piso gingival de la caja proximal termina enteramente en dentina. Esta área es particularmente inclinada a la microfiltración. No está claro que los márgenes cavosuperficiales terminados en dentina, permiten más microfiltración que los que terminan en esmalte. Esto es verdadero aun con restauraciones de amalgama las cuales en contraste con la resina compuesta de grabado ácido no

reaccionan con el esmalte. (4).

CAPITULO II

II. BARRO DENTINARIO.

A) DESCRIPCION.

Podemos definir el barro dentinario como la acumulación de cristales microscópicos de hidroxiapatita envueltos en restos orgánicos degenerados, producidos durante el proceso de corte dentinario que se depositan sobre las paredes cavitarias a las que se adhieren mecánica y químicamente.

Boyde et al (5) son los primeros en descubrir el barro dentinario sobre la superficie del esmalte cortado. Atribuyeron la untuosidad del esmalte a la fundición del tejido a consecuencia del calor friccional.

En un estudio con microscopio electrónico de barrido (MEB) Eick afirma que el barro dentinario es una película orgánica con grandes cantidades de compuestos inorgánicos, que se producen siempre que se cortan tejidos dentinarios (esmalte, dentina, y cemento). El barro dentinario se forma sin tener en cuenta el método o los instrumentos usados en los

tratamientos dentales. Todos los cortes producidos por los instrumentos de mano, fresas de tungsteno, diamante o acero con alta o baja velocidad, en húmedo o en seco producen una capa de barro que varía entre 0,5 - 15 micras (6,7), a pesar de que la profundidad de la mayoría de estas capas producidas en clínica oscila entre 1 - 5 micras (8).

B) COMPONENTES.

Se ha observado que el barro dentinario cubre completamente los túbulos dentinarios y que contiene saliva, sangre, y gran cantidad de microorganismos. El componente orgánico del barro dentinario son principalmente las proteínas coaguladas derivadas de la desnaturalización por calor de colágeno bajo los efectos de la temperatura friccional (9,10). En su interior existen partículas de apatita de distintos tamaños (6), además es rico en calcio y fosfato (11).

C) PROFUNDIDAD .

La profundidad del barro dentinario varía ampliamente, lo que depende de que la dentina se corta con o sin nebulizador de

agua, de la cantidad y composición de la solución irrigadora, del tamaño y la forma de la cavidad y del tipo de instrumento empleado. (12) En general, el corte producido sin nebulizador de agua produce una capa de barro dentinario más gruesa de residuos que el corte con una copiosa irrigación de aire - agua; además, las fresas de diamante grueso tienden a producir unas capas de barro más gruesas que las fresas de tungsteno (13,14).

D) CONSECUENCIAS PATOLOGICAS.

El hecho de si debe estar o no presente el barro dentinario bajo las restauraciones parece estar relacionado con la presencia de bacterias, ya que estas pueden vivir y multiplicarse en este hábitat al conseguir suficiente aporte energético de dicha capa y del fluido dentinal (15,16). Estos resultados apoyan la opinión de que debe eliminarse la mayor parte del barrillo dentinario y de cualquier remanente de este, por ejemplo los tapones untuosos, deben ser tratados antisépticamente antes de la aplicación de un liners o cemento sellador.

Brännström y Nyborg (15) han demostrado que las bacterias

también pueden introducirse desde la superficie del diente por el espacio de inadaptación entre las paredes cavitarias y la restauración. Estas observaciones parecen indicar la necesidad de que todas las paredes de las cavidades no solo deben limpiarse y tratarse antisépticamente sino también protegerse con un liners delgado para impedir de esta forma la filtración marginal (17).

En 1973 Vojinovic, Nyborg y Brännström (18) realizaron un estudio sobre el efecto protector de los tapones untuosos, y hallaron que si la cavidad se grababa antes de colocar el composite, a las 3 o 4 semanas se había producido una invasión masiva de bacterias en los túbulos dentinarios. Las cavidades que solo se limpiaban con agua, y que presentaban el barro dentinario intacto, tenían una gran cantidad de bacterias en sus paredes cavitarias, pero prácticamente no existía invasión dentro de los túbulos dentinarios. Es obvio que los tapones untuosos de las aberturas de los túbulos evitaron la invasión bacteriana. La inflamación pulpar estaba presente en todas la cavidades infectadas, y era un poco más pronunciada en aquellas que se había grabado previamente. Los tapones untuosos evitan la invasión bacteriana, pero son permeables a sus toxinas que se difunden hacia la pulpa.

E) GENERALIDADES.

El gran desarrollo adquirido por los adhesivos dentinarios y la necesidad de obtener una unión prolongada y estable entre los materiales de restauración y la dentina, han hecho adquirir gran protagonismo al barro dentinario, ya que presenta un obstáculo para conseguir tal propósito, al cubrir las superficies dentarias cortadas.

Cuando se examinan muestras de barro dentinario con el microscopio electrónico de barrido tiene el aspecto de una superficie amorfa, respectivamente lisa, sin rasgos distintivos ya que sus constituyentes están por debajo de la resolución del microscopio (19). En las observaciones de perfil de superficies obtenidas por fractura, se distinguen en el barrillo dentinario dos capas bien diferenciadas; una superficial, que cubre toda la dentina tanto intertubular como peritubular, y otra profunda, que se introduce dentro de los túbulos dentinarios. Tanto Cameron (20) y Olgart (22) están de acuerdo con esta opción.

El barro dentinario obtenido con alta velocidad se adapta perfectamente a la dentina subyacente, siendo muchas veces

difícil diferenciar sus límites y analizarlo por separado del tejido que lo soporta, con lo que se da la impresión de que los bordes dentinarios producidos por cizallamiento de la hidroxiapatita durante el proceso de corte dentinario fueron sellados por una matriz orgánica que incluye partículas empaquetadas de hidroxiapatita. El barro dentinario obtenido con baja velocidad, también se adapta perfectamente a la dentina, sin embargo en algunas zonas se pueden diferenciar con claridad sus límites; pero podemos estar de acuerdo con Sherman (23) en que esta capa está tenazmente unida a la dentina subyacente. Por otro lado, Bowen (24) observó resquebrajamientos microscópicos de 2-3 micras de profundidad debajo del barro dentinario, que influirán en la retención de esta, al fluir la hidroxiapatita dentro de ellas, al transformarse plásticamente por el calor producido durante el proceso de corte dentinario. En cambio, la adaptación de el barro dentinario profundo que se introduce dentro de los túbulos dentinarios es diferente, sin existir contacto íntimo, con toda la superficie del túbulo, a causa del poco empaquetamiento entre las partículas que constituyen los llamados tapones untuosos.

La extensión y retención del barro dentinario dependen de

factores tales como el tipo de instrumento usado en la preparación cavitaria, la presión aplicada, y el uso o no de refrigeración (13). Así las preparaciones dentarias sin refrigeración dan origen a un barro dentinario mucho más grueso que las preparaciones realizadas bajo continua irrigación de agua. La refrigeración con nebulizador de agua no evita la formación de barro dentinario, pero disminuye significativamente su cantidad y distribución(25).

Goldman (26) estudio el grosor del barro dentinario con microscopio electrónico de barrido y lo situó alrededor de 1 micra. Mader (21) observó grosores de 1 - 2 micras con tapones de barro dentinario alrededor de 2 micras. Brännström y Jhonson (27) cifraron el grosor de 2 - 5 micras y Bowen (24), de 0 - 3 micras.

Gwinnett (25) observó cambios estructurales superficiales de 5 micras de grosor. Farouz et al (28), lo situaron entre 1 - 2 micras en medidas realizadas en paredes de conductos radiculares .

Las divergencias encontradas entre los distintos autores en relación con la profundidad de los tapones de barro dentinario, desde los 40 micras encontradas por Mader et al (21) y las 2 micras de Kennedy et al (29), son un resultado más

del trabajo mecánico activo de los instrumentos que no dan un simple fenómeno de sedimentación (28). En un primer tiempo, la instrumentación es la responsable de la formación de residuos a expensas de la dentina, y secundariamente se ocasiona en una compactación del barro dentinario contra el suelo dentinario, con lo que aumenta su cohesión e impacta los residuos dentro de los conductillos dentinarios. Cuanto mayor contacto tenga el barro dentinario más resistente es el ataque ácido. Así Pashley et al (30) con el simple hecho de bruñir el barro dentinario lo transforman de ácido lábil a ácido resistente; esto puede ser debido a que las fuerzas de bruñido profundizan más la suciedad dentro de los túbulos. Bergenholtz (31) afirma que el barro dentinario impide la penetración de gérmenes, pero que es permeable a sustancias bacterianas y productos tóxicos.

El trabajo realizado por Kennedy et al (29) sobre la permeabilidad dentinaria con agua tritizada y albumina radiactiva indica que el barro dentinario disminuye la filtración de moléculas reactivamente pequeñas y grandes como la albúmina, pero no la impide.

Dippel et al (32) midieron el coeficiente de difusión del H-3-sorbitol sobre el barro dentinario, y observaron que este no variaba durante los 15 días que duro el experimento, sin

influir el tipo de instrumento utilizado en la obtención del barro dentinario, ni la velocidad de rotación. Concluyeron que el efecto del barro dentinario sobre la difusión de sustancias no está relacionado con el grado de cobertura de los túbulos dentinales, sino más bien con el grado de taponamiento.

Williams y Goldman (33) estudiaron la permeabilidad in vitro del barro dentinario al *Proteus Vulgaris*. Sus resultados indican penetración bacteriana dentro de los túbulos dentinales, lo que quiere decir que el barro dentinario no es una barrera impermeable a la penetración bacteriana, sino que solo retrasa la penetración de estos microorganismos en los túbulos. Lundy y Stanley (34) prepararon cavidades que dejaron expuestas en la cavidad bucal, y encontraron penetración bacteriana a 0,52mm de profundidad en el interior de los túbulos a los 84 días. Digart et al (22) demostraron con experimentos realizados in vitro e in vivo sobre dentina no protegida, que las bacterias pueden crecer dentro de los túbulos de la dentina vital intacta, independientemente de que si los túbulos están ensanchados por el grabado ácido o bloqueados inicialmente por capas de barro.

Por lo tanto el barro dentinario no solo va a ser permeable a los productos bacterianos o sustancias tóxicas,

sino que si las bacterias encuentran un ambiente adecuado para su multiplicación, por ejemplo en el hueco de inadaptación entre el material de obturación y el suelo cavitario en cavidades mal ajustadas, se puede esperar que lo mismo son capaces de disolver el esmalte y la dentina peritubular eliminando al menos parte del barrillo dentinario favoreciendo por un corto periodo de tiempo la penetración bacteriana.

El riesgo potencial de afección pulpar por difusión bacteriana o productos tóxicos a través del barrillo dentinario está directamente relacionado con la dirección de los túbulos dentinales, ya que no todos los túbulos que se exponen al realizar una cavidad terapéutica llegan directamente a la pulpa; siendo la localización topográfica que más riesgo conlleva para la pulpa la mitad interna de la pared gingival en las cavidades proximales y cervicales (35).

Jodaikin y Austin (36) comprobaron que el barro dentinario incrementa la cantidad de microfiltración alrededor de las obturaciones de amalgama en relación con las cavidades libres de él por grabado ácido. Esto se produce porque la amalgama puede adaptarse mejor a las paredes de la cavidad grabada y, por lo tanto, el espacio entre la pared y el material de restauración es más pequeño. Así mismo, la presencia del barro

dentinario puede permitir el paso del fluido a través de las partículas que lo constituyen y por la interfase obturación-barro dentinario más fácilmente que a través de la interfase amalgama-superficie de la cavidad grabada.

Por otro lado, mientras que el barro dentinario no impide la filtración de sustancias tóxicas o colorantes, sí disminuye la permeabilidad dentinaria.

Boyer y Suare (37) investigaron los efectos de los instrumentos rotatorios sobre la permeabilidad dentinaria, demostrando que esta no depende del tipo de instrumento utilizado, produciendo todos ellos una reducción de la permeabilidad dentinaria de un 35 % . Dippel et al (32) observaron la influencia del barro dentinario sobre la permeabilidad dentinaria, con lo que se obtubieron reducciones del 35 % para todos los instrumentos rotatorios, sin depender del tipo de instrumento ni de la velocidad empleada; concluyeron que la reducción de la permeabilidad dentinaria no está provocada primariamente por el grado de cobertura de los túbulos, sino más bien por el grado de taponamiento. Pashley (38) descubrió que el 86 % de la resistencia total que ofrece la dentina al movimiento del fluido depende del barro dentinario y que el 14 % restante, de las irregularidades

intratubulares y de las prolongaciones de los odontoblastos.

La colocación de las bases y barnices sobre el barro dentinario disminuye su permeabilidad. Pashley (39) obtuvo reducciones adicionales del 52 % al colocar bases de hidróxido de sobre la dentina cubierta con barro dentinario y medir su permeabilidad.

El empaquetamiento o contracción de los constituyentes del barro dentinario también va a influir sobre su permeabilidad. Pashley et al (30) estudiaron in vitro el efecto de bruñido con fluoruro sódico, caolin y glicerina, solo o en varias combinaciones, sobre la permeabilidad del barro dentinario. El simple bruñido con un palo de naranja conduce a reducciones de la permeabilidad dentinaria del 80 % sus resultados indican que la variable importante no fue ninguno de estos constituyentes, sino el proceso de bruñido en sí. El bruñido del barro dentinario produce un mayor empaquetamiento de las partículas que lo componen y una mayor impactación dentro de los túbulos dentinarios, con una disminución de los canales de difusión y unas reducciones de la permeabilidad dentinaria 50 - 80 % .

Por tanto debemos considerar el barro dentinario como una entidad dinámica, en lo que a su permeabilidad se refiere, sin depender directamente del tipo de instrumento con el que se

produce sino el modo de utilización de los instrumentos. Aunque los tapones untuosos son efectivos para impedir la penetración bacteriana y reducir la permeabilidad dentinaria, es necesario utilizar agentes que apoyen estas funciones del barro dentinario. Por tal motivo es indispensable la desinfección de la cavidad para reducir o eliminar los gérmenes: modificar el barro dentinario, en el sentido de disminuir su grosor para así permitir el efecto de los antisépticos sobre los microorganismos incluidos en su interior, y utilizar bases y barnices que reduzcan la permeabilidad de esta capa a toxinas bacterianas y productos tóxicos.

E.1) ACONDICIONADORES ACIDOS PARA BARRO DENTINARIO.

Los acondicionadores de dentina serán definidos como cualquier alteración de la dentina hecha después de la creación de los escombros de los cortes de dentina, llamado barro dentinario. La naturaleza del barro dentinario fue descrita primero por Eick y otros (1970) (40). El barro dentinario es compuesto de escombros aproximados a la composición por debajo de la dentina y alrededor de una a cinco micras de grosor. Esta apariencia tiene un significado tenaz como no puede ser

fácilmente enjuagado o raspado por debajo de la dentina. El barro dentinario ocluye parcialmente los túbulos dentinarios.

El tipo de los acondicionadores de dentina es crear una superficie capaz de microorganismos y la posibilidad de uniones química a los agentes de unión dentinaria. Los principales efectos de los acondicionadores de dentina pueden ser clasificados en físicos y químicos. Los cambios físicos son principalmente aumentos o disminuciones en los grosores y morfología del barro dentinario y los cambios en la forma de los túbulos dentinarios. Los cambios químicos son principalmente modificaciones en la fracción de materia orgánica (usualmente cerca del 20 % por volumen) y descalcificación de la porción inorgánica.

La remoción del barro dentinario generalmente resulta un aumento de la permeabilidad de la dentina. (Pashley, Michelich & Kehl, 1981) (41). Las pequeñas partículas que abarcan el barro dentinario tienen una larga superficie en volumen de radio. Las partículas se disuelven con mayor facilidad en la dentina intacta. Si el barro dentinario y las capas obturadas dentro de los túbulos se pierden, la exposición de la dentina llega a ser más permeable y sensible. Para los éxitos clínicos los acondicionadores de dentina podrían ser sellados para la

prevención de sensibilidad y para prevenir la patología (Brännström, 1981) (42) asociada con el aumento de la permeabilidad de los túbulos dentinarios.

Los acondicionadores de dentina pueden ser hechos por recursos químicos, eléctricos y mecánicos. Estos incluyen modificaciones químicas, quelación de calcio, modificaciones térmicas por lasers y modificaciones mecánicas por abrasión. También se considera a un acondicionador el resultado de exponer la hidratación y la presencia y vitalidad de la bacteria en el tratamiento de la dentina. Los efectos de hidratación en la acción de un agente de unión han sido demostrados por Kanca 1991 (43). Algunas veces las resinas u otros agentes químicos en los acondicionadores son simultáneamente depositados sobre o dentro del barro dentinario y por debajo de la dentina. El concepto del "primer" o del grabado mismo ha sido discutido por Hasegawa y otros 1989 (44). Para la discusión los acondicionadores pueden ser agrupados dentro de cuatro tipos: acondicionadores ácidos, de quelación, lasers y abrasión. Los dos últimos emergen de la tecnología y esta discusión puede ser más bien una sugerencia breve para la dirección de la futura investigación de los acondicionadores de dentina.

E.1.1) TERMINOLOGIA DE LOS FABRICANTES.

Los fabricantes generalmente usan los términos "acondicionadores" o "grabadores" para describir los agentes que se grabaron al quitar la dentina. El término "primer" es usado para aquellos que son eliminados al lavarse aunque los primers puedan remover el barro dentinario o rasparlo como otro recurso.

E.1.2) EFECTOS DE LOS ACONDICIONADORES QUIMICOS.

Inokoshi y otros (1989) (45) han investigado los efectos de un ancho rango de los acondicionadores de dentina y los agentes de unión. Estos estudios han demostrado diferencias en la profundidad de la descalcificación de dentina tanto como los grosores de los resultados híbridos (dentina y resina) de las capas. Todos los acondicionadores investigados son capaces de remover el barro dentinario, pero no todo puede ser removido por las obturaciones de los túbulos. Los químicos aplicados a los acondicionadores fueron subsecuentemente mostrados (Sugizaki, 1991) (46) al efectuar los grosores de los

resultados por afuera de la zona descalcificada.

E.1.3) ACONDICIONADORES ACIDOS.

ACIDO FOSFORICO - EL PRIMER ACONDICIONADOR DE DENTINA.

El líquido del ácido fosfórico remueve algunas superficies de dentina y los deja limpios, con buena definición de la muestra grabada. Los orificios de los túbulos son alargados por dentro en forma de embudo. El gel del ácido fosfórico, el espesor como humo de sílice, similarmente abren los túbulos para dejar salir la sustancia que cubre los grosos de los agentes en la dentina. Despreocupado de un extensivo lavado, el sílice no es enteramente removido.

Fusayama y otros (1979) (47) fueron los primeros en reportar un exitoso uso del ácido fosfórico para remover el barro dentinario, grabando la resina y restaurar con un adhesivo de resina compuesta. Solo en los últimos cinco años el grabado de la dentina comenzó a ser aceptado en el occidente. El resultado de esta aceptación fue por los métodos de grabado de Fusayama y las pruebas clínicas por los dentistas practicantes. (Bertolotti, 1990) (48). Por algunos años esto

fue una discrepancia sin resolver entre los éxitos clínicos con el grabado de la dentina (Shintani, Satou, 1989, & Iwake y otros, 1983) (49) y las investigaciones que parecían contraindicar el ácido fosfórico en el grabado de dentina (Mako, Rutberg & Langeland 1978) (50). Recientemente Kanca 1990 concluyó la hipótesis que fue el eugenol, no el ácido fosfórico, el más probable de lesionar o causar irritación pulpar previamente asociado con el ácido fosfórico.

Los compuestos de luz curada ubicados con mayor estrés en los agentes de unión dentinaria son los compuestos químicamente curados (Bertolotti 1991) (51) si estos pudieran esperar ser colocados con mayor demanda en las fuerzas de los agentes de unión dentinaria.

E.1.4) GRABADO TOTAL CON ACIDO FOSFORICO.

El ácido fosfórico es generalmente reconocido por ser preferido al grabarse en esmalte, especialmente en la presencia de saliva, película o placa. Fusayama estableció el protocolo para el grabado simultáneo de dentina y esmalte con ácido fosfórico, siguiendo el lavado y secado, aplicando una resina adhesiva. Esta técnica ha sido exitosamente usada por un mayor

incremento clínico. El uso de agentes de unión dentinaria es exitoso con el propósito que el grabado del ácido fosfórico pareciera ser adecuado. El procedimiento puede ser clínicamente exitoso cuando se usa una gran variedad de agentes de unión dentinaria. (Bertolotti, 1990). Los usos exitosos de los agentes de unión dentinaria son aparentemente capaces de formar un buen sellado en el grabado de los túbulos dentinales.

Recientemente las concentraciones del ácido y los tiempos de grabado han sido refinados por el ácido fosfórico en dentina. Un tiempo de 10 seg. dará un resultado mejor en la fuerza de unión (Kanca, 1991) en altas concentraciones (37 a 40 %). Que es más importante para la baja variedad en las medidas de las fuerzas de unión dentinaria para los agentes de unión dentinarios investigados.

E.1.5) ACONDICIONADORES DE OTROS ACIDOS.

Históricamente algunos ácidos han sido investigados como los grabados dentinarios. Estos incluyen el ácido hidroclohídrico, oxálico y pirúbenico, en adición con un mejor conocimiento de los ácidos fosfórico, cítrico y nítrico. Al poner estos ácidos en perspectiva, éstos quizá sean mejor

comparados con la disociación constante.

Cuando un grabado es requerido, la dilución de la mayor fuerza necesaria del ácido puede resultar una mejor solución de grabado. La concentración del ácido uniformemente quita una superficie, mientras que los resultados de disolución selectiva es llamada "etching". Los ácidos con un bajo pKa's tienden a ser usados con mayor solución diluida que los de alto pKa's.

Esto es ahora una evidencia que los fabricantes de materiales dentales deben tomar en cuenta para hacer decisiones acerca del grabado ácido en dentina.

Uno necesita solo examinar el contenido de algunas generaciones de acondicionadores de dentina. Los ácidos como el nítrico es un ingrediente popular. El ácido nítrico es un fuerte ácido, más que el fosfórico aunque éste fácilmente remueve barro dentinario. El ácido nítrico ha sido un tabú. Esto es probablemente por los agentes de unión dentinaria [eg, Tenure (Dent Mat Corp, Santa Maria, Ca. 93456), Mirage Bond (Ihamelcon Dental, Kansas City, Ks 66101) Restobond 3 (Lee Pharmaceuticals, South El Monte, CA. 91733)] que usan ácido nítrico sus acondicionadores es altamente adhesivo y prevee un buen sellado de los túbulos. No hay sensibilidad en los resultados de remoción del barro dentinario y la aplicación de

los agentes de unión dentinaria. En un reciente estudio (Blosser & Bowen, 1988) (52) mostraron que los oxalatos en los acondicionadores conteniendo ambos ácido nítrico y un oxalato no son necesarios para la adhesión. El ácido nítrico puro al 2.5 % fue efectivo para las uniones. El estudio reportado de la palabra "contaminante" es la descripción del contenido del ácido nítrico en algún acondicionador de oxalato. La remoción del barro dentinario por el contaminante del ácido nítrico, fue probablemente una contribución para el éxito de este sistema. La combinación del ácido cítrico al 10 % y 3 % de cloruro férrico ha sido usada en el barro dentinario para removerlo y grabarlo. Esta combinación fue encontrada por ser particularmente efectiva. (Nakabyashi, 1984) (53) por la base adhesiva de metacrilato. (eg, Super Bond CAB, Sun Medica Co. Tokio, Japón) conteniendo 4 - metaciloxi-etil-trimelitato-anhidrido 4 (META). Los iones férricos aparecen necesarios como el ácido cítrico solo resulta como un pobre escudo con este sistema. Concerniente al tratado con ácido fosfórico con mayor presencia de los iones férricos afecta las fuerzas de unión de dentina.

Otra combinación de grabado en un 10 % de ácido cítrico con 20 % de cloruro de calcio (eg, Clearfil, Liner Bond,

Kurakay Co. Ltd). Esta combinación resulta de improvisar fuerzas de unión (Hosada & others, 1989) (54) para algunos agentes de unión dentinaria que normalmente usan ácido fosfórico. La profundidad de descalcificación es acerca de 8 micras en comparación, con los 16 micrones de profundidad de los resultados del grabado ácido fosfórico (Inokoshi y otros, 1989) (45). En relación a los túbulos estos no se abren de la forma de embudo. La hidroxiapatita es removida de la dentina intertubular y peritubular resultando una estructura expuesta de colágeno en la dentina intertubular.

E.1.6) QUELACION.

Lo contrario a el uso de los grabados de ácido fuerte, la quelación es usada para remover el barro dentinario sin descalcificación o cambios químicos significantes por debajo de la subestructura. Lo mejor conocido en los acondicionadores de quelación es el ácido tetracético diamine (EDTA) ajustado a un pH alrededor de 7.4 esto fue desarrollado por el uso del Gluma. (Miles, Inc, South Bend, IN 46614) sistema (Munksgard & Asmussen, 1985) (55). Mientras el barro dentinario es removido, sin significar la concavidad de la superficie que es formada y

la forma de embudo, cambia asociada con el ácido fosfórico que no es evidente. Las obturaciones untadas en los tubulos dentinarios no son completamente eliminados por 30 segundos de aplicación del acondicionador. Inokoshi y otros 1989 (45) indican datos para el sistema Gluma donde también resulta una capa híbrida significativa. Los sistemas usados por glutaraldehído y HEMA en un "primer" es alicado después del acondicionador EDTA removiendo el barro dentinario.

El ácido maleico (eg, ScotchBond 2, 3M Dental Products, St Paul, MN 55144 DEnthensive, Heracus Kultzar Inc, Irving, CA. 92718) también en los resultados de la remoción de barro dentinario pero no de las capas obturadas, aunque esto es bastante ácido se observa descalcificación profunda y la capa híbrida es ligeramente comparable. Esto hace la remoción del barro cuando se usa un "primer" en combinación con HEMA, y se raspa la acción de la dentina. Los reportes generales de las fuerzas de unión con los sistemas comparados favorablemente con otros sistemas de unión que tienen capas híbridas gruesas. Esta observación sugiere que los grosores en las capas híbridas no tienen muchos efectos en las fuerzas de unión de dentina.

E.1.7) LASERS.

La aplicación del laser en tejido duro en odontología es una nueva tecnología. El laser de Nd Yag pulsado no molestaría la pulpa, aun cuando la dirección es tan cerrada como 1 mm (White y otros, 1990) (56). El calor es disipado entre 10 y 30 pulsaciones por segundo.

El mecanismo de eliminación de dentina es causado por explosiones microscópicas por transitorios térmicos. Mientras más investigaciones han sido conducidas en dentina seca, el laser opera en dentina sumergida en saliva o agua. La mancha negra carbonizada que resulta es fácilmente lavada con agua. La superficie lubricada en la dentina sensibilizada, es presumiblemente de la apertura y la permeabilidad de los túbulos dentinales. Los microorganismos y los escombros orgánicos son eliminados por las superficies lubricadas (White, Goodis & Cohen, 1991) (57). El laser disminuye la fracción orgánica y la fracción inorgánica aumenta en la superficie de la dentina. (White y otros, 1991) (58).

La lubricación de la dentina aumenta el potencial de las fuerzas de unión de los actuales agentes de unión dentinaria.

Estos efectos en las fuerzas de unión de Scotchbond 2 fue recientemente presentado por White & others 1991 (59) en el incremento de las aptas uniones de la fracción inorgánica en la superficie de dentina. La retención micromecánica puede ser creada por el laser, el cual es análogo al efecto visto en el grabado - laser del esmalte.

E.1.8) MICROABRACION.

La modificación de la dentina por la microabrasión es una nueva tecnología. La microabrasión con el óxido de aluminio remueve tanto dentina saludable, así como la enferma y resulta el barro dentinario.

La acción de la abrasión del óxido de aluminio depende tanto del tamaño de la partícula como de su velocidad, las partículas de 0.5 micrómetros o de menor diámetro no afectan el esmalte excepto los muy limpios. De 0.5 micrómetros partículas mayores crean una capa en la dentina y un incremento en la superficie del área. (Blake, 1991). El barro dentinario posiblemente pueda ser usado para hacer mayores fuerzas de unión de la mediación de barro dentinario mediante agentes de unión dentinaria.

CAPITULO III

III MICROFILTRACION.

A) MEDIDAS DE MICROFILTRACION.

Se han revisado recientemente varios métodos de microfiltración. Casi todos los estudios de microfiltración sugieren que la mayoría de los materiales restauradores filtran. Esto es, permiten a los radioisótopos que tñen a las bacterias entrar al espacio que hay entre el margen cavo superficial de las restauraciones y las paredes de la cavidad. Es extremo microfiltrado permite la permeación de estos materiales al piso de la cavidad, a través de la dentina remanente y la cámara pulpar. En estudios in vitro de microfiltración debería observarse como colocar teóricamente una cantidad máxima de filtración que pudiera o no ocurrir in vivo. Hay generalmente una pobre correlación entre el límite de microfiltración encontrado in vitro y el éxito clínico de un material. Sin embargo si un material es colocado in vitro no demuestra microfiltración, hay una probabilidad más alta de

éxito clínico que si demostraran filtración in vitro. La microfiltración medida en vivo puede ser menos que la medida in vitro debido a la acumulación de productos corrosivos. La naturaleza dinámica de la pulpa dentina compleja no puede ser fácilmente estimulada in vitro. por lo tanto el fluido dentinal son anticuerpos los cuales pueden alterar el ecosistema en los canales de microfiltración. Un gran peso de proteínas moleculares tales como el fibrinógeno puede bajar la permeabilidad de la dentina por absorción de las paredes del túbulo, así haciendo la dentina menos permeable con el tiempo.

La esclerosis de dentina es otro proceso fisiológico el cual puede bajar la permeabilidad de la dentina en vivo a través del tiempo por muchas razones, por lo tanto en los estudios in vitro de microfiltración, mientras que son muy importantes no pueden ser directamente extrapolizados para condiciones en vivo.

Los pacientes a menudo se quejan de sensibilidad dental después de cementación o inserción de compuestos posteriores. Esto señala que hay un problema en ambas partes en el paciente y en la parte clínica, si el dolor es agudo y persistente se sugiere que el fluido dental se cambie acompañado de dentina dolorosa, entonces la microfiltración de bacterias y productos

bacteriales ocurrían.

B) SECUELAS DE MICROFILTRACION.

Desafortunadamente una secuela clínica común de la microfiltración es el desarrollo de la caries dental. El progreso de la caries dental a través de los tejidos dentales duros produce cambios interesantes. Durante el desarrollo de la lesión primaria de caries, las lesiones tienen que proceder primero a través del esmalte y después dentro de la dentina las lesiones están protegidas de la remineralización de la saliva por la estrechez de los canales. Al llegar a estar expuesta la dentina los túbulos permanecen ocluidos con la bacteria la cual previene los cambios del fluido a través de los túbulos. Si lavamos con ácido la dentina entonces se quita el barro dentinario, la bacteria rápidamente invadiría los túbulos y reduciría la permeabilidad de la dentina más de un 50 %. Además, debido a la producción de ácidos orgánicos por estas bacterias en los túbulos, hay una pérdida gradual de dentina peritubular, que conduce a la liberación de gran cantidad de calcio y fosfato en los túbulos. Algo de esto regresa difundándose en la superficie del diente. el resto de esta

difusión baja a los túbulos dentinales hacia la pulpa. Como el pH del fluido dentinal es amortiguado a la neutralidad, el producto ion de calcio y los exedentes de fosfato, la solubilidad constante para la hidroxiapatita y por lo tanto la precipitación de iones fuera de la solución es para formar una amplia variedad de cristales intratubulares llamados "caries cristales". A nivel de la luz de un microscopio se llamara a esta dentina esclerótica.

La esclerosis fisiológica es debida a una aposición gradual de la dentina peritubular la cual borra la cavidad. Ambas formas de esclerosis reducen en gran parte la permeabilidad de la dentina, y en consecuencia los cambios del fluido. Es por eso que la gente que tiene lesiones de caries rara vez se queja de sensibilidad de la dentina aun si están mordiendo sobre grandes áreas abiertas de dentina cariada. Sin embargo la bacteria en estos túbulos dentinales puede derramar productos hacia la pulpa, dependiendo de la cantidad del material, su potencia, el grosor de la dentina remanente, el área de dentina involucrada y el estudio de la circulación pulpar. Este proceso de difusión el cual es relativamente doloroso hasta las últimas etapas de inflamación. Esto no se asocia con ningún movimiento rápido de contenido intratubular

y por lo tanto no va a activar los nervios mecanorreceptores.

Si se sospecha que los dolores del paciente son de la sensibilidad de la dentina más que de la pulpa o de la inflamación periapical debería intentarse descubrir su fuente sobre la superficie accesible del diente con un explorador dental o con una geringa de aire. Si se sospecha una filtración marginal bajo la superficie entonces se moja una torunda de algodón con cloruro de calcio saturado y se pone sobre el margen que se sospecha si hay una comunicación abierta de ese margen alrededor de una restauración de dentina expuesta. El paciente puede quejarse de dolor dentro de "30" a "60" segundos, esto es una respuesta demorada porque la solución hipertónica debe mover osmóticamente el fluido al espacio. Si obtiene una respuesta positiva de solución hipertónica pero no a un estallido de aire o explorador, el conocimiento de un defecto profundo en la superficie y en la restauración podrían probablemente tener que ser reemplazadas.

C) PREVENCIÓN DE LA MICROFILTRACION.

Las clínicas pueden disminuir la microfiltración en otras formas, en lugar de adelgazar el barro dentinario uno puede

cubrir la cavidad con un barniz en la línea.

Una preparación en la restauración de amalgama con dos capas de Copalite una puede inducir gradualmente a la reducción en la microfiltración que puede ocurrir alrededor de la restauración (60). Sin embargo el copalite tiene una solubilidad finita y ésta puede disolverse lentamente. La solubilidad de algunas cavidades barnizadas fueron comparadas recientemente en un estudio sencillo in vitro por Powell y Daines (61). Ellos reportaron que el Copalite tenía baja solubilidad (4 % por semana) comparados con diferentes marcos comparativos que desaparecieron a un promedio de 20 a 25 % por semana, encontraron que en la línea del Copalite en las amalgamas que habían sido inicialmente muy apretadas empezó a filtrarse después de 4 meses de almacenada en solución isotónica a 37 C (60). Esto compara bien los resultados de Powell y Dainess (61) en sus estudios de Copalite. Así un 4 % de pérdida por semana sobre un 16 % causaría la pérdida de 64 % de Copalite.

Otra forma de reducir la microfiltración es preparar las paredes de la cavidad con una solución soluble de oxalato. Sandoval y colaboradores (4) recientemente condujeron un estudio de microfiltración clase V cavidades restauradas con

amalgama in vitro. Ellos compararon las líneas de las cavidades con varios barnices de Copal y otros en línea con un producto que contenían oxalato de potasio. Ellos encontraron que el oxalato era superior a las otras líneas al reducir la penetración del azul de metileno.

El éxito de los tratamientos de oxalato pueden ser debidos al hecho de que son ácidos. Ellos rempazan el barro dentinario original con una capa de cristales de oxalato de calcio.

Recientemente se han evaluado una serie de tratamientos de dentina por su habilidad para proteger el barro dentinario o la dentina debajo de la línea de ataque de los ácidos. En este estudio se comparó el Barrier (un nuevo poli-amido compuesto de resina compatible lineal) y DDS (Conteniendo oxalato en la lineal), se midió la permeabilidad de la dentina antes y después del ácido con un 37 % de ácido fosfórico por 2 minutos. Sorpresivamente todos los forros dieron alguna protección aproximadamente del 50 % al ataque de los ácidos, con Scotchbond, Hidroxilan y DDS siendo muy superiores al Copalite y Barrier.

D) MICROFILTRACION EN MATERIALES RESTAURADORES.

D.1) MEDIDAS DE MICROFILTRACION EN MATERIALES RESTAURADORES.

Sin los microcanales o microaberturas entre el material restaurador y las paredes de la cavidad, no habría microfiltración en los flúidos en otra dirección sin dolor dentinario y sin teñir el margen. Sin embargo algunos materiales restauradores permiten microfiltración.

En el pasado, la medida y los métodos de microfiltración al rededor de los materiales restauradores incluyendo el uso de la bacteria, la tinción, radioisótopos, métodos de luz microscópica o métodos de microscopio electrónico de barrido. Todos eran cualitativos y requirieron la destrucción de la muestra durante el proceso. Dos métodos recientes ofrecen las ventajas de ser cuantitativos. La técnica de conductometría ha sido descrita y modificada. Esto permite cuantitativamente las medidas no destructivas de la microfiltración de manera

longitudinal. Pero esto no permite la observación de la filtración. El método de presión de aire introduce una técnica permitiendo cuantificación de microfiltración in vitro, no destructiva y de manera longitudinal. Sin embargo; las técnicas hacen difícil la localización fotográfica de la microfiltración porque los especímenes son estudiados debajo de los flúidos.

D.2) MICROFILTRACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS.

La contracción de polimerización y los cambios de temperatura durante el termociclado, pueden causar grietas en la estructura dentaria y las restauraciones de resinas compuestas llevando a la microfiltración.

La técnica de grabado ácido es un procedimiento para las restauraciones de resina compuesta. También sirve a la resistencia a la microfiltración al reducir el espacio entre la interfase esmalte / resina (62-64). Sin embargo, la microfiltración puede aun ocurrir debido a la contracción de polimerización (65-67), y los cambios de temperatura durante el termociclado (65, 67-69). Para reducir la microfiltración se han aplicado sellantes y agentes de unión después de que la resina compuesta se ha curado y pulido (71-75). Este

procedimiento se ha denominado Readhesión.

Existen otras investigaciones realizadas por algunos autores que demostraron que cuando no se utiliza la readhesión, la microfiltración es evidente entre los márgenes gingivales (70).

La readhesión previene la microfiltración, debido al mayor coeficiente de penetración del agente de unión (76). Un agente de unión penetra en una grieta producida por la contracción de la polimerización de los cambios térmicos durante el termociclado (74,75). Durante el procedimiento de la readhesión los flúidos orales no deben contactar con la resina compuesta debido a que ellos llenan la grieta.

Chow (71) De Wet y Torstenson et al (75) han demostrado que los sellantes, glaseadores y agentes de unión reducen la microfiltración cuando se colocan sobre las restauraciones de resinas compuestas. La durabilidad clínica del procedimiento va de 6 meses a un año. La durabilidad del procedimiento del readhesivo debe evaluarse para determinar su ventaja clínica potencial.

D.3) MICROFILTRACION EN LAS RESTAURACIONES PREVENTIVAS DE RESINA.

En 1977, Simonsen y Stallard (78) introdujeron un procedimiento clínico para restaurar las caries oclusales mínimas mientras simultáneamente prevenían caries utilizando la técnica de grabado ácido. Este procedimiento se denominó Restauración Preventiva de Resina (RPR) (79-82). Hoy la (RPR) involucra la preparación de pequeñas cavidades en el esmalte (y en la dentina si está involucrada) para eliminar la caries. Esto es seguido por la aplicación de un agente de unión, una resina compuesta para posteriores y un sellante de puntos y fisuras que cubra la resina compuesta y las fisuras de los puntos remanentes.

Las indicaciones para la RPR son las siguientes: 1) un explorador se agarra en la fosa o fisura de una superficie oclusal intacta; 2) caries mínima de puntos y fisuras; 3) fosas y fisuras profundas en las cuales no se puede colocar sellantes de puntos y fisuras o puede haber caries en sus bases y 4) una fisura opaca o tizosa a lo largo de las fosas y fisuras que sugieren caries incipientes.

Simonsen (81-82) describió tres tipos de RPR: el tipo A; requiere mínima penetración de las fosas y fisuras con una fresa redonda 1/4 o 1/2 antes de colocar el sellante. El tipo B; requiere una cavidad preparada con una fresa redonda 1 o más grande. Originalmente se utilizó una mezcla de resina compuesta diluida con relleno y sin relleno para restaurar el diente. Hoy, sin embargo, se recomienda que las resinas compuestas polimerizadas por luz se utilicen con el agente de enlace. El tipo C de la RPR requiere el uso de una fresa redonda No. 2 o mayor y la cavidad puede extenderse en dentina. La base de hidróxido de calcio se coloca como en las cavidades clase I pequeñas y luego la cavidad se restaura con resina compuesta después de la aplicación de un agente de unión sin relleno. Los sellantes de puntos y fisuras se aplican luego sobre las restauración y los puntos y fisuras remanentes. En el tipo A y en la mayoría de las restauraciones preventivas de resina tipo B, la retención de la resina se facilita con el grabado ácido en el esmalte de toda cavidad, el corazón de los prismas de esmalte grabados, se rodea por el material de resina en una interfase esmalte-resina íntima. El contacto entre la resina y el esmalte grabado brinda retención para la restauración y reduce la microfiltración en la interfase (83,84). El tipo C de

la RPR pueden extenderse en la dentina y requerir un agente de unión esmalte-dentina que une la resina a la dentina. El contacto entre la dentina y la resina no es tan íntimo como el contacto entre el esmalte y la resina (85).

Muchos estudios han evaluado la microfiltración in vitro de la RPR utilizando colorantes (84,86) o técnicas de caries artificial (83,87). Esos estudios han analizado solamente la microfiltración de la RPR que se completó en el esmalte.

La microfiltración podría deberse a defectos en el esmalte adyacente y a las paredes de la cavidad. Por lo tanto se recomienda un material restaurador resistente a la microfiltración, un agente de unión y un sellante. Al usar la RPR el sellante debe extenderse sobre la restauración (incluyendo el plano inclinado cuspídeo) para reducir o eliminar la microfiltración.

Aunque la microfiltración ha ocurrido en la RPR, la extensión de la microfiltración es menor que la reportada con dientes restaurados con amalgama (87-90).

D.4) MICROFILTRACION DE LAS RESTAURACIONES DE AMALGAMA CON ALTO CONTENIDO DE COBRE.

Las amalgamas hechas de nuevas formulaciones de aleación que contienen aumento en la concentración del cobre tienen mayor resistencia a la corrosión que las amalgamas convencionales (91,92). Varios estudios han mostrado que la microfiltración de los márgenes de las restauraciones de amalgama convencional disminuyen en la edad de la restauración (93-96). Esto es atribuido generalmente a los márgenes con productos corrosivos. La cavidad barnizada reduce la microfiltración (94,95,97-100) pero la fluctuación en la temperatura reduce la efectividad del barniz (99).

El aumento en la resistencia de la corrosión de una amalgama con alto contenido de cobre no aumenta la muestra de la filtración en comparación con una amalgama convencional en un estudio in vitro (97). En un estudio in vitro de corrosión de amalgama con alto contenido de cobre mostró que, aunque la superficie tiene excepcionalmente un noble potencial para corrosión y las curvas anódicas de polarización no mostró la caída de pasividad debido a la presencia de la fase (γ -2)

estaño-mercurio, el análisis de corrosión de la grieta no muestra un mejoramiento sobre la amalgama convencional (101). Las condiciones en grietas entre la restauración y el diente es más viable a la corrosión que en la superficie.

Aparentemente las amalgamas con alto contenido de cobre se corroen suficientemente en la áreas marginales al reducir la filtración. Rupp y otros (102) encontraron que las restauraciones con amalgama contraída filtraba más cuando la prueba de presión de aire fue usado.

Las medidas de adaptación en el interior de las paredes pueden tener o dar más datos pertinentes en la profundidad de la filtración. Wing y Lyell (103) encontraron en los espacios en la región cavosuperficial de los espacios seccionados tendieron a ser más anchos que a lo largo de la cavidad.

Kato y otros (104) encontraron que el barnizado mejoraba el sellado marginal de las restauraciones de amalgama.

D.5) MICROFILTRACION EN RESTAURACIONES PREVENTIVAS DE IONOMERO DE VIDRIO.

Recientemente el cemento de ionómero de vidrio se ha sugerido como base dentinaria para las restauraciones de resina

compuesta (105-107), debido a su capacidad para adherirse a la dentina, la cual reduce la microfiltración (108), y debido a su capacidad de grabado (109). Además el ionómero de vidrio desprende flúor, (110) el cual reduce la incidencia de caries secundaria. Basado en esos hallazgos, se ha sugerido una restauración preventiva de ionómero de vidrio (RPIV) para las caries mínimas de puntos y fisuras (111).

La RPIV tiene una desventaja importante (111). El ionómero de vidrio tiene menos resistencia compresiva y tencional que las resinas compuestas para posteriores. Sin embargo, debido a que la RPIV y la RPR están confinadas a una fosa, o la porción de una fisura (áreas de pocas tenciones), no se dirigen fuerzas oclusales importantes contra ellas.

La RPIV tiene muchas ventajas: 1) adhesión excelente a la dentina y al esmalte, (108,112,113); 2) colocación en un solo paso (no necesita agente de unión) ; 3) acción cariostática a través del desprendimiento de flúor; y 4) Microfiltración reducida. Por lo tanto, la RPIV puede ser una alternativa a la restauración de amalgama oclusal en algunos casos.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo se recapacita en las consideraciones que el Cirujano Dentista deberá tener presentes en su trabajo para poder obtener un éxito clínico con sus tratamientos.

Es indispensable conocer la histología y morfología del diente, así como sus características normales para obtener un diagnóstico acertado y poder llevar a cabo cualquier tratamiento dental. También es importante seleccionar una técnica adecuada, y respetar las instrucciones que los fabricantes de materiales dentales nos ponen en sus productos para la manipulación de los mismos.

Podemos definir el barro dentinario como la acumulación de cristales microscópicos de hidroxapatita envueltos en restos orgánicos degenerados, producidos en el proceso de corte dentinario, esto se muestra bajo un microscopio electrónico de barrido (MEB). Se menciona el barro dentinario por la relación que hacen algunos autores a la microfiltración, así como los acondicionadores de dentina que se presentan en este trabajo como son el laser y la microabrasión, creando una nueva tecnología en la odontología. Las medidas de permeabilidad

dentinaria pueden ser aplicadas en las medidas de microfiltración.

Describiendo la microfiltración como el espacio que existe entre el diente y el material restaurador, los fabricantes nos presenta una amplia gama de materiales dentales que nos permiten minimizar la microfiltración, como es sabido la mayoría de los materiales dentales filtran y ésta es una gran interrogante hoy en día para el Cirujano dentista. Sin embargo, si un material es colocado in vitro no demuestra microfiltración, hay generalmente una pobre correlación entre el límite de microfiltración encontrado in vitro y el éxito clínico de un material.

Desafortunadamente sabemos que la secuela clínica de la microfiltración es el desarrollo de la caries dental, pero para prevenir o disminuir la microfiltración en lugar de adelgazar el barro dentinario, uno puede cubrir una cavidad con un "barniz" en la línea, o preparar las cavidades con una solución soluble de oxalato.

BIBLIOGRAFIA

- (1) TENCATE AR, Histología oral. Desarrollo, estructura y función. 2a. Edición. Ed. Médica Panamericana, Argentina. 1985.
- (2) Pashley DH. Dentin-predentin complex and its permeability: physiologic overview. J Dent Res 1985;64(special issue):613-620.
- (3) Studervant J, Pashley DH. Regional dentin permeability of class I and class II cavity preparations (abstrac 173). J Dent Res 1989;68(special issue):203.
- (4) Sandoval VA, Colley RL, Barnwell SE. Evaluation of potassium oxalate as a cavity liner. J Prosthet Dent (in press).
- (5) Boyde A, Knight PI. The use of scanning electron microscopy in clinical dental research. Br. Dent J. 1970;127:557-564.
- (6) Eick J et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron. J Dent Res. 1970;49:1.359-1.368.
- (7) Hoppenbrowsers P, Driessens F, Stadhouders A. Morphology composition and wetting of dentinal cavity walls. J Dent Res 1974;53:1.255-1.262.
- (8) Bränntröm M. Pretreatment before the placement of restorations. En: Dentin and pulp in restorative Dentistry. Wolfe Medical Publications. 1982;93-107.
- (9) Inokoshi S, Iwaku M, Fusayama. The pulpal response to a new adhesive restorative resin. J Dent Res. 1982;61:1.014-1.019.
- (10) Buonocore MG, Quigley M. Bonding a synthetic resin material to human dentin: Preliminary hystological study of the bond area. J Am Dent ASSOC. 1958;57:807-811.
- (11) Diamond A, Carrell R, The smear layer: Areview of restorative progress. J Pedodontics. 1984;8:219-226.

- (12) Gilboe DB, Svare CW, Thayer KE, Crennon DG. Dentinal smearing: An investigation of the phenomenon. *J Prosth Dent.* 1980;44:310-316
- (13) Brännström M, Glantz PO, Nordenvall KJ. The effect of some cleaning solutions on the morphology of dentin prepared in different ways: An in vivo study. *J Dent Children.* 1979;46(3):19-23.
- (14) Shortall AC. Cavity cleansers in restorative dentistry. *Br Dent J.* 1981;150:243-247.
- (15) Brännström M, Nyborg H. Treatment with a microbicidal fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosth Dent.* 1973;30:303.
- (16) Brännström M, Vojinovic O, Nordenvall KJ. Bacterial and pulpal reaction under silicate cement restorations. *J Prosth Dent.* 1979;41:290-295.
- (17) Brännström M. Smear layer: Pathological and treatment considerations. *Op Dentistry.* 1984;35-42.
- (18) Vojinovic O, Nyborg H, Brännström M. Acid treatment of cavities under resin filling: Bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J Dent Res* 1971;52:1.189-1.193.
- (19) Pashley DH. Smear layer: Physiological considerations. *Op Dentistry.* 1984;3(supl):13-29.
- (20) Cameron JA. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: A scanning electron microscopy study. *J Endodon* 1983;9(7):289-292.
- (21) Mader C, Baungartner J, Peters D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endodon.* 1984;10(10):477-483.
- (22) Olgart L, Brännström M, Johnson J. Invasion of bacteria in dentinal tubules: Experiments in vivo and in vitro. *Acta Odontol Scand.* 1974;32:61-70.
- (23) Scherman L. Le collage dentinaire. *Chirurgien-Dentiste de France.* 1988;450:37-42.

- (24) Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson DW. Smear layer: Removal and bonding considerations. *Op Dentistry*. 1984;3(supl):30-34.
- (25) Gwinnett J. Smear layer: Morphological considerations. *Op Dentistry*. 1984;3(supl):3-12.
- (26) Goldman M, Goldman LB, Cavalery R, Bogis J, Linp S, The efficacy of several endodontic irrigating solutions: A scanning electron microscopis study. Part 2. *J Endodon*. 1982;8:487-492
- (27) Bränström M, Johnson G. Effects of various conditioner and cleanning agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopic. *J Prosth Dent*. 1974;31:422-430.
- (28) Farouz R, Delzangles B, Laurent E. La capa parietal endodóntica. *Rev Eur Odonto-Est*. 1989;(1)(5):337-342.
- (29) Kennedy WA, Walker III, Gough RW. Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endodon*. 1986;12(1):21-27.
- (30) Pashley DH, Leibach JG, Horner J. The effects of the Naf/Kaolin/Glycerin paste on dentin permeability. *J Periodontal*. 1987;58(1):19-23.
- (31) Bergenholtz G. Effect of bacterial products on inflamatory reactions in the dental pulp. *Sacnad J Dent Res* 1977;85:122-1.
- (32) Dippel HG, Borggreven, Hoppenbrowsers. Morphology and permeability of the dentinal smear layer. 1984;52(5):657-662.
- (33) Williams S, Goldman M. Permeability of the smeared layer by strain of proteus vulgaris. *J Endodon*. 1985;11(9):385-388.
- (34) Lyndy T, Stanley HR. Correlation on pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subjected to experimental irritation. *Oral Surg* 1969;27:187-201.
- (35) Brännström M. The relationship between dentin and pulp, and some problems in diagnosis. En: *Dentin and Pulp in Restorative Dentistry*. Wolfe Medical Publications 1982;9-41.

- (36) Jodaikin A, Austin JC. The effects of cavity smear layer removal on experimental marginal leakage around amalgam restorations. *J Dent Res* 1981;60:1.861-1.866.
- (37) Boyer DB, Svare CW. The effect of rotary instrumentation on the permeability of dentin. *J Dent Res* 1981;60:966.
- (38) Pashley DH, Livingston MJ, Greenhill LD. Regional resistances to fluid flow in human dentine, in vitro. *Arch Oral Biol* 1978;23:807-810.
- (39) Pashley DH, Kalathoor S, Burnham. The effects of calcium hydroxide on dentin permeability. *J Dent Res* 1986;65(3):417-420.
- (40) Eick JD, Wilko RA, Anderson CH & Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 1970;49:1359-1368.
- (41) Pashley DH, Michelich V & Kehl T. Dentin permeability: Effects of the smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981;46:531-537.
- (42) Bränntröm M. Dentin and pulp in restorative dentistry Nacka, Sweden: Dental Therapeutics AB 1981.
- (43) Kanca J III. Effect of dentin drying on bond strength. *J Dent Res* 1991;70 abstract of papers p. 394 Abstract 1029.
- (44) Hasegawa T, Manabe A, Itho K & Wakumoto S. Investigation of self-etching dentin primers. *Dental Materials* 1989;(5):408-410.
- (45) Inokoshi S, Harnirattisai C, Shimada Y, Tatsumi T & Hosada H. Study on resin impregnated layer of various dentin bonding techniques. *Journal of Japanese Society for Dental Materials and Devices* 1989;8(special issue)14:95-98.
- (46) Sugizaki J. The effect of various primers on the dentin adhesion of resin composites, SEM and TEM observations of the resin impregnated layer and adhesion promoting effect of the primers. *Japanese Journal of Conservative Dentistry* 1991;34:228-265.

- (47) Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, & Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative system. *J Dent Res* 1979;58:1365-1370.
- (48) Bertolotti RL. Acid etching of dentin latters to the editor. *Quintessence International* 1990;21:77-78.
- (49) Shintani H, Satou N & J. Clinical evaluation of two posterior composite resin retained whit bonding agents *J Prosthet Dent* 1989;62:627-632.
- (50) Macko DL, Ruthberg M & Langeland K. Pulpal response to the application of phosphoric acid to dentin. *Oral Sugery, Oral Medicine, and Oral Pathology*. 1978;45:930-946.
- (51) Bertolotti RL. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and novel matrix. *Practical Periodontics and Aesthetics*. 1991;3:21.26.
- (52) Blosser RL, & Bowen RL. Effects of purified ferric oxalate/nitric acid solutions as a pretreatment for the NTG- GMA and PMDM bonding system. *Dental Materials* 1988;4:225-231.
- (53) Nakabayashi N. Biocompatibility and promotion of adhesion to tooth substrates *CRC Critical Reviews in Biocompatibility* 1984;1:25-52.
- (54) Hosada H, Fujitani T, Negishi T & Hirasawa K. Effect of a series of new treatment on bond strenght and wall adaptation of adhesive composite resins *Japanese Journal of Composite Dentistry* 1989;32:658-665.
- (55) Munskgard E, & Asmussen E. Dentin-polymer bond mediated by glutaraldehyde/HEMA *Scandinavian J Dent Res* 1985;93:463-486.

- (56) White JM, Goodis HE, Rose CM, & Daniela TE. Effects of Nd:YAG laser on pulps of extracted teeth J Dent Res 1990;69 Abstract of papers p 300 Abstract 1534.
- (57) White JM, Goodies HE, & Cohen J. Bacterial reduction of contaminated dentin by Nd:YAG laser J Dent Res 1991;70 Abstract of papers p. 412 Abstract 1170.
- (58) White MJ, Goodis HE, Roper MJ & Marshall SJ. Analysis of Nd:YAG laser treated dentin surfaces by SRIFTS J Dent Res 1991a;70 Abstracts of papers p 440 Abstract 1393.
- (59) White JM, Goodis HE, Roper MJ & Khosrovi PM and Hornberg B. Shear bond strengths of Nd:YAG laser treated dentin J Dent Res 1991b;70 Abstracts of papers p. 397 Abstract 1048.
- (60) Derkson GD, Pashley DH, Derkson me. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. J Prosthet Dent 1986;56:435-440.
- (61) Powell GL, Daines DT. Solubility of cavity barnish: a study in vitro. Oper Dent 1987;12:48-52.
- (62) Mitchen JC, Turner LR. The retentive strength of acid-etch resins. J Am Dent ASSOC 1974;89:1107-1110.
- (63) Hembree JH, Andrews JT. Microleakage of several class V anterior restorative materials: A Laboratory study. J Am Dent ASSOC.1974;97:179-183.
- (64) Ortiz RF, et al. Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength. J Prosthet Dent. 1979;41:51-57.
- (65) Asmussen E. The effect of temperture changes on adaptation of resin fillings. I Acta Odont Scand 1974;32:161-171.
- (66) Lee HL, Swartz ML. Scanning electron microscope study of composite restorative material. J Dent Res 1970;49:149-158.
- (67) Eake WS. Effect of thermal cycling on fracture strenght and microleakage in teeth restored whith a bonded composite resin. Dent Mater. 1986;2:114-117.

- (68) Crim GA, Esposito CJ, Chapman KW. Microleakage with a dentin bonding agent. *Gen Dent.* 1985;33:232-234.
- (69) Crim GA, Garcia-Godoy F. Microleakage: Effect of cycling and storage duration. *J Prosthet Dent* 1987;57:574-576.
- (70) Garcia-Godoy F, Malone WFP. Microleakage of posterior composite using glass ionomer cements. *Quintessence Int* (Submitted for Publication).
- (71) Chow MH. Effects of sealants placed over composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 1980;44:531-535.
- (72) Judes H, et al. Rebonding as method of controlling marginal microleakage in composite resin restorations. *NY. J Dent.* 1982;52:137-143.
- (73) Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of posterior composite. *Acta Odont Pediatric.* 1983;5:9-11.
- (74) Rupp NW, Venz S, Cobb EW. Sealing the gingival margin of composite restorations. *J Dent Res* 62:254 (abstract no. 785).
- (75) Torstenson B, Brännström M, Mattson B. A new method for sealing composite resin contraction gaps in lined cavities. *J Dent Res.* 1985;64:450-453.
- (76) O'Brien WJ, Fan PL, Apostolides A. Penetrability of sealants and glasses. *Op Dent* 1978;3:51-60.
- (77) Going RE, Massler M, Dute HL. Marginal leakage of dental restorations as studied by crystal violet and I J Am Dent ASSOC 1980;61:285-300.
- (78) Simonsen RJ, Stallard RE. Sealant restorations utilizing filled composite resin: One year results. *Quintessence Int* 1977;8:77-84.
- (79) Simonsen RJ. Preventive resin restorations I. *Quintessence Int* 1978;9:69-76.
- (80) Simonsen RJ. Preventive resin restorations II. *Quintessence Int* 1978;9:95-102.

- (81) Simonsen RJ. Preventive resin restorations. Three-year results. J Am Dent ASSOC. 1981;100:535-539.
- (82) Simonsen RJ. Preventive resin restorations. Innovative use of sealants in restorative dentistry. Clin Prev Dent 1982;4:27- 29.
- (83) Hicks MJ. Preventive resin restorations. Etching patterns, resin-tag morphology and the enamel-resin interface. J Dent Child 1984;51:116-123.
- (84) Raadal M. Microleakage around preventive composite fillings in occlusal fissures. Scand J Dent Res 1978;86: 495-499,
- (85) Suzuki M, Gwinnett AJ, Jordan RE. Relationship between composite resins and dentin treated with bonding agents. J Dent Res (abstr no. 350) 1986;65:764.
- (86) Azhardi S, Sveen OB, Buonocore MG. Evaluation of restorative preventive technique for localized occlusal caries. J Dent Res (abstr no. 952) 1979;58:330.
- (87) Hicks MJ. Caries -like lesion formation around occlusal alloy and preventive resin restorations. Pediatr. Dent 1984;6:17-22.
- (88) Hicks MJ, Silverstone LM. Fissure sealants and dental enamel: A histological study of microleakage in vitro. Caries Res 1982;16:353-360.
- (89) Gottlieb EW, Retief DH, Bradley EL. Microleakage of conventional and high-copper amalgam restorations J Prosthet Dent 1985;53:351-361.
- (90) Kidd EAM, Microleakage in relation to amalgam and composite restorations: A Laboratory study. Br. Dent J 1976;141:305-310.
- (91) Dupperon DF, Neville MD, and Kasloff Z. Clinical evaluation of corrosion resistance of conventional alloy, spherical-particle alloy, and dispersion-phase alloy. J Prosthet Dent. 1971;25:650-656.

- (92) Gettleman L, and others. In vivo corrosion determination of high-cooper dental amalgams. J Dent Res 1978;57(special issue A) abstract 357 p.164.
- (93) Going RE, Massler M, and Dute HL. Marginal penetrations of dental restorations as studied by crystal violet dye and I 131. JADA 1961;62(1):9-20.
- (94) Phillips RW, and others. Adaptation of restorations in vivo as assed by Ca.45. JADA 1961;62(1):9-20.
- (95) Swartz ML and Phillips RW. In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials. JADA 1961;62(2):141-151.
- (96) Pickard HM, and Gayford JJ. Leakage at the margin of amalgam restorations. Br. Dent J. 1975;119:69-77.
- (97) Andrews JT, and Hembree JH. In vitro evaluation of marginal leakage of corrosion-resistant amalgam alloy. J Dent Child 1975;42(5):367-370.
- (98) Andrews JT, and Hembree JH. Microleakage of several amalgam system: an animal study. J Prosthet Dent 1978;40:418.
- (99) Brännström M and Söremark R. Penetration of Na²² ions around amalgam restorations with and without cavity barnish. Odont Revy 1962;13(4):331-336.
- (100) Barber D, Lyeell J, and Massler M. Effectiveness of copal resin under amalgam restorations. J Prosthet Dent 1964;14:533-536.
- (101) Marck M, and Hochman RF. Corrosion properties of allow silver, high copper dental amalgam. J Dent Res 1976;55(special issue B):abstract 881 p. B28.
- (102) Rupp NW, Paffenbarger GC and Monuszewski RC. Amalgam restoration: margin integrity. J Dent Res 1977;56(special issue A) abstract 242 p A 103.
- (103) Wing G and Lyell JS. The marginal seal of amalgam restorations. Aust Dent J. 1966;11:81-86.

- (104) Kato S, O'Kuse K, and Fusayama T. The effect of burnishing on the marginal seal of amalgam restorations. *J Prosthet Dent.* 1968;19:393-398.
- (105) Negm MM, Beach DR, Grant AA: An evaluation of mechanical adhesive properties of polycarboxilate and glass ionomer cement. *J Oral Rehabil.* 1982;9(2):161-167.
- (106) Simmons JJ. The miracle mixture: Glass ionomer and alloy powder *Texas Dent J.* 1983;100(10):6-12.
- (107) Mc Lean JW, et al. The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentine. *Br. Dent J.* 1985;158(11):410-414.
- (108) Welsh EL, Hembree JH. Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1985;54(3):370-372.
- (109) Garcia-Godoy F, Malone WFP: The effect of acid etching on two glass ionomer lining cements. *Quintessence Int* 1986;17(10):621-623).
- (110) Swartz ML, et al. Long-term F release from glass ionomer cements. *J Dent Res* 1984;63(2):158-160.
- (111) Garcia-Godoy F. The preventive glass ionomer restoration. *Quintessence Int* 1986;17(10):617-619.
- (112) Powis DR, et al. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res.* 1982;61(12):1416-1422.
- (113) Snide WD, Looper SW. Shear bond strength of composite resin to an etched glass ionomer. *Dent Mater.* 1985;1(4):127-128.