



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**COMPARACION DE FUERZAS DE
RETENCION EN ESMALTES
GRABADOS CON ACIDO FOSFORICO
Y ACIDO MALEICO**

**T E S I S A
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A:
GABRIELA SERRANO ALONSO**

ASESOR Y COORDINADOR DE SEMINARIO
C. D. GASTÓN ROMERO GRANDI



México, D. F., Ciudad Universitaria

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A DIOS:

POR DARME LA OPORTUNIDAD DE
VIVIR Y CULMINAR ESTA META.

A MI MADRE, GABRIELA ALONSO
POR SER, ADEMÁS DE MI MEJOR
AMIGA, MI CONSEJERA EN TODO
MOMENTO DE MI VIDA

A MI PADRE, GUADALUPE SERRANO
PORQUE CON TU APOYO
INCONDICIONAL, ME HAS GUIADO
TODA LA VIDA

A MI HERMANO, SERGIO
PORQUE EN TI, SIEMPRE ENCONTRÉ
AL MEJOR DE LOS AMIGOS.

A MI HERMANO, JAIME
PORQUE A PESAR DE LOS
MOMENTOS DIFÍCILES CUMPLIMOS
NUESTROS SUEÑOS

A MIS ABUELOS (q.e.p.d.)
POR TODO EL AMOR QUE RECIBÍ DE
ELLOS

A TODOS MIS PROFESORES
PORQUE GRACIAS A TODAS SUS
ENSEÑANZAS, LOGRÉ SER ÚTIL A LA
SOCIEDAD.

EN FORMA ESPECIAL A MI ASESOR
C.D. GASTÓN ROMERO GRANDE
POR BRINDARME SU CONFIANZA,
AMISTAD Y APOYO

A MIS AMIGAS:

MAYUMI, CAROLINA, MARTHA,
ELISA Y GUILLE
POR LA AMISTAD QUE DÍA A DÍA
ME DEMUESTRAN

A TODAS LAS PERSONAS
QUE DE ALGUNA FORMA CONTRIBUYERON A MI
FORMACIÓN ACADÉMICA

AL HONORABLE JURADO

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No. 8

"MIGUEL E. SCHULTZ" U.N.A.M.

POR INICIARME EN LA VIDA

UNIVERSITARIA.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POR HABERME FORMADO COMO

PROFESIONISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA

DE MÉXICO

POR ABRIRME SUS PUERTAS

COMPARACION DE FUERZAS DE RETENCION EN ESMALTES GRABADOS CON ACIDO FOSFORICO Y ACIDO MALEICO

INDICE

	Introducción.	
I	Antecedentes	
	1.1. Historia del grabado ácido.	1
	1.2. Grabado ácido	4
II	Esmalte.	8
	2.1. Generalidades.	8
	2.2. Propiedades físicas.	8
	2.3. Propiedades químicas.	10
	2.4. Estructura:	
	a) Prisma.	10
	b) Estrías.	11
	c) Dirección de prismas.	11
	d) Bandas de Hunter-Schrenger.	12
	e) Estructuras superficiales.	13
	f) Líneas incrementales de Retzius.	14
	g) Cutícula del esmalte.	15
	h) Laminillas del esmalte.	16
	i) Penachos del esmalte.	17
	j) Unión amelodentinaria	17
	k) Procesos de odontoblastos y husos adamantinos.	18

2.5.	Dureza del esmalte.	18
2.6.	Espesor.	19
III	Dentina	
3.1.	Generalidades	21
3.2.	Propiedades físicas y químicas	21
3.3.	Estructura:	22
	a) Túbulos dentinarios	23
	b) Dentina peritubular	24
	c) Dentina intertubular	24
	d) Predentina	25
	e) Prolongaciones odontoblásticas	25
	f) Dentina primaria	25
	g) Dentina circumpulpar	26
	h) Dentina secundaria	26
	i) Dentina terciaria	26
	j) Líneas de incremento	26
	k) Dentina interglobular	27
	l) Capa granular	27
3.4.	Espesor	28
3.5.	Protección pulpar	30
3.6.	Acción de ácidos en dentina	31
IV	Principios biomecánicos.	
4.1.	Biselado adamantino.	33
4.2.	Retención mecánica.	36
4.3.	Mecanismos de unión.	37

V	Técnica de grabado	40
VI	Desmineralización del esmalte	42
VII	Características de ácidos grabadores (Maleico 10% y Fosfórico 37%)	49
	7.1. Presentación	49
	7.2. Composición	51
VIII	Pruebas de retención creadas en la superficie del esmalte utilizando diferentes productos comerciales.	52
	- Sellador Scotch Bond Multipurpose 3M	52
	- Resina Silux-Plus	54
	- Resina Z 100	56
	CONCLUSIONES	57
	BIBLIOGRAFIA	58

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo en Odontología, se han utilizado materiales que se encuentran sujetos a variaciones dimensionales, por lo cual no podríamos asegurar un correcto sellado del esmalte.

La búsqueda iniciada hace más de 30 años, hoy en día se continúa y ofrece progresos no tan solo en materiales adhesivos, sino en todo el campo de la Odontología. Los trabajos iniciados por Bowen en 1962 sobre los materiales compuestos, no hubieran podido llevarse a cabo de no haber sido por un tratamiento previo al esmalte dentario, (Grabado ácido) que es necesario para la unión periférica.

Uno de los aspectos más importantes en la utilización de materiales adhesivos, es el correcto conocimiento y uso de las sustancias que nos proporcionan la retención mecánica creada en la superficie del esmalte, por la técnica de grabado ácido.

En el presente trabajo se han recopilado los datos obtenidos sobre retención mecánica creada principalmente por dos tipos de ácidos grabadores.

Ácido Fosfórico en concentración del 35 al 37%

Ácido Maleico en concentración al 10%

El objetivo de esta investigación, es conocer los dos ácidos que más se han utilizado en la práctica odontológica, además comparar la desmineralización creada en los tejidos duros del diente y tener conocimientos sobre como repercute esto en la retención que da cada uno de ellos.

Este estudio fué realizado para tratar de resolver las posibles dudas que pueden surgir al hacer uso de sustancias acondicionadoras del esmalte, resaltando la importancia en la repercusión biológica, así como de sus efectos a corto y largo plazo en los tejidos dentarios.

I. ANTECEDENTES

1.1. HISTORIA DEL GRABADO ACIDO

El empleo de un ácido como agente acondicionador de esmalte fue publicado por primera vez por Buonocuore en 1955 ⁽¹⁾. Publicó un artículo en el Journal Dental Research titulado "Un método simple para incrementar la adhesión de los materiales de obturación acrílicos a la superficie del esmalte".

En esta publicación daba a conocer sus descubrimientos: cuando el esmalte era tratado con un ácido y luego lavado con agua, se formaban microporosidades en la superficie del esmalte ⁽²⁾.

Buonocuore demostró que las resinas acrílicas autopolimerizables se unían a la superficie del esmalte tratada con ácido, por medio de un engranaje micromecánico resultante de la proyección de la resina en las porosidades del esmalte creadas por el tratamiento con el ácido ⁽²⁾.

El trabajo realizado por Michael Buonocuore consistió en aplicar una delgada capa de un material de restauración acrílico al esmalte vestibular grabado y logró, in vivo, una retención duradera. El primer uso clínico de la técnica tuvo lugar 5 años más tarde, cuando Laswell y colaboradores (1971) utilizaron, con el fin de acondicionar el esmalte, ácido fosfórico al 50% como ayuda para aumentar la retención de los acrílicos anteriores en la reparación de los ángulos incisales fracturados y otros tipos de restauraciones de clase IV.

Por lo general, este procedimiento era llevado a cabo junto con cierto desgaste del esmalte con piedras de diamante o fresas de carburo.

Más tarde Buonocuore y sus colaboradores usaron el grabado ácido en su trabajo sobre selladores de fisuras.

Posteriormente, varios grupos de investigadores presentaron informes sobre el uso de grabadores ácidos para acondicionar el esmalte y lograr la adhesión, por ejemplo, de brackets ortodónticos o de selladores de fosetas y fisuras ⁽¹⁾.

En el año de 1962 Ray Bowen desarrolló el sistema de Bis-GMA y las primeras resinas compuestas.

En los años 70's Buonocuore, informó por primera vez de una Bis-GMA activado por luz ultravioleta, uno de los primeros composites que utilizaban el grabado ácido para unir resinas compuestas al esmalte. Fue después de la aparición del Sistema Nuva, cuando la utilización del grabado ácido para la unión del composite al esmalte comenzó a ganar adeptos ⁽²⁾.

En 1972 Robb extendió el concepto de Laswell y colaboradores sobre una restauración de ángulos fracturados empleando una resina compuesta en lugar de acrílico y evitando el tallado del esmalte. En este mismo año apareció un producto comercial para la limpieza de las preparaciones cavitarias sobre la base de una solución de ácido cítrico al 50%.

En 1973 dicho autor ha publicado un trabajo sobre el uso de la técnica del grabado ácido con los casos seleccionados de erosión idiopática y consecuentemente para el tratamiento de las lesiones producidas por la descalcificación bajo las bandas de ortodoncia ⁽¹⁾.

Al año siguiente en 1973, describió la utilización de la técnica en relación con prótesis unidas por medio de adhesivos realizadas en una sola cita.

En este mismo año, se ofreció por primera vez, soluciones ácidas con los selladores de fisuras comerciales de la L.D. Caulk y la Lee Pharmaceuticals ⁽²⁾.

Con posterioridad se han demostrado en múltiples estudios que con la técnica de grabado ácido, se consigue una mejor unión y sellado entre el composite y el esmalte, independientemente del diseño de la preparación

1.2 GRABADO ÁCIDO

El grabado ácido es uno de los medios más eficientes para mejorar el sellado marginal y la unión mecánica de la resina a la estructura del esmalte.

El grabado o acondicionamiento adamantino tiene por finalidad crear una superficie limpia y alta de energía superficial, con microporosidades que se pueden obtener por distintos tipos de agentes químicos como son Quelantes, Enzimas y principalmente con Ácidos ⁽³⁾

Por el momento, los mejores resultados se obtuvieron mediante el tratamiento con ácidos y dentro de los más utilizados es la solución de ácido fosfórico en concentraciones que varían del 30 al 50%, es el que permite lograr mejores patrones de desmineralización ^(5, 6, 7).

El tratamiento con ácido al crear microporosidades aumenta la retención del material y evita la filtración marginal aumentando la hermeticidad de la restauración ⁽⁴⁾. Aunque también se han utilizado diferentes tipos de ácidos grabadores en diversas concentraciones como son: ácido etilen diamino tetra acético, ácido cítrico, ácido fórmico, y ácido maleico.

Cuando el esmalte es tratado con ácidos, se produce además de la desmineralización, una pérdida de sustancia superficial, irreversible e irreparable, ya que por las características propias de este tejido (acelular, avascular y aneural) no presenta una absoluta remineralización, este fenómeno que ocurre a nivel submicroscópico y que se mide en nanómetros

y no fenómenos de reconstitución que deben producirse a nivel microscópico, medibles en micrómetros.

La pérdida de sustancia irreversible que ocurre normalmente depende de las concentraciones del ácido utilizado y del tiempo de grabado, pero el operador debe conocer que la pérdida de la sustancia en el esmalte ocasionada por el ácido varía de 5 a 30 micrómetros en superficie y que este esmalte perdido es irrecuperable, el esmalte desmineralizado alcanza una profundidad de 15 a 30 micrómetros.

Los ácidos en concentraciones adecuadas producen una descalcificación selectiva, no así los ácidos en concentraciones altas. Los ácidos en concentraciones débiles reaccionan despacio en el esmalte por tanto es necesario aumentar el tiempo de grabado.

Lo anterior nos indica que únicamente deberá grabarse las zonas o áreas que van a ser cubiertas posteriormente con las resinas compuestas. También es importante hacer mención de algo muy común, en lo que debemos tener especial cuidado, nunca se debe tocar con el ácido, la cara adyacente del diente vecino, ya que esta es una iatrogenia que resulta irreparable.

La protección del diente contiguo, es indispensable cuando se efectúan las técnicas de acondicionamiento adamantino. Se puede realizar mediante bandas autoadheribles de acetato de celulosa.

El acondicionamiento adamantino correctamente aplicado proporciona mayor adaptación de los sistemas resinosos compuestos a las paredes cavitarias, disminuye la filtración marginal, la pigmentación periférica y

otorga retención micromecánica a través de los agentes de unión, eliminando la retención por socavado de las preparaciones cavitarias⁽³⁾

En algunas ocasiones la profundidad de la cavidad, abarca dentina.

Se sabe que debemos evitar que el ácido tome contacto con las paredes dentinarias desprotegidas, o con base de hidróxido fraguable, ya que dicho material es alcalino y este es atacado por el ácido. Si esto sucede necesaria y forzosamente debemos sustituirlo por una nueva preparación (Figura 1).

Actualmente eliminamos este inconveniente, ya que han aparecido bases de hidróxido de calcio acidorresistente, que no resulta afectado y es muy efectivo para contrarrestar los efectos del ácido.

Inicialmente Buonocuore utilizó ácido fosfórico en concentraciones de 85% para la técnica de grabado del esmalte, posteriormente Silverstone comprobó como las altas concentraciones de ácido, están en relación inversa a la formación de microporos. A esta misma conclusión habían llegado Gwinnett y Buonocuore en 1965.

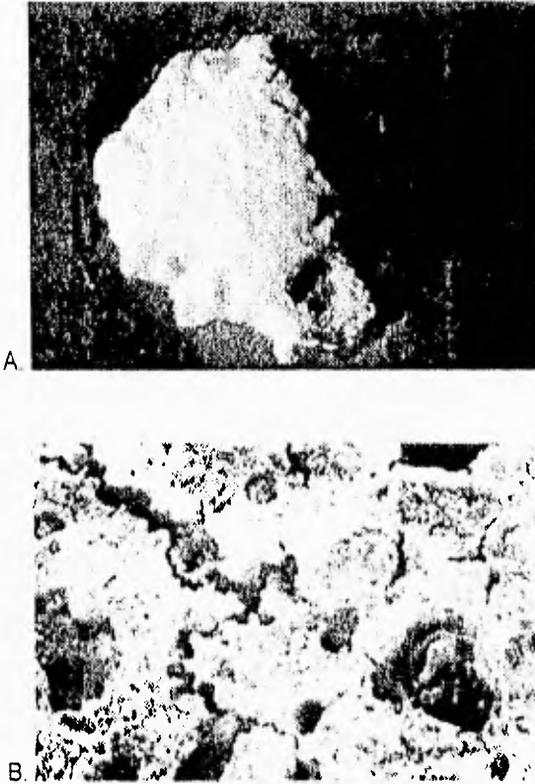


Figura 1. Acción de los ácidos grabadores sobre materiales de obturación. A) efecto del ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos a una pastilla de Dycal; B) Microfotografía en MEB de la desintegración de la capa de Dycal (x 320).

II. ESMALTE

2.1. GENERALIDADES

El esmalte está constituido por una fase mineral (96% que corresponde al peso), una matriz orgánica (1% valorado aproximadamente), y una fase complementaria acuosa que permite efectuar los intercambios

La fase Mineral esta formada por en un 98% por hidroxihapatita, que presenta un aspecto de agujas pequeñas y cuyas sección transversal es hexagonal.

Estos cristales se agrupan en estructuras prismáticas. Un prisma contiene aproximadamente 150 cristales en sección transversal y su diámetro es superior a 6 μm . Cada prisma esta limitado por una funda de interfase no mineralizada, y atraviesa casi la totalidad del esmalte

El esmalte es aprismático en la unión amelodentinaria y en la superficie del diente en un espesor de 20 a 80 μm .

La matriz orgánica es polimorfa, amorfa y degradable por los ácidos⁽¹²⁾.

2.2. PROPIEDADES FÍSICAS

El esmalte forma una cubierta protectora de grosor variable sobre la superficie completa de la corona. En las cúspides de los molares y premolares humanos, el esmalte alcanza un espesor máximo de 2 a 2.5 mm y se adelgaza a nivel del cuello.

Debido a su elevado contenido de sales minerales y su organización cristalina, el esmalte es el tejido calcificado de mayor dureza en el cuerpo humano. La función del esmalte, es formar una cubierta resistente en los dientes, adaptándolas de manera conveniente para la masticación

La estructura y la dureza del esmalte, lo tornan quebradizo, lo cual se advierte sobre todo cuando el esmalte, pierde su base de dentina sana.

Otra propiedad del esmalte es su permeabilidad. Se ha visto por medio de marcadores radioactivos, que el esmalte puede actuar en cierto sentido, como una membrana semipermeable, lo cual permite el paso total o parcial de ciertas moléculas, lo mismo se ha demostrado con colorantes.

El color de la corona cubierta de esmalte podría estar determinado por diferencias de translucidez del esmalte, aunque también esta determinado por el color de la dentina.

La transparencia podría atribuirse a variaciones del grado de calcificación y homogeneidad del esmalte.

A menudo los dientes grisáceos, muestran un color ligeramente amarillento en las áreas cervicales, se cree que esto es debido a que la delgadez del esmalte, permite que la luz llegue a la dentina amarilla subyacente, y sea reflejada.

Las áreas incisales pueden tener una tonalidad azulada, donde el delgado borde consiste solamente en una doble capa de esmalte⁽¹³⁾

2.3. PROPIEDADES QUÍMICAS

Como ya se ha mencionado, el esmalte esta formado principalmente por materia inorgánica (96%) y una pequeña cantidad de sustancia orgánica y agua (4%).

El material inorgánico del esmalte es similar a la apatita.

El espacio relativo ocupado por el esqueleto orgánico y todo el esmalte es casi igual.

La naturaleza de los elementos orgánicos del esmalte es parcialmente comprendida. Durante el desarrollo, las reacciones histológicas de coloración de la matriz del esmalte, se asemejan a la epidermis de queratinización. Otros métodos más específicos han revelado la presencia de queratina.

No obstante, los análisis químicos de la matriz del esmalte maduro indican que la composición posee también colágena ⁽¹³⁾.

2.4. ESTRUCTURA

a) Prismas

El esmalte está formado por las varillas o prismas del esmalte, las vainas de los prismas y en algunas regiones una sustancia llamada cemento interprismático. Se ha determinado que el número de prismas de esmalte va desde 5 millones en los incisivos inferiores laterales hasta los 12 millones en los primeros molares superiores.

A partir de la unión amelodentinaria, los prismas siguen un curso relativamente sinuoso hacia la superficie del diente.

La longitud de la mayoría de los prismas es mayor que la del espesor del esmalte, debido a la orientación oblicua y la trayectoria ondulada de los prismas.

Los prismas situados en las cúspides, las partes más gruesas del esmalte, son más largos que los de las áreas cervicales de los dientes. Se afirma en general que con lo observado al microscopio es de $4\mu\text{m}$ aproximadamente.

Normalmente los prismas del esmalte, tienen una apariencia cristalina. lo cual permite que la luz pase a través de ellos, a microscopía óptica tienen un aspecto hexagonal. Aunque en ocasiones aparecen redondos o aplanados ⁽¹⁵⁾.

b) Estrías

Cada prisma de esmalte está compuesto por segmentos separados por líneas oscuras que le dan un aspecto estriado.

Estas estrías transversales marcan los segmentos y resultan más visibles por acción de ácidos suaves. Las estrías son más pronunciadas en el esmalte que está insuficientemente calcificado. Los prismas del esmalte están segmentados porque la matriz del esmalte se forma de manera rítmica⁽¹⁵⁾.

c) Dirección de los prismas

En general los prismas están orientados en ángulo recto hacia la superficie de la dentina. En las partes cervical y central de la corona de un diente decíduo son aproximadamente horizontales.

Cerca del borde incisal o en la punta de las cúspides cambian gradualmente hacia una dirección cada vez más oblicua hasta que en la región del borde o punta de las cúspides son casi verticales.

La disposición de los prismas del esmalte en los dientes permanentes es similar en los dos tercios oclusales de la corona.

Pero, en la región cervical, los prismas se desvían de la horizontal a una dirección apical.

Rara vez o nunca, los prismas son rectos, siguen una trayectoria ondulada desde la dentina hasta la superficie del esmalte

La dirección de los prismas en la región de las cúspides o de los bordes incisales, cerca de la dentina, observándolos en un plano oblicuo, se torna más complicada: los fascículos de los prismas parecen no entrelazarse de manera irregular. Este aspecto óptico del esmalte se denomina "esmalte nudoso".

Los prismas del esmalte que forman las fisuras y fositas del desarrollo, como ocurre en la superficie oclusal de premolares y molares, convergen en su trayectoria externa.

d) **Bandas de Hunter-Schreger**

El cambio más o menos regular en la dirección de los prismas del esmalte puede considerarse una adaptación funcional, que reduce el riesgo de segmentación en dirección axial por influencia de las fuerzas masticatorias oclusales.

El cambio en la dirección de los prismas del esmalte ocasiona la aparición de las bandas de Hunter-Schreger. Estas son bandas oscuras y claras alternadas de anchos variados.

Se originan en el borde amelodentinario y se dirigen hacia afuera, terminando a cierta distancia de la superficie externa del esmalte.

Nuevas pruebas demuestran que estas estructuras podrían no ser únicamente consecuencia de un fenómeno óptico, sino que están compuestas por zonas alternadas que tienen una permeabilidad ligeramente diferente y de diferente contenido de material orgánico⁽¹³⁾.

e) Estructuras Superficiales

Una capa menos estructurada de esmalte de aproximadamente 30µm de espesor se ha observado en el 70% de dientes permanentes.

Este esmalte se encuentra frecuentemente hacia las áreas cervicales de la superficie del esmalte. En esta capa no se observan prismas de esmalte ni sus contornos, y todos los cristales de apatita son paralelos entre sí y perpendiculares a las estrías de Retzius.

Es algo más mineralizada que el resto del esmalte que se encuentra debajo de ella.

Se han observado otros detalles en dientes recién erupcionados como son: periquimatas, extremos de los prismas y fisuras (laminillas).

Las periquimatas son rodetes transversales, ondulados que se cree que son la manifestación externa de las estrías de Retzius, son paralelos entre sí y con respecto a la unión cemento adamantina

Los extremos de los prismas de esmalte son cóncavos y de profundidad y forma variables.

Son menos profundos en las regiones cervicales de las superficies y más profundos cerca de los bordes incisal y oclusal.

El esmalte de los dientes deciduos se desarrolla en parte antes, y en parte después del nacimiento, el límite está marcado por una línea incrementada de Retzius. Llamada línea neonatal o anillo neonatal.

Al parecer es el resultado de un brusco cambio del ambiente y nutrición del recién nacido.

Generalmente el esmalte prenatal está mejor desarrollado que el posnatal ⁽¹³⁾.

f) Líneas incrementales de Retzius.

Las líneas incrementales de Retzius aparecen en forma de bandas parduscas.

Demuestran la forma de como se desarrolla el esmalte, esto es, la sucesiva aposición de capas de tejido durante la formación de la corona. En cortes longitudinales rodean la punta de la dentina. En las porciones cervicales de la corona tiene un recorrido oblicuo. Desde la unión amelodentinaria hacia la superficie, se desvían en sentido oclusal.

En cortes transversales de un diente, las líneas incrementales de Retzius, se ven como círculos concéntricos.

El término "líneas incrementales" es apropiado para designar estas estructuras, ya que las mismas reflejan de hecho, variaciones en estructuras y mineralización, que se producen durante el crecimiento del esmalte.

Se han atribuido la formación de estas líneas incrementales a la curvatura periódica de los prismas de esmalte, a variaciones de estructuras orgánicas básicas o un ritmo fisiológico de calcificación.

Las líneas se presentan en intensidad moderada, se consideran normales.

Cuando una alteración en la formación rítmica del esmalte se presenta, puede deberse a cambios metabólicos.

Esto podemos observarlo al ver más prominentes las líneas incrementales ⁽¹³⁾.

g) Cutícula del esmalte

Es una delicada membrana denominada cutícula primaria del esmalte o membrana de Nasmyth, cubre toda la superficie de la corona del diente recién erupcionado, pero probablemente pronto se pierde durante la masticación.

A microscopía electrónica se observa que esta membrana es una lamina basal típica que se encuentra por debajo de la mayoría de los epitelios

Aparentemente esta cutícula es secretada después de que el órgano epitelial del esmalte se retrae en la región cervical durante el desarrollo del diente.

El esmalte erupcionado, esta cubierto normalmente por una película que parece ser un precipitado de proteínas salivales. Esta película vuelve a formarse a pocas horas de haber limpiado mecánicamente la superficie del esmalte.

Uno o dos días después de haberse formado la película, es colonizada por microorganismos para formar la placa bacteriana ⁽¹³⁾.

h) Laminillas del esmalte

Son estructuras delgadas parecidas a hojas que se extienden desde la superficie del esmalte, hacia la unión amelodentinaria.

Pueden extenderse hasta la dentina y, a veces penetrar en ella. Están compuestas de material orgánico, pero con poco contenido mineral.

Es posible diferenciar 3 tipos de laminillas:

- A) Laminillas formadas por segmentos de prisma poco calcificado.
- B) Laminillas formadas por células degeneradas.
- C) Laminillas originadas en dientes erupcionados.

Las laminillas tipo A están circunscritas al esmalte. Los tipos B y C pueden llegar hasta la dentina.

Las laminillas se extienden en dirección longitudinal y radial del diente, desde la cúspide de la corona hasta la región cervical. Por este motivo se puede observar mejor en cortes horizontales.

Se han sugerido que las laminillas de esmalte podrían ser el sitio menos resistente de un diente y constituir la vía de entrada de las bacterias que ocasionan la caries ⁽¹³⁾.

i) Penachos del esmalte

Se originan en la unión amelodentinaria y recorren el esmalte desde un quinto a una tercera parte de su espesor. Un penacho de esmalte no nace en un área única pequeña, pero es una estructura angosta y acintada, el extremo interno del cual surge la dentina.

Los penachos están constituidos por prismas de esmalte hipocalcificados y sustancia interprismática. Al igual que las laminillas, se extiende en sentido del eje longitudinal de la corona. Por esta razón se observan abundantemente en cortes horizontales.

Su presencia y desarrollo son consecuencia de condiciones de espacio en el esmalte, o una adaptación a ellos ⁽¹⁵⁾.

j) Unión amelodentinaria

La superficie de la dentina en la unión amelodentinaria está "picada".

Dentro de las depresiones poco profundas de la dentina se ajusta rodeando las prolongaciones del esmalte. Esto nos explica que en los cortes aparece la unión amelodentinaria no como una línea recta, sino festoneada. Las convexidades de las ondas están dirigidas hacia la dentina. La unión amelodentinaria festoneada está formada aún antes del desarrollo de los tejidos duros y es evidente en la organización de los ameloblastomas y la membrana basal de la papila dentaria.

En microradiografías de cortes por desgaste pueden demostrarse a veces en la unión amelodentinaria una zona hipermineralizada de 30 μm de espesor, aproximadamente ⁽¹⁵⁾.

k) Procesos de los odontoblastos y huso adamantinos

A veces las prolongaciones de los odontoblastos, pasan a través del límite amelodentinario del esmalte dado que muchos de ellos están engrosados en sus extremos. Se les denomina "husos adamantinos". parecen originarse en los procesos de los odontoblastos que se han extendido hasta el epitelio del esmalte antes de que las sustancias duras fueran formadas. La dirección de los procesos de los odontoblastos y de los husos en el esmalte corresponden a la dirección original de los ameloblastos: en ángulos rectos hacia la superficie de la dentina. Dado que los prismas del esmalte se forman en ángulo con el eje de los ameloblastos, la dirección de los husos y los prismas es divergente.

En cortes por desgaste de dientes secos, el contenido orgánico de los husos se desintegra y es reemplazada por aire ⁽¹⁵⁾.

2.5. DUREZA DEL ESMALTE

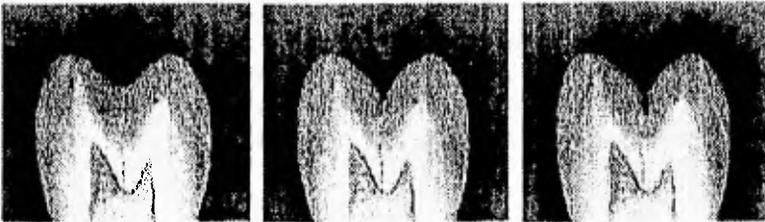
Es la resultante de su elevado porcentaje de sales de calcio que alcanza al 87%, quedando un 3% de material orgánico. Estas cifras son variables, pues según R. Enausquin, la sustancia orgánica disminuye con la edad, como consecuencia del proceso de maduración, su extremada calcificación lo hace frágil, por lo que necesita siempre resistir las presiones de la masticación.

Esta característica es importante en Operatoria Dental, pues explica la necesidad de no dejar esmalte sin la debida protección de dentina, durante la preparación de cavidades ⁽¹²⁾.

2.6. ESPESOR.

Varía según las partes del diente que se considere, no pudiéndose establecer reglas fijas para todas las piezas dentarias. El máximo se encuentra a nivel de las cúspides de molares y premolares y del borde incisivo de los dientes anteriores, siendo mínimo a la altura del cuello y de los surcos.

En los surcos normales la unión de los lóbulos de desarrollo forman una suave depresión, sin solución de continuidad. En los surcos profundos el espesor del esmalte es reducido, formando una hendidura que favorece la retención de alimentos y la localización de caries. En cambio en los surcos fisurados el esmalte presenta una falta de unión, dejando en su fondo la dentina sin protección (Figura 2).



Surco Normal

Surco profundo

Surco fisurado

Figura 2. Profundidad de los surcos

Dimensiones tomadas de mediciones realizadas en piezas pertenecientes al museo de Anatomía de Buenos Aires (Figura 3):

Incisivos: En el borde incisal de 0.8 a 2.3 mm. En el tercio medio de la cara proximal de 0.6 a 1 mm.

Caninos: En el borde incisal de 1 a 2.8 mm A la altura de la cúspide distal de 1.5 a 2 mm. En el tercio medio de la cara lingual de 0.5 a 1.4 mm

Premolares. En las cúspides de 1.7 a 2.8 mm; En el surco de la cara oclusal de 0.8 a 1.4 mm y en el tercio medio de la cara proximal de 1.0 a 1.8 mm ⁽¹²⁾

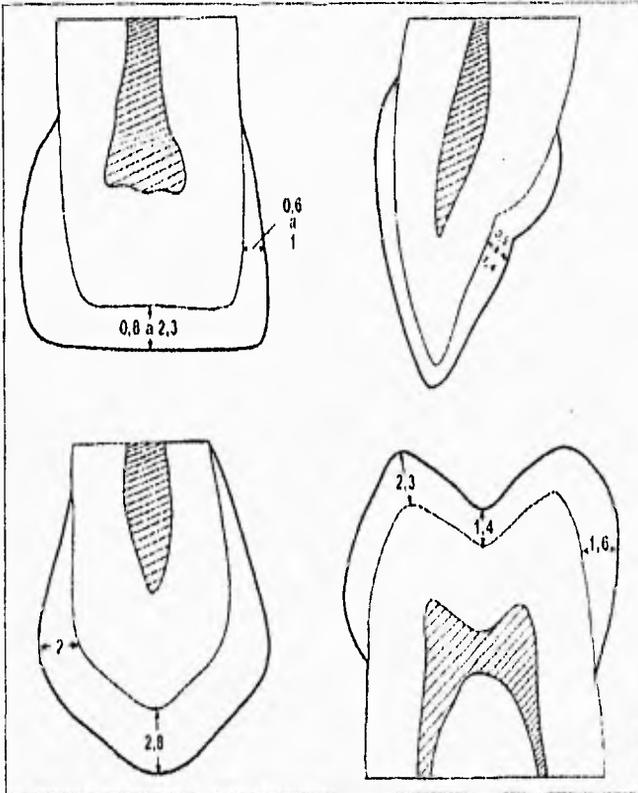


Figura 3. Espesor del esmalte

III. DENTINA

3.1. GENERALIDADES

La dentina provee el mayor volumen y la forma general del diente y se caracteriza como un tejido duro con conductos y atraviesa su espesor. Desde que se comienza a formar ligeramente antes que el esmalte, la dentina determina la forma de la corona, cúspides y raíces.

Como un tejido vivo, contiene dentro de sus túbulos las prolongaciones de las células especializadas, los odontoblastos. Aunque los cuerpos celulares del odontoblasto se organizan en la superficie pulpar de la dentina, las células son morfológicamente células de la dentina, porque los odontoblastos producen la dentina así como las prolongaciones que existen dentro de ellos.

Física y químicamente la dentina se asemeja mucho al hueso, solo que algunos osteoblastos existen en la superficie del hueso y cuando una de estas células se incluyen en su matriz, se conoce como osteocito. Los cuerpos celulares de los odontoblastos permanecen externa a la dentina, pero sus prolongaciones están dentro de los túbulos, en la dentina ⁽¹²⁾.

3.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

La dentina es de color amarillo claro en dientes jóvenes y se va obscureciendo con la edad. La dentina es viscosa y elástica y sujeta a deformaciones ligeras. La dentina es ligeramente más dura en su parte central cerca de la pulpa o en su periferia.

El bajo contenido de sales de la dentina la hacen más radiolúcida que el esmalte.

La dentina está formada por 35% de materia orgánica y agua, y 65% de material inorgánico.

La sustancia orgánica está constituida por fibrillas de colágenas y una sustancia fundamental de mucopolisacáridos (proteoglicanos y glucosaminoglucanos).

El componente inorgánico, según se ha demostrado está compuesto por hidroxiapatita, al igual que en el esmalte, cemento y hueso. Cada cristal de hidroxiapatita está compuesto de varios miles de unidades celulares

Los cristales de hidroxiapatita tienen forma de fosfato, carbonato y sulfatos.

En el proceso de descalcificación se conservan los componentes orgánicos y se mantiene la forma de la dentina ⁽¹²⁾.

3.3. ESTRUCTURA

La matriz dentinaria de fibras de colágena está dispuesta en una red no organizada.

A medida que la dentina se calcifica, los cristales de hidroxiapatita enmascaran a las fibras de colágena individuales. Las fibras de colágena son visibles solo en microscopía electrónica, los cuerpos de los odontoblastos están dispuestos en una capa próximos a la superficie pulpar de la dentina, y únicamente sus prolongaciones citoplasmáticas están incluidas en los

túbulos de la matriz mineralizada. cada célula da origen a un proceso, que atraviesa la predentina y la dentina calcificada dentro de un túbulo y termina en una cadena ramificada en la unión con el esmalte o el cemento ⁽¹³⁾.

a) Túbulos dentinarios

La trayectoria de los túbulos dentinarios sigue una curvatura moderada en la corona menor en la raíz, donde asemeja una ligera forma de "S". Los túbulos terminan perpendiculares a las uniones amelodentinarias y cementodentinarias.

Cerca del ápice y a lo largo de los bordes incisales y cúspides los túbulos son casi rectos.

Los túbulos están mucho más separados en las capas periféricas y son más compactos cerca de la pulpa. Además son más anchos cerca de la cavidad pulpar (3 a 4 μm) y más pequeños en sus extremos externos (1 μm).

Cerca de la superficie pulpar de la dentina, el número de túbulos por milímetro cuadrado varía entre 50.000 y 90.000

Los túbulos dentinarios tienen ramificaciones laterales a lo largo de la dentina, conocidos como canaliculos o microtúbulos. Algunos túbulos dentinarios se extienden hasta el esmalte, esto se conoce como "huso adamantino" ⁽¹³⁾.

b) Dentina Peritubular.

La dentina que inmediatamente rodea los túbulos dentinarios se conoce con este nombre. Esta dentina forma las paredes de los túbulos en su totalidad, menos en la dentina cercana a la pulpa.

La matriz orgánica y el contenido mineral se pierde durante la descalcificación.

En microscopía de luz, el diámetro tubular aparecerá similar en la dentina externa e interna por la pérdida de la dentina peritubular. Esto tiene importancia clínica, ya que el grabado del piso de la cavidad abrirá los túbulos. A esta dentina se le describe como una delgada membrana orgánica con alto contenido en glucosaminoglucanos ^(1,3).

c) Dentina Intertubular.

Se encuentra entre las zonas de la dentina peritubular; aún cuando es muy mineralizada, esta matriz se retiene aún después de la descalcificación, aunque de una forma submineralizada.

Alrededor de la mitad de su volumen es matriz orgánica. Específicamente las fibras de colágena orientadas al azar alrededor de los túbulos dentinarios.

Cristales de hidroxiapatita, cuya longitud promedio es de 0.1 μm , se forman a lo largo de las fibra con sus ejes longitudinales paralelos a las fibras de colágena ^(1,3).

d) Pre dentina.

Se localiza adyacente al tejido de la pulpa y el ancho lo proporciona la extensión de la actividad del odontoblasto. Esta es la dentina que se forma primero y no se encuentra mineralizada.

Conforme se mineralizan las fibras de colágena, en la unión pre dentinaria, esta se convierte en dentina y una nueva capa de pre dentina se forma alrededor de la pulpa ⁽¹⁵⁾.

e) Prolongaciones Odontoblásticas.

Son las extensiones citoplasmáticas de los odontoblastos. Las células odontoblásticas residen en la pulpa periférica en el límite pulpo-dentina y sus prolongaciones se extienden hacia los túbulos dentinarios.

Algunas prolongaciones odontoblásticas si atraviesan el grosor de la dentina ⁽¹⁵⁾.

f) Dentina Primaria.

Dentina del manto: es el nombre que se le da a la dentina que se forma primero en la corona que yace bajo la unión amelodentinaria

Es la parte más extensa o más periférica de la dentina primaria. Está limitada por la unión amelodentinaria y por la zona de dentina interglobular.

La matriz orgánica está formada por fibrillas de colágena más largas que las que se encuentran en el resto de la dentina primaria ⁽¹⁵⁾.

g) Dentina Circumpulpar.

Es la que representa toda la dentina formada antes de que se complete la raíz ⁽¹³⁾.

h) Dentina Secundaria.

Es una banda de dentina estrecha, limitando la pulpa y representa la dentina que se forma después de complementada la raíz. Esta dentina contiene menos túbulos que la dentina primaria.

Esta dentina no se forma uniformemente y se encuentra en mayor cantidad en el techo y piso de la cámara pulpar ⁽¹³⁾.

i) Dentina Terciaria.

Es la llamada dentina de reparación, de respuesta o de reacción se forma como respuesta a traumas como son caries o en procedimientos restaurativos ⁽¹⁵⁾.

j) Líneas de Incremento.

Llamada "Líneas de Incremento de Von Ebner" o "líneas de imbricación", aparecen como líneas finas o estrías en la dentina que corren en ángulos rectos hacia los túbulos dentinarios. Estas líneas reflejan el depósito recurrente y rítmico de la matriz de la dentina.

Las líneas que se muestran fácilmente en cortes por desgaste, son conocidas como "Líneas de Contorno de Owen" ⁽¹⁵⁾.

k) Capa Interglobular.

Algunas veces la mineralización de la dentina comienza en pequeñas áreas globulares que fracasan en unirse en una masa homogénea. Esto resulta en zonas de hipomineralización entre los glóbulos. Esta dentina se forma debajo del manto.

No se cree que estén presentes espacios en la dentina interglobular, solamente áreas hipomineralizadas ⁽¹⁵⁾.

l) Capa Granular.

Se conoce como capa granular de Tomes. Esta zona aumenta un poco en cantidad de la unión cemento adamantina al ápice de la raíz y se cree que sea causado por la unión y curvatura de las porciones terminales de los túbulos dentinarios.

Se considera esto posible como resultado de una curvatura sobre sí mismos de los odontoblastos durante la formación temprana de la dentina.

La causa por la cual se desarrolla esta zona es probablemente similar a la ramificación y bicelación de los túbulos en la zona de unión amelodentinaria ⁽¹⁵⁾.

3.4. ESPESOR.

Varía según la edad y el lugar del diente que se considere. La pulpa, cuya misión en la época embrionaria es casi exclusivamente dentinógena, continua formando dentina después de terminado la erupción del diente. Por ello, el espesor de la dentina no es constante en un mismo diente.

Según las mediciones del Museo de odontología de Buenos Aires (Firura 4):

Incisivos: Desde la cámara pulpar al límite amelodentinario en el tercio medio del borde incisal de 3.7 a 4.5 mm. A la altura del cuello del 0.6 a 2.5 mm.

Caninos: Desde la cámara pulpar al límite amelodentinario, en la parte media del borde canino de 3.2 a 4.5 mm; a nivel de cuello de 1.3 a 2.3 mm; y en el tercio medio de la cara lingual de 0.9 a 2.2 mm.

Premolares: Desde el tercio pulpar al límite amelodentinario, a la altura de la cúspide de 3.2 a 4.1 mm. desde el límite amelodentinario a nivel del surco hasta la cámara pulpar de 2.5 a 3.4 mm; y en el cuello de 1.8 a 2.5 mm. ⁽¹²⁾

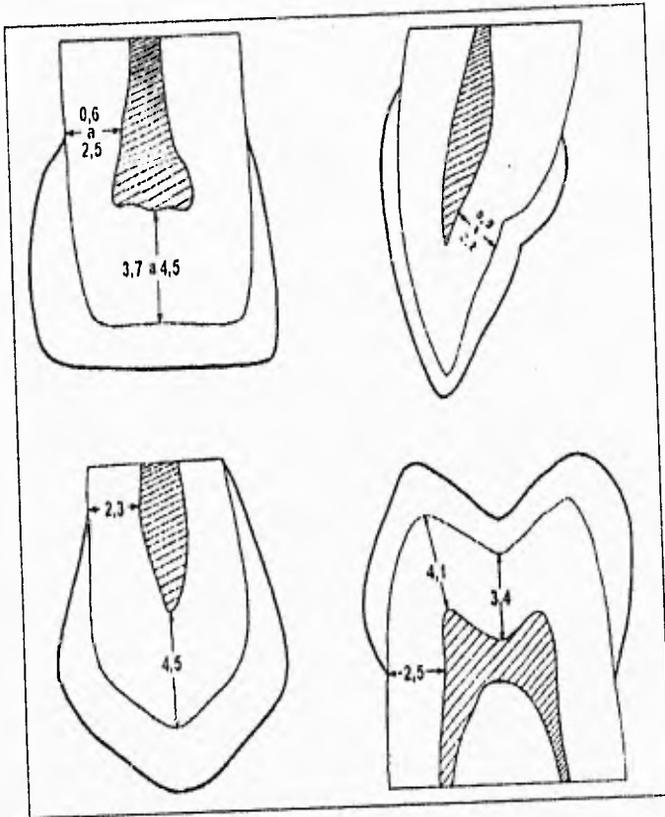


Figura 4. Espesor de la dentina

3.5. PROTECCIÓN PULPAR.

La protección de la pulpa durante la preparación cavitaria y contra los materiales irritativos es una preocupación esencial para mantener la vitalidad dentaria.

Además, la base protegerá a la pulpa contra la aplicación inadvertida del ácido grabador en la dentina durante el grabado, así como contra la posible irritación de las resinas compuestas.

En la mayoría de las preparaciones cavitarias de profundidad normal o mayor, se recomienda una base o recubrimiento apropiado.

Esta protección se hace cada vez más importante al reducirse el espesor de la dentina entre la cavidad y la pulpa, especialmente en pacientes jóvenes cuyos túbulos dentinarios están más abiertos. Así mismo en pacientes con dentina hipersensible en el preoperatorio, es muy importante esta capa protectora para reducir la sensibilidad postoperatoria.

Parece mejor aplicar por rutina un recubrimiento de hidróxido de calcio en cavidades superficiales y colocar una base en cavidades profundas.

Los diversos materiales usados como protectores pulpares han sido analizados y se ha observado que con la acción de los ácidos presentan reacciones imprevisibles, algunos se degradan, otros generan interfaces filtrantes a través de las cuales el ácido por capilaridad, puede llegar fácilmente a dentina, siendo muy controvertido el análisis y la recomendación del protector pulpar adecuado para esta técnica ^(16, 17, 18)

En diversos estudios realizados han demostrado que algunos materiales utilizados en recubrimientos, son resistentes a la acción del ácido, aunque muestran una degradación superficial parcial.

Lo más recomendable es utilizar protectores pulpares ácido resistentes.

3.6. ACCIÓN DE ÁCIDOS EN DENTINA.

Ya se ha mencionado la acción destructiva de los ácidos grabadores sobre los protectores dentino-pulpares y el poder de penetración del ácido.

Esto ha motivado diversos estudios los cuales arrojan los siguientes resultados.

Las muestras que recibieron grabado de dentina vital con ácidos líquidos presentaron una marcada desmineralización de la zona peritubular de los conductillos dentinarios que ampliaron su luz hacia la pared pulpar con una profundidad de desmineralización del ± 180 micrómetros en premolares de adultos, y alcanzaron ± 250 micrómetros en dientes permanentes jóvenes.

En cambio, muestras tratadas con ácidos presentadas en forma de gel, algunas mostraron eliminación de la capa residual, sin ampliación de los túbulos dentinarios y además de ligera desmineralización dentinaria.

De acuerdo a esto, podemos concluir que debido a la baja tensión superficial, puede penetrar a través de los poros o grietas de un protector dentino-pulpar degradable o a través de la interfase de un protector ácido-

resistente, causando por su filtración desmineralización profunda en el tejido dentinario, lo cual puede ocasionar daño pulpar.

Por lo tanto no es recomendable utilizar ácidos en forma líquida en dientes vitales.

IV. PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS.

4.1. BISELADO ADAMANTINO.

El esmalte que rodea la cavidad debe biselarse antes de recibir el procedimiento de grabado ácido y producir una unión mecánica para poder retener a la resina, con esto logramos aumentar la adaptación a la paredes cavitarias.

El bisel consiste en la realización de un plano oblicuo respecto de una superficie. Este transporta los límites cavitarios a zonas que se encuentran fuera de los márgenes de la enfermedad.

El bisel puede estar conformado por superficies planas cóncavas, convexas o las combinaciones de todas ellas.

Es el bisel cóncavo el que proporciona una terminación superficial ideal y una mayor adaptación en el cavo periférico de los sistemas resinosos compuestos

Para poder realizar un bisel es necesario tener en cuenta:

- A) Anatomía - morfología del diente para determinar si realizamos un bisel cóncavo.
- B) Acceso instrumental a la preparación cavitaria.
- C) Grado de destrucción de tejidos afectados, ya sea por enfermedad o fractura.

Para la realización de biseles planos, se puede utilizar piedras diamantadas troncocóncavas y para el bisel cóncavo, piedras de diamante biconvexas o de forma de flama (Figura 5).

La extensión sobre la superficie adamantina de un bisel plano, cóncavo, varía de acuerdo a la necesidad de retención micromecánica del material y de la precisión estética a efectuar en cada caso clínico.

Cuando las cavidades no están expuestas al ciclaje mecánico directo, no es imprescindible un gran aumento de la retención físico - mecánico superficial, un bisel con una angulación de 30 a 35 grados es suficiente para lograr una fijación del material.

Se puede aumentar la unión superficial del material de restauración, por lo que la angulación ideal será de 18 a 20 grados, por ejemplo en fracturas angulares.

Por lo cual podemos resumir que a medida que aumentamos el tamaño de la preparación cavitaria efectuada como tratamiento de caries o de fracturas, el bisel debe ser más amplio o cuando las exigencias estéticas o cosméticas así lo requieren .

Las angulaciones antes mencionadas, se miden en la proyección del material de restauración sobre el tejido adamantino.

El biselado deberá realizarse posterior a la fluorización logrando así que la zona preparada para el acondicionamiento adamantino, no esté contaminada con fluoruros que alterarían la retención micromecánica.

El biselado debe realizarse siempre, ya que por el contrario la polimerización de sistemas resinosos, fracturan o desprenden las varillas adamantinas del borde cavo-periferico y no se produzca adaptación a las

paredes cavitarias que produciría filtración marginal, pigmentaciones interfásicas y caries secundarias ⁽³⁾.

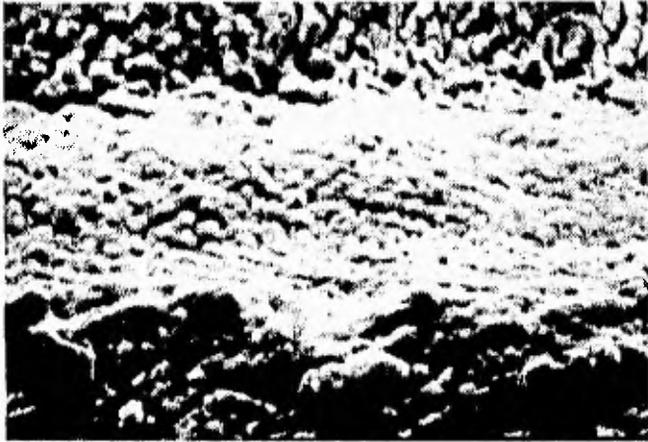


Figura 5. Terminación superficial de un bisel cóncavo, con áreas nitidas en su borde, esta delimitación permite una adaptación correcta a los sistemas resinosos (M.E.B. x 460)

4.2. RETENCIÓN MICROMECAVICA.

El resultado del grabado ácido es una superficie que tiene numerosas y diminutas irregularidades en el esmalte, que son las que proporcionan el área retentiva.

Si la resina entra en contacto íntimo y penetra en estas irregularidades, la retención del material casi siempre tendrá la fuerza necesaria para no requerir de ninguna otra preparación ⁽¹⁰⁾.

Los ácidos que se aplican, cambian la superficie del esmalte que presenta distintos grados de impurezas y es de baja energía superficial en un área limpia y de alta energía superficial, que permiten al tejido recibir un agente de unión.

Los microporos o microsurcos generados , pueden ser así mojados o penetrados por una resina de enlace (de diacrilato o dimetacrilatos de uretano) que quedará retenido físico-mecánicamente en el interior de los mismos ⁽³⁾. A este fenómeno se le denomina "retención" o "*Traba micromecánica*".

La unión micromecánica puede lograrse por efectos reológicos, esto se consigue cuando un material cambia de estado, así las resinas que se introducen en el esmalte en estado líquido al polimerizar y transformarse en sólidos resinosos, por la adaptación, efecto contráctil y de rozamiento sobre las paredes de los microporos.

4.3. MECANISMOS DE ACCIÓN

La superficie del sustrato debe ser humectable, limpia y de alta energía superficial.

La humectancia se refiere a la capacidad que tiene un adhesivo de cubrir un sustrato por completo, con la finalidad de obtener el máximo beneficio de las fuerzas de adhesión físico-mecánicas.

La humectación se mide por el ángulo de contacto que forma la sustancia adhesiva o de enlace sobre el sustrato.

Si el adhesivo presenta alta tensión superficial formará un ángulo de contacto igual o mayor a 90 grados, haciendo improbable que un material de estas características tenga la suficiente humectación como para penetrar por el grabado (Figura 6).

Si el ángulo de contacto es agudo, aumenta la fluidez y el grado de humectación del agente de enlace.

La humectación es óptima cuando el sustrato es limpio y con alta energía superficial ya que el adhesivo es de baja energía superficial y ambos son químicamente compatibles.

El grado de humectación depende de la viscosidad del adhesivo y esta relacionado directamente con la fluidez de los agentes que integran la fórmula de las resinas de diacrilato o dimetilacrilato de uretano ⁽¹⁾.

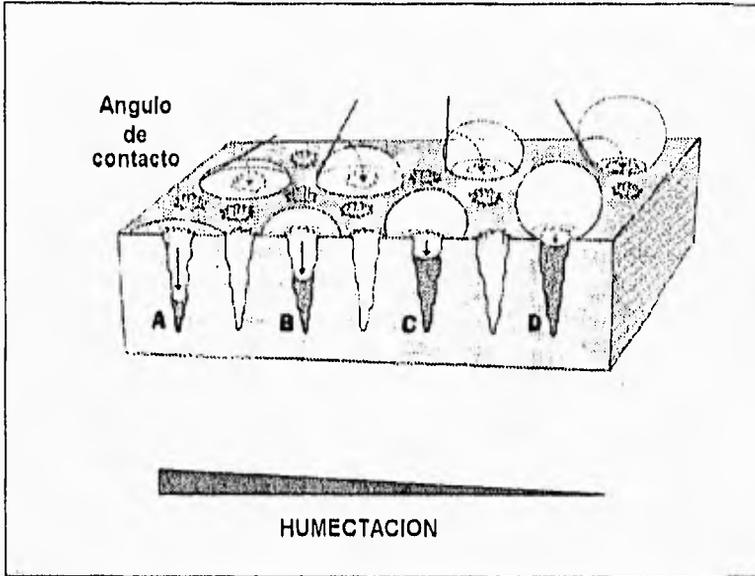


Figura 6. Interacción adhesivo-sustrato con diferentes ángulos de contacto acordes con las características de tratamiento de la superficie adamantina.

La compatibilidad se obtiene haciendo que las fuerzas intramoleculares entre adhesivo y sustrato sean menores que las fuerzas cohesivas entre las dos sustancias.

La resina de unión aplicada mediante cánulas o pinceles, debe cubrir toda la preparación cavitaria, debiendo el operador inyectar un chorro de aire o presión, con la finalidad de ayudar al agente de enlace a penetrar dentro de los microporos y obtener una capa delgada y homogénea, que se interrelacione con el tejido adamantinado, formando un solo cuerpo.

V. TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO

A) LIMPIEZA CON AGUA Y POLVO DE PIEDRA PÓMEZ

Debe procederse a la limpieza del diente antes de la colocación del dique de goma y de la elección del color. De este modo la selección será más apropiada y también el grabado ácido, pues se habrán eliminado los residuos y la película de la superficie. Deben evitarse las pastas de profilaxis que contienen glicerina o flúor, ya que actúan como barreras de las soluciones ácidas para el grabado.

B) PROTECCIÓN DEL DIENTE ADYACENTE.

Debe protegerse el diente vecino del contacto del ácido, con una matriz de celulolde. Así podemos prevenir una desmineralización innecesaria y, por otra parte, si no se protege al diente adyacente, podría ocurrir una unión inadvertida entre los dos dientes por el agente de unión.

C) TIEMPO DE GRABADO

El tiempo de grabado puede depender de la edad del diente. Los dientes permanentes recién erupcionados se graban mucho más rápido.

Por lo general basta con 15 a 20 segundos para obtener una superficie grabada.

Dependerá dado esta, del tipo y concentración del ácido utilizado.

D) TIEMPO DE LAVADO.

Por la desmineralización producida por los ácidos, se forman precipitados solubles e insolubles que deberán ser eliminados mediante el lavado.

Este procedimiento deberá realizarse con técnica adecuadas y acordes al ácido utilizado.

Los precipitados de fosfato de calcio en forma de sistemas cristalinos amorfos, solubles o insolubles, producirán el taponamiento y contaminación de los microsurcos, impidiendo la unión micromecánica.

Si se realiza un lavado incorrecto (menor tiempo), el ácido puede continuar actuando en determinadas zonas cavitarias generando patrones de acondicionamiento de tipo III.

Con el tiempo de lavado de 30 segundos con agua presurizada es suficiente para eliminar totalmente el ácido y bloquear su acción.

E) TIEMPO DE SECADO.

El esmalte grabado y lavado debe ser secado con aire frío, limpio y seco, proporcionado por la jeringa del equipo (con aire doble filtrado) durante un lapso de 30 seg. No se deberá utilizar otra sustancia para el secado adamantino, ya que podemos modificar la alta energía superficial lograda, impidiendo los fenómenos de humectación.

VI. DESMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE

Diversos investigadores, realizaron estudios *in vitro* de los distintos ácidos y su efecto sobre el esmalte.

Los datos de Silverstone de 1974 fueron decisivos para la elección, por varios fabricantes, del ácido y su potencia recomendables para los sistemas de resinas compuestas.

Silverstone probó el ácido fosfórico al 50% tamponado con ácido poliacrílico al 10%, con tiempos de exposición variables entre 1 y 5 minutos.

Silverstone halló la máxima retención de la resina con ácido fosfórico del 20 al 50%. Mediante una mayor selección del ácido que combinaría la menor cantidad de pérdida del contorno superficial con la mayor profundidad de región porosa superficial, concluyó que una solución de ácido fosfórico al 30% era el agente grabador más eficaz.

Este estudio sumamente significativo dio por resultado que la mayoría de los fabricantes de resinas eligieran incluir ácido fosfórico en la gama de potencia del 30 al 40% para el grabado ácido del esmalte.

Esto no significa que el ácido fosfórico al 50% no dé un grabado clínicamente aceptable. Sin embargo el trabajo de Silverstone demuestra que el grado de grabado de la superficie, se reduce con el aumento de la concentración del ácido ⁽⁹⁾.

El ácido determinado que se emplee para grabar el esmalte va a tener cierta influencia sobre el desempeño de la unión adhesiva (Judd y Ansell, 1972). "... la eficiencia de la adhesión depende en gran medida, de la solubilidad del ácido en agua y del grado de grabado producido por la solución" (Braver y Termini, 1972).

Como hay una gran cantidad de ácidos que potencialmente se adaptan a la práctica de la odontología adhesiva, la confiabilidad clínica se vuelve obligatoria.

El grabado debe llevar a cabo su función, en un tiempo tan breve como sea posible y, aun así, no producir un ataque masivo, si el tiempo óptimo de uso se extiende inadvertidamente.

Los ácidos minerales muy fuertes, que provocan una pérdida significativa del esmalte y la descalcificación no selectiva en aproximadamente 30 segundos, no son aceptables. Los ácidos débiles y los agentes quelantes, como el ácido etilendiaminotetraacético, requieren exposiciones extensas para brindar efectos de acondicionamiento satisfactorio (Gwinnett, 1973). Los ácidos fosfóricos, maleico, cítrico y fórmico han provisto grabados adecuados dentro de tiempos clínicos aceptables.

El ácido fosfórico sobre la base de extensas evaluaciones *in vitro* se han llegado a utilizar en concentraciones al 50% adicionándole alrededor de un 7% de óxido de zinc, pero en realidad no ha demostrado ventaja alguna sobre las soluciones que no lo poseen.

Es probable que para una superficie de esmalte constante, la duración óptima del grabado sea una función de la concentración del ácido, así como de la naturaleza específica de la composición del adhesivo empleado, pero en vista de la viabilidad de la superficie del esmalte, no es posible precisar las condiciones óptimas del tratamiento Gwinnett en 1973, publico qué:

"... El aspecto más común de las superficie del esmalte acondicionado es la de prismas que muestran una perdida de sustancia a nivel de sus ejes. Con menor frecuencia, la pérdida selectiva ocurre en la periferia. Estas pérdidas no se pueden predecir clínicamente y se pueden grabar tanto los ejes como las periferias en sitios adyacentes de un mismo diente.

El efecto del tratamiento también a variar en cierta medida, dependiendo de la morfología.

Si los prismas del esmalte son perpendiculares a la superficie, la descalcificación selectiva creará capilares; pero, si son paralelos, dicha descalcificación será de los centros o de las periferias, originará en cambio, largos surcos planos ⁽¹⁾. La orientación de los prismas determina el modo de destrucción.

Cuando el tejido adamantino es tratado con ácidos, se produce además de la desmineralización, una perdida de sustancias superficial, irreversible e irreparable, ya que este tejido con características especiales - acelular, avascular y aneuronal, no presenta fenómenos de reconstrucción , que deben producirse a nivel microscópico, medibles en micrómetros, aún se discute los fenómenos de remineralización que ocurren a nivel submicroscópico y que se miden en nanómetros.

Silverstone describió tres tipos o patrones de grabado:

Tipo I: El más frecuente, denominado en "Nido de Abejas", corresponde a la destrucción de esmalte intraprisámico, es decir, el ácido disuelve la cabeza de la varilla adamantina (Figura 7).

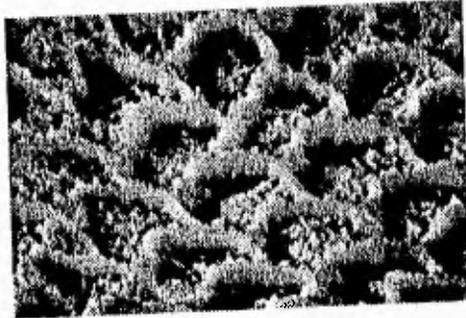


Figura 7

Tipo II: El menos frecuente, determinado por la destrucción de las zonas interprismáticas, en tanto que el corazón del prisma, se mantiene indemne (Figura 8).

El tiempo de grabado es de 15 segundos con un gel de ácido fosfórico al 37%.

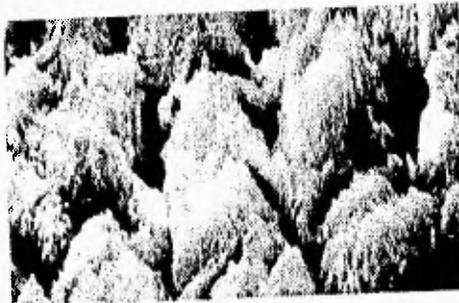


Figura 8

Silverstone describió tres tipos o patrones de grabado:

Tipo I: El más frecuente, denominado en "Nido de Abejas", corresponde a la destrucción de esmalte intraprismático, es decir, el ácido disuelve la cabeza de la varilla adamantina (Figura 7).

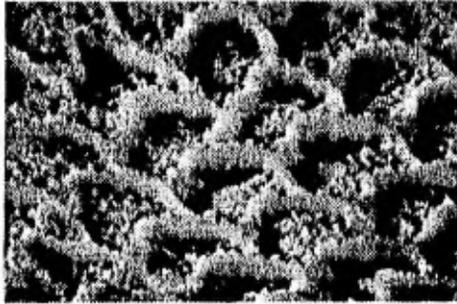


Figura 7

Tipo II: El menos frecuente, determinado por la destrucción de las zonas interprismáticas, en tanto que el corazón del prisma, se mantiene indemne (Figura 8).

El tiempo de grabado es de 15 segundos con un gel de ácido fosfórico al 37%.



Figura 8

Tipo III: Se debe a coexistencia de los dos tipos de precedentes. Se observa una ausencia de relieve consecuencia de la fusión uniforme de los cristales orientados todos ellos según el mismo eje de un mismo esmalte por ejemplo especialmente fluoróticos.

El agente grabador utilizado es el mismo, con la diferencia únicamente en el incremento de tiempo de grabado que es de 25 segundos o más (Figura 9).



Figura 9

Los tipos I, II y III pueden encontrarse a poca distancia en un mismo diente.

Los patrones de desmineralización tipo I y II presentan microporos capilares que miden entre 5 y 25 micrometros de profundidad, con una amplitud que varía entre 2 y 4 micrometros.

En el tipo de grabado III, la profundidad de los microporos disminuye de 2 a 8 micrometros porque el ácido, en su accionar continua eliminando tejido en superficie ⁽⁹⁾.

Este tipo de grabado no tiene la capacidad suficiente para retener en forma efectiva la resina de enlace, por lo que el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos que inciden a nivel clínico como causa de fracaso, con desprendimientos y desplazamientos de la obturación.

Lapsos superiores a los 60 seg. provocan en el esmalte grandes pérdidas de sustancias en superficie y ampliación de fallas, como son las lamelas y penachos adamantinos, generando grietas y craks que comunican la periferia del tejido con la dentina.

Cuando el ácido penetra en el interior de una lamelas, es muy difícil eliminarlo con el lavado de agua.

Con lo anteriormente descrito, podemos observar que la pérdida de sustancia en el esmalte, depende de la concentración del ácido utilizado y el tiempo de grabado. Además de que el esmalte perdido es irrecuperable

No obstante Sognnaes presentó una evidencia de la rápida (pero no total) remineralización que sigue al tratamiento con ácido.

Con los procedimientos que se recomiendan para el empleo clínico, el esmalte expuesto *in vivo*, es remineralizado dentro de 1 o 2 semanas y es en apariencia muy similar al esmalte adyacente no grabado.

La aparición de flúor en la superficie expuesta grabadas, promoverá una remineralización, relativamente más rápida, pero esto no es un requisito clínico, excepto cuando el ácido se utiliza asociado con procedimientos adhesivos para ortodoncia.

Ibsen (1972) después de una detallada revisión de la literatura concluyó que "... los temores con respecto al daño ocasionado sobre el esmalte por el grabado ácido no se justifican por los datos clínicos y experimentales" (1).

VII. CARACTERÍSTICAS DE ÁCIDOS GRABADORES

Los dos ácidos proporcionan excelentes fuerzas de adhesión. El ácido maleico, sin embargo, ofrece menos remoción de calcio y una superficie desmineralizada menos profunda (Glaspoole y col., 1994).

La profundidad excesiva de desmineralización podría posiblemente resultar en una penetración inadecuada de la resina o en una adhesión débil.

El ácido fosfórico al 37% dio una capa descalcificada de 5 micrones en promedio de 30 segundos, pero dio una profundidad de 20 micrones en un procedimiento de 60 segundos.

Esto refuerza la recomendación, que el tiempo de desmineralización sea limitado a 15 segundos usando gel para desmineralización ⁽²⁵⁾.

7.1. PRESENTACIÓN

Muchos paquetes restaurativos ahora proveen ácidos en forma de gel en lugar de un líquido. La ventaja primera del uso del gel, es para dar un mayor control de la solución ácida (Brannstrom, Nodenvall & Analgremm, 1978).

Los dos ácidos tienen grosor, aunque el gel de ácido fosfórico se engruesa a una viscosidad más alta.

El desmineralizante de ácido maleico se provee en frascos mientras que el gel de ácido fosfórico está disponible en frascos o en jeringas para la aplicación directa al diente.

Los ácidos maleico y fosfórico han demostrado crear superficies dispuestas a la formación de una capa híbrida ⁽²⁵⁾.

Van Meerbeek y Colaboradores (1993) dieron información que sugiere la penetración completa de la resina a la capa descalcificada, cuando utilizamos una resina compuesta de fotocurado, en conjunto con los ácidos grabadores maleico al 10% o ácido fosfórico al 37% (Figura 10).

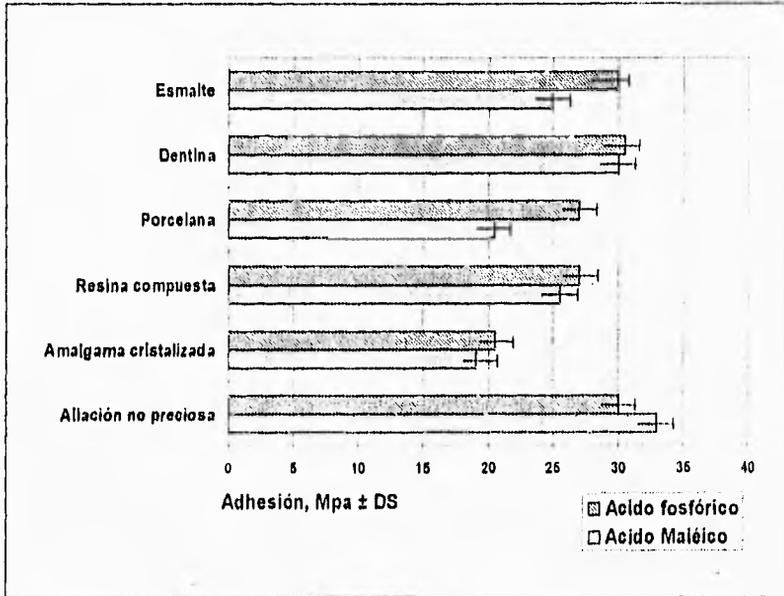


Figura 10. Adhesión de resinas compuestas de fotocurado a varios substratos: comparación del ácido maleico y ácido fosfórico

El desmineralizante de ácido maleico tiene un pH de aproximadamente 1.2 mientras que el desmineralizante de ácido fosfórico tiene un pH aproximadamente de 0.6. Los dos ácidos se han hallado equivalentes en una variedad de situaciones de adhesión.

En investigaciones y estudios clínicos fué demostrado que el ácido fosfórico (en comparación con el maleico) crea una apariencia mate-blanco, por lo que es más fácil identificar, la zona grabada por el operador ⁽²¹⁾.

Se ha demostrado a microscopía electrónica manchas blancas difusas, se piensa que podrían ser restos de iones de calcio que son separados de la superficie del esmalte después del grabado ⁽²⁵⁾.

7.2. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRABADORES

Ácido Maleico 10%	Ácido fosfórico 37%
80.19 % Agua	37 % Ácido Fosfórico
9.8 % Polyvinyl alcohol	60 % Agua
10.0 % Ácido maleico	3 % Sustancia amorfa ⁽¹⁹⁾
0.01 % Matriz	

VIII. PRUEBAS DE RETENCIÓN CREADAS EN LA SUPERFICIE DEL ESMALTE UTILIZANDO DIFERENTES PRODUCTOS COMERCIALES

SELLADOR SCOTH-BOND MULTIPURPOSE 3M

En el área de Odontología Preventiva, se han realizado estudios en vivo, utilizando selladores de fisuras para observar y comparar la incidencia en la pérdida de obturaciones, al utilizar ácidos grabadores, maleico y fosfórico en concentraciones de 10% y 37% respectivamente, en periodos de 6 a 12 meses.

Para este estudio fueron utilizados 220 molares permanentes jóvenes, en niños de 8 a 13 años de edad, los cuales recibieron una sola aplicación del sellador.

El criterio usado en el caso de la selección implicó la edad del paciente, higiene oral, historia de caries dental individual, hábitos alimenticios, tipo y morfología del diente.

Los dientes fueron divididos en grupos de 110 cada uno. En uno de los grupos las caras oclusales fueron grabadas con 37% de ácido fosfórico y el otro grupo fue grabado con ácido maleico al 10%.

En el grupo I se grabó con 15 seg. con ácido fosfórico al 37% (ATZ-Espe) y se le colocó el sellador.

En el grupo II se grabó durante 15 seg. con ácido maleico al 10% (Scotch-Bond Multipurpose etchant 3M Dental) y se le colocó el mismo sellador.

El porcentaje de conservación del grupo I fue del 98.4% a los 6 meses y de 96.8% a los 12 meses. El grupo II tuvo un porcentaje de conservación de 97.5 a los 6 meses y 95% a los 12 meses (Figura 11).

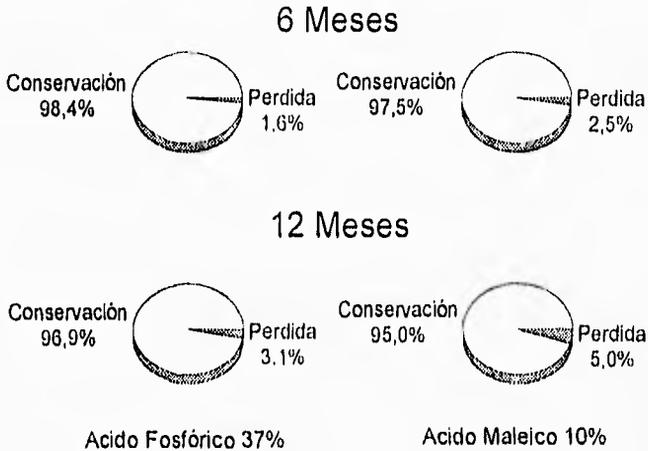


Figura 11. Comparativo del porcentaje de conservación de sellado de perforaciones de fisuras a los 6 y 12 meses.

Tabla I: Efectos del ácido Fosfórico y Maleico en porcentajes de conservación de sellado de perforaciones y fisuras a los 6 meses y 12 meses ⁽²⁴⁾.

	6 meses		12 meses	
	Ac.Fosfórico	Ac. Maleico	Ac.Fosfórico	Ac. Maleico
Conservados	108	107	106	104
Perdidos	2	3	4	6

RESINA SILUX - PLUS

En este estudio se compararon las fuerzas adhesivas a esmalte de Scotch Bond Multipropósito, sistema adhesivo Dental, siguiendo un grabado de esmalte con 10% ácido maleico, 35% ácido fosfórico y 10% ácido fosfórico, por 15, 30 y 60 segundos de aplicación

Material e instrumentos

360 dientes molares humanos fueron usados para crear 12 grupos de 30 especímenes de esmalte por grupo.

Las muestras fueron depositadas en agua destilada y fueron usadas dentro de los dos meses de colección.

Los dientes fueron limpiados con piedra pómez, posteriormente se le creó una superficie plana y se colocó dentro de un disco de teflón.

La superficie lisa del esmalte fué grabada con un gel con las diferentes sustancias, por el tiempo indicado.

La aplicación fué completada con la colocación de el primer y la resina líquida Silux- Plus (3M) y curado por 40 seg.

La tapa de teflón se colocó sobre cada área grabada y se siguió la colocación de la resina adhesiva, y el resto de la cavidad fué llenado en dos intenciones con Silux - Plus, cada incremento fue curado por 60 seg.

Las muestras fueron termocicladas durante 1000 ciclos desde 5-55°C durante 30 segundos.

Después de 24 hrs de hidratación permanente a temperatura ambiente, las muestras se colocaron en una máquina de prueba Instron (Modelo 4202 Instron corporation Canton MA 02021) con una velocidad de 0.5 mm/min.

Una luz estereomicroscópica fue utilizada para examinar todos los especímenes después de la fractura en la máquina Instron en la interfase.

La superficie del esmalte fué observada en el microscopio electrónico Scanning Stereoscan 120.

Las fuerzas adhesivas fueron evaluadas en Kg/cm² y posteriormente convertidas en MPa.

La luz esteremicroscópica de la postfractura de la muestra revela que el 80% de las muestras producen con el ácido fosfórico y maleico, una falla cohesiva (adhesivo/resina compuesta).

Triolo y otros (1993) establecen que las fuerzas de unión alcanzadas con el 10% de ácido maleico de la recomendación del fabricante 15 seg. de tiempo de aplicación; fueron significativamente altas en comparación con los resultados obtenidos cuando alargamos el tiempo de aplicación usado. Así mismo se estableció que la fuerza de unión del ácido maleico disminuye a la aplicación prolongada de tiempo.

Clowe y Swift (1993) han demostrado que existe mayor fuerza de unión a la tensión con un grabado de 37% de ácido fosfórico por 15 seg. para la unión de la resina en la superficie del esmalte que con la 10% de ácido maleico a 15 - 20 seg de grabado.

Los resultados nos dan la siguiente información:

- El ácido fosfórico a 35% produce una mayor fuerza adhesiva con la aplicación de 15 a 20 segundos.
- El ácido fosfórico al 10% produce una mejor fuerza adhesiva a 30 seg. pero no a 60 seg.
- El ácido maleico al 10% produce una fuerza adhesiva alta cuando se utiliza a 15 seg.

RESINA Z100

Diversas pruebas se han realizado en forma comparativa con los dos ácidos: maleico al 10% y fosfórico al 37% con tiempos de grabado de 15 seg. para demostrar el poder retentivo dado a la superficie grabada por los ácidos.

Estas pruebas han sido realizadas a dientes jóvenes a los cuales se les han realizado procedimientos de grabado y acondicionado y se fotocuraron de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

En estas pruebas se utilizó resina Z100, la cual fué colocada y fotocurada por 2 intervalos de 40 seg.

Se introducen en una máquina universal de prueba y se observó en un microscopio. Observando que el grabado con ácido fosfórico 35-40% tienen una fuerza de unión de 24.5 MPa, en tanto que la de ácido maleico es de 13.2 MPa, esto quiere decir, que el ácido maleico tienen una fuerza de unión relativamente baja ⁽²²⁾.

CONCLUSIONES

La técnica tradicional en el grabado de esmalte ocupa ácido fosfórico en diluciones que van de 30 al 50%, recientemente se ha introducido el ácido maleico al 10% para el mismo fin, el cual debido a la baja concentración, no crea una pérdida mineral en la superficie del esmalte, tan marcada, como el ácido fosfórico al 37%.

La permanencia de obturaciones es posible a la retención mecánica creada en la superficie del esmalte y a la adhesión química creada con los agentes de unión.

La aplicación de ácido fosfórico es más utilizada, ya que nos da un mayor poder retentivo.

Los estudios realizados hasta ahora, nos demuestran que el ácido maleico al 10% puede ser utilizado como una alternativa en la aplicación de sustancias acondicionadoras del esmalte. Sin embargo, si es mayor la incidencia en la pérdida de obturaciones con ácido maleico, esto nos indica que para colocarla nuevamente debemos regrabar el esmalte, lo cual crea una pérdida mayor de minerales, por el efecto acumulativo del grabado en el esmalte.

BIBLIOGRAFIA

1. Sturdevant M. Clifford. Arte y ciencia de la Operatoria Dental. Editorial Médica Panamericana. 2a ed. Buenos Aires Argentina.
2. Alberts F. Hardy. Odontología Estética: Selección y colocación de materiales. Editorial Labor, S.A. 1a Ed. Barcelona, España. 1987.
3. Uribe Echeverría J. Operatoria Dental: Ciencia y práctica. Ediciones Avances Medico-Detales. Madrid, España, 1990
4. Barrancos Mooney. Operatoria Dental. Editorial Panamericana, 3a edición. Buenos Aires, Argentina.
5. Triolo P.T. Switt. Effects of etching time on enamel bond strengths. Am. J. Dent. 6 (6) 302-4, 1993
6. Lambrechts P. et al. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. J. Operative Dentistry
7. Baush J.R. Et al. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. Journal Prosthet Dent. 48:59-62, 1982.
8. Simonsen R. Thompson. Técnica de Grabado ácido en Prótesis de "Puentes Maryland". Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. pag. 32-33, 1990
9. Hallett-K. B., García Godoy. Shear bond strength of a resin acid. Aust. Dent. J. 39(5): 292-297, 1994.

10. Howard W. William. Atlas de Operatoria Dental. Editorial Manual Moderno, México, D.F., 1986.
11. Erasquin R.; Sourroville V Anatomía, Histología y embriología dentaria 3a Edición, 1979.
12. Parula N. Técnica de Operatoria Dental. Editorial ODA, 6a. Edición. 1976.
13. Copenhaver W., Douglas E. Kelly. Tratado de Histología. Editorial Interamericana. pag 450-46, 1981.
14. Araldo A. Rittaco. Operatoria Dental Moderna: Cavidades. Editorial Mundi S.A.I.C.y f., 6a edición. Buenos Aires, Argentina.
15. O. Bhaskar S.N. Histología, Embriología Bucal. Editorial Prado. pag. 49-105.
16. Tenner, N.T. The fracture Tooth reunited using the acid etch bonding technique. Texas Dental J. 96: 16-17, 1978.
17. Baum L.I. Rehabilitación Bucal. Editorial Interamericana. México, 1973.
18. Dawson P.E. Problemas Oclusales: Evaluación, diagnóstico y tratamiento. Editorial Mundi S.A.C. y F. Argentina, 1977
19. Barkmeier W. Wayne. Shear bond strengths of composite to enamel and dentin using Scotch Bond multipurpose. Amer. J. Dent. pag. 175-179, 1994.
20. Guba C.J. The effects of varied etching time and etchin solution viscosity on bond strength and enamel morphology. Operative Dentristry 19: 146-153

ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

21. Duke Es Coon L.J. Maleic and conditioning on enamel for resin adhesion (Abstract 1200) J. Dent Rest. pag 72-665, 1992.
22. Shear Bond Strengths of new enamel etchants. Am. J. Dent., 6(3) 162-164, 1993
23. Holtan J.R. Nystrom G.P. Influence of different etchants and etching times on shear bond strength. Operative Dentistry 20: 143-151, 1995
24. Baratieri N. L. Influence of acid type (phosphoric or maleic) on the retention of it and fissure sealant: an in vivo study Quintessence Int 25:749-755, 1994.
25. Scotch Bond TM Multipurpose Plus. Sistema Adhesivo Dental. Perfil técnico del producto. pag. 12-15.