

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES CON RESINA COMPUESTA EN PIEZAS DENTARIAS ANTERIORES DE BOVINO EN LA TÉCNICA ADHESIVA CONVENCIONAL CON Y SIN DESINFECTANTES CAVITARIOS ANTES O DESPUÉS DEL GRABADO ÁCIDO; CLORHEXIDINA AL 2% E HIPOCLORITO DE SODIO AL 5%, TACNA 2014”

Tesis para optar el Título Profesional de:

CIRUJANO DENTISTA

Presentado por:

Bach. Giancarlo Enzo Escobar Begazo

TACNA - PERÚ

2015

DEDICATORIA

Dedico esta tesis y el trabajo de todos estos años a mi familia,
en especial a mis padres, quienes gracias a su apoyo y
sus consejos, siempre me motivaron a seguir
adelante a pesar de las adversidades.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todo lo que me ha dado en la vida

A mis padres por su incondicional apoyo, paciencia, sus consejos y su desmedida preocupación.

A mi hermano y a mi abuela quienes siempre me cuidan y brindan su apoyo.

Al C.D. Dante Pango Palza, por su tiempo dedicado a escuchar mis inquietudes, por su paciencia, apoyo y guía en este trabajo.

A la Lic. Dora Grajeda, responsable del laboratorio de biología y microbiología de la UPT, por su desinteresada colaboración en la realización de esta investigación

Al C.D. Miguel Arturo Begazo de la Cruz, por sus consejos y apoyo incondicional

A la C.D. Carmen Lazo Cama, gerente de la CLINICA DENTAL “SONREIR”, por su disponibilidad, confianza y acceso a las instalaciones de su clínica.

A la C.D. Luz Delia Churacutipa Vilca, compañera y amiga incondicional por su apoyo, preocupación, comprensión y ser la mejor compañía en momentos difíciles.

A la C.D. Sallyh Colque Rojas, por su colaboración desinteresada, por resolver mis dudas en el camino y sobre todo su amistad.

A mis grandes amigos, Jerson Sarmiento Santos y Jackeline Chambilla Guerrero, por compartir sus consejos y brindarme su apoyo incondicional.

A todos los buenos y malos momentos vividos que me ayudaron a seguir adelante y luchar con mayor fuerza por los metas trazadas.

A todos mis profesores y amigos que de una u otra forma me brindaron su ayuda e hicieron posible la realización de esta investigación.

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con y sin desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido; clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5%

MATERIALES Y MÉTODOS: 50 dientes bovinos se dividieron en cinco grupos (n=10); Grupo A = Hipoclorito de Sodio al 5% antes del grabado ácido, Grupo B = Clorhexidina al 2% antes del grabado ácido, Grupo C = Hipoclorito de Sodio al 5% después del grabado ácido, Grupo D = Clorhexidina al 2% después del grabado ácido y Grupo E = resina (grupo control). Se realizaron cavidades clase V estandarizadas de 2 mm. de profundidad, 3 mm. en sentido mesio-distal y 3 mm. en sentido ocluso-cervical, tanto en la cara vestibular como en lingual; aplicando los desinfectantes cavitarios en ambos casos por 60 segundos según grupo y se restauraron. Se termocicló 120 veces (5°C, 55°C y 36 °C +/- 3°C con intervalos de 1 minuto cada uno). Se cortaron las restauraciones de la porción vestibular como lingual y se sumergió en azul de metileno al 2% (24 horas) y mediante un microscopio óptico con un aumento de 40x se evaluó la microfiltración marginal.

RESULTADOS: Evaluación de microfiltración marginal: Grupo A presentó microfiltración grado I en 35%, Grupo B no presentó microfiltración en 40%, Grupo C y D no presentaron microfiltración en 35% y grupo E no presentó microfiltración en 45%.

CONCLUSIONES: La aplicación de la Clorhexidina al 2% y el Hipoclorito de Sodio al 5% antes o después del grabado ácido no presentan diferencias estadísticamente significativas respecto al grupo control, que mostró menor microfiltración que los grupos experimentales.

Palabras Clave: Hipoclorito de sodio, clorhexidina, grabado ácido y microfiltración

ABSTRACT

OBJETIVE: Assess the degree of microleakage of composite resin restorations in anterior teeth bovine conventional adhesive technique with and without disinfectant cavity before or after etching; 2% chlorhexidine and sodium hypochlorite 5%

MATERIALS AND METHODS: 50 bovine teeth were divided into five groups (n = 10); Group A = sodium hypochlorite 5% before etching, Group B = 2% chlorhexidine before acid etching, C = Sodium Hypochlorite Group 5% after etching, Group D = 2% chlorhexidine after etching acid and E = resin (control group). Standardized class V cavities 2 mm were performed. depth 3 mm. in mesio-distal and 3 mm sense. in occlusal-cervical sense, both the vestibular and lingual face; cavity applying disinfectants in both cases by 60 seconds as group and restored. Thermocycled 120 times (5 ° C, 55 ° C and 36 ° C +/- 3 ° C at intervals of 1 minute each). The restoration of vestibular and lingual portion is cut and immersed in methylene blue 2% (24 hours) and using an optical microscope with 40x magnification microleakage was evaluated.

RESULTS: Evaluation of microleakage: Group A showed microfiltration grade I in 35%, Group B did not show microfiltration at 40%, Group C and D showed no microfiltration at 35% and group E had no microfiltration at 45%.

CONCLUSIONS: The application of 2% chlorhexidine and sodium hypochlorite 5% before or after etching no statistically significant differences from the control group showed less microleakage than the experimental groups.

Keywords: Sodium hypochlorite, chlorhexidine, etching and microfiltration

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN		7
CAPÍTULO I	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
1.1	Fundamentación del Problema	9
1.2	Formulación del Problema	11
1.3	Objetivos de la Investigación	11
	1.3.1. Objetivo General	11
	1.3.2. Objetivos Específicos	11
1.4	Justificación	13
CAPÍTULO II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Antecedentes de la investigación	15
2.2	Características de los dientes de bovino	17
2.3	Resinas compuestas	27
2.4	Adhesión	35
2.5	Microfiltración	46
2.6	Técnicas restauradoras	52
CAPÍTULO III	HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES	68
3.1	Hipótesis	69
3.2	Operacionalización de las variables	69

CAPÍTULO IV	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	71
4.1	Diseño	72
4.2	Ámbito de estudio	72
4.3	Población y muestra	73
4.3.1	Criterios de inclusión	73
4.3.2	Criterios de exclusión	73
4.4	Instrumentos de recolección de datos	74
CAPÍTULO V	PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	81
5.1.	Material	82
5.2.	Campo de Verificación	83
5.3.	Estrategia para manejar los resultados	85
RESULTADOS		86
COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS		96
DISCUSIÓN		98
CONCLUSIONES		101
RECOMENDACIONES		104
BIBLIOGRAFÍA		106
ANEXOS		111

INTRODUCCIÓN

La meta principal de las técnicas adhesivas es obtener una alta fuerza de adhesión y un sellado satisfactorio y duradero entre el material restaurativo y el tejido dental. Debido a que la presencia de márgenes abiertos hace al diente más susceptible a caries secundaria, la restauración y la técnica adhesiva deben proveer una buena adaptación marginal y prevenir la microfiltración¹.

La microfiltración ha sido definida como el pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre las paredes de la preparación cavitaria y el material restaurativo².

Las consecuencias pueden ser hipersensibilidad debido al fenómeno hidrodinámico, caries recurrente debido a la filtración de bacterias en los márgenes de la restauración, irritación pulpar y pigmentación marginal. Se ha comprobado que varios factores contribuyen a la microfiltración, entre ellos las propiedades físicas de los materiales restauradores y adhesivos, el coeficiente lineal de expansión térmica del material, el estrés oclusal y la contracción de polimerización.

Para mitigar los problemas anteriormente señalados, es primordial la unión fuerte y duradera que se debe generar entre la restauración y la estructura dentaria, de manera que logre una adhesión que impida generar una brecha marginal, pues, algunas investigaciones han demostrado que la aplicación de desinfectantes cavitarios como la clorhexidina y el hipoclorito de sodio, podría reducir la microfiltración generada por lo mencionado anteriormente y así facilite la permanencia en boca de la restauración; pues, uno de los objetivos de la Odontología restauradora actual es la adhesión del material en forma permanente a las estructuras dentarias.

¹ Guzmán-Armstrong S, Armstrong SR, Qian F. Relationship between nanoleakage and microtensile bond strength at the resin-dentin interface. *Oper Dent.* 2003

² Ben-Amar A, Pilo R, Shapinko E, Lewinstein I. A microleakage study of single-bottle adhesives applied to enamel and cementum and aged by both occlusal loading and thermocycling. *Quintessence Int.* 2005

CAPÍTULO I:

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Fundamentación del Problema

Las resinas compuestas son materiales de amplio uso en Odontología, sin embargo, el gran problema que ellas presentan es que no presentan adhesión a los tejidos dentarios, lo que se ve agravado por la contracción que sufren al polimerizar, situación que produciría una brecha con la superficie dentaria³. Para evitar lo anterior debemos recurrir al uso de Sistemas de Adhesión específicos para poder unir el material restaurador a las estructuras dentarias luego de un acondicionamiento previo de estas para hacerlas más receptivas.

Lo anterior implica que una restauración de resina compuesta tenga un correcto sellado marginal siempre y cuando las fuerzas de adhesión superen a las fuerzas generadas por la contracción de polimerización y por los cambios dimensionales térmicos posteriores a la polimerización⁴. El uso de acondicionadores ácidos en la denominada “Técnica de Hibridación o de Grabado Ácido Total”⁵, hace al esmalte y dentina más receptivos para que el adhesivo de resinas fluya dentro de él para la formación de los denominados “tags de resina” dentro de las porosidades microscópicas sobre la superficie dentaria.

La interdigitación de la resina adhesiva entre el colágeno de la dentina y los cristales de hidroxiapatita del esmalte es denominada como “capa híbrida” o “zona de interdifusión resina-dentina”; es decir, un área mixta de resina y estructura dentaria desmineralizada o modificada que permite alcanzar adecuados valores de adhesión, y así lograr un buen sellado marginal de la restauración⁶. Pero esta técnica del “grabado ácido total”, presenta algunas limitaciones relacionadas con la complejidad del procedimiento, así como la posibilidad de que exista una imprimación incompleta de la dentina desmineralizada por el adhesivo y ello puede generar filtración bajo la capa híbrida⁷. Además, las fibras colágenas

³Pradelle-Plasse N. et al. “Effect of Dentin Adhesive on the Enamel-Dentin/Composite Interfacial Microleakage”. *Am J Dent.* 14:344-348. 2001.

⁴ Protocolo para la evaluación de la filtración marginal desarrollado por el Área de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 2000.

⁵ Barrancos M., Barrancos J., y colaboradores, “Operatoria Dental: Integración Clínica”, 4ª Edición, Editorial Panamericana, Buenos Aires, Argentina, Mayo 2006.

⁶ Nakabayashi N, Ashizawa M., Nakamura M. “Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin”. *Quintessence International.* 23(2) 135-141, 1992.

⁷ Okuda M., Pereira P. N., Nakajima M. & Tagami J. “Relationship between nanoleakage and long term durability of dentin bonds”. *Operative Dentistry.* 26(5) 482-490, 2001.

expuestas al ácido que no son infiltradas, pueden sufrir degradación hidrolítica cuando son expuestas a fluidos por largos períodos⁸.

Por lo descrito anteriormente es que se propone una técnica en cuanto al pretratamiento de la estructura dentaria antes de la restauración dental con resinas compuestas, utilizando desinfectantes cavitarios, así como el hipoclorito de sodio y clorhexidina.

Estas técnicas según De Castro y col.⁹ y Montes MAJR¹⁰ proveen resultados de resistencia adhesiva y sellado marginal superiores para algunos sistemas adhesivos, que aquellos logrados con la Técnica de Hibridación Convencional.

En tanto, Ricci HA y col.¹¹ (2010) y Carillo (DentRes2007) concluyeron que el uso de la clorhexidina es útil para la preservación de la capa híbrida presentando mayores valores de adhesión. Sin embargo otros autores indican que no existen diferencias significativas con respecto a la fuerza de la adhesión¹². Por lo que en la actualidad sigue siendo un tema controversial por muchos autores.

Es así que el presente trabajo busca establecer si existen diferencias en el grado de microfiltración marginal con estas técnicas de pretratamiento dentinario.

⁸ Hashimoto M., Ohno HJ., Kaga M., Sano H., Tay F. R., Oguchi M. H., Araki Y. & Kubota, M. “Over-etching effect on microtensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems”. *Journal of Dentistry*. 30(2-3) 99-105, 2002.

⁹ de Castro AK, Hara AT, Pimenta LA. “Influence of collagen removal on shear bond strength of one-bottle adhesive systems in dentin”. *J Adhes Dent* 2000

¹⁰ Montes MAJR., de Goes MF., Sinhoretí MAC. “The In Vitro Morphological Effects of Some Current Pre-treatment on Dentin Surface: A SEM Evaluation”. *Operative Dentistry*, 2005.

¹¹ Ricci HA, Sanabe ME, de Souza Costa CA, Pashley DH, Hebling J. Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. *Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Araraquara School of Dentistry, UNESP - University of Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brazil., Augusta, GA 30912. Eur J Oral Sci; 118 (4) :411-6, agosto 2010*

¹² Perdigão J., Lopes M., Geraldini S., Lopes G. C., García-Godoy F. “Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding”. *Dental Materials*. 16:311-323, 2003.

Formulación del Problema

¿Cuál es el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con y sin desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido; clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5%?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

- Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con y sin desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido; clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5%, Tacna 2014

Objetivos Específicos

1. Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios antes del grabado ácido; clorhexidina al 2%, Tacna 2014
2. Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios antes del grabado ácido; hipoclorito de sodio al 5%, Tacna 2014
3. Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios después del grabado ácido; clorhexidina al 2%, Tacna 2014

4. Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios después del grabado ácido; hipoclorito de sodio al 5%, Tacna 2014
5. Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional sin desinfectantes cavitarios, Tacna 2014
6. Determinar si existe diferencia entre el grado microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con y sin desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido; clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5%, Tacna 2014

Justificación

En la odontología moderna, se han hecho imprescindibles los materiales adhesivos que tienen muchas ventajas en cuanto a la conservación de tejidos y a nivel estético. La adhesión al esmalte está considerada predecible y durable mientras que la adhesión es mucho más complicada en dentina debido a su estructura tubular y a su contenido orgánico. Se han creado varios sistemas adhesivos con la finalidad de mejorar la adhesión en dentina, facilitar la técnica para el operador y reducir posibles errores.

Por otro lado, es necesario la desinfección de cavidades ya que la presencia de bacterias es la principal causa de sensibilidad postoperatoria, además que éstas, al ser anaerobias, pueden multiplicarse, secretar toxinas que irritarían a la pulpa y crearían caries. Los desinfectantes cavitarios tales como la clorhexidina e hipoclorito de sodio principalmente, son compuestos antibacterianos, que al ser aplicados sobre tejido dentario, ayudarían a prevenir lo mencionado anteriormente; aun siendo un tema controversial, muchas investigaciones se han pronunciado a favor de estas técnicas por demostrar una adhesión superior en relación a la unión dentina-resina, pero aún se tiene dudas en cuanto a si interfiere o no con la microfiltración.

Por ello, en el presente trabajo nos dedicaremos a evaluar el grado microfiltración de las resinas compuestas utilizando desinfectantes cavitarios en dientes de bovino, pues muchos autores han indicado que estas piezas dentarias no tienen una diferencia significativa en cuanto a sus componentes con el tejido dentario humano; y nos ayudarán a comprobar si la utilización de estos desinfectantes cavitarios, reducen la microfiltración de las resinas compuestas.

CAPÍTULO II:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

C.D. Constanza Cáceres y col.¹³ en su estudio “ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL OBTENIDO EN RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON LA TÉCNICA DE HIBRIDACIÓN CONVENCIONAL E HIBRIDACIÓN REVERSA”, evaluaron el grado de sellado marginal de restauraciones de Resina Compuesta confeccionadas con la técnica de Hibridación Convencional y la Técnica de Hibridación Reversa, utilizando el adhesivo Single Bond 2 ®(3M ESPE). Se utilizaron 20 molares recientemente extraídos, en los cuales se realizaron dos preparaciones biológicas Clase V estandarizadas, una en vestibular y la otra en lingual. Las preparaciones vestibulares se trataron con la técnica de Hibridación Convencional, es decir, con la técnica de grabado ácido de esmalte y dentina, para luego aplicar el sistema adhesivo. Las preparaciones del lado lingual se trataron con la Técnica de Hibridación Reversa, que consistió en el grabado de esmalte y dentina, el retiro del ácido seguido por la remoción del colágeno con Hipoclorito de Sodio al 10%, lavado y secado, para enseguida aplicar el adhesivo. Posteriormente al sellado adhesivo, se realizaron las restauraciones de Resina Compuesta, siguiendo el mismo protocolo incremental en ambos grupos. Una vez restauradas las piezas dentarias, fueron sometidas a un proceso de 100 ciclos de termociclado. Luego se realizaron cortes transversales a través de las restauraciones para poder exponer su interface adhesiva y observarla en un microscopio óptico para evaluar el porcentaje de penetración del colorante. Si bien el promedio de filtración marginal con la Técnica de Hibridación Convencional fue mayor al obtenido con

¹³C.D. Constanza Cáceres, Rafaela Garrido, Silvia Monsalves, Marcelo BaderMatar. “Análisis comparativo in vitro del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación convencional e hibridación reversa”, Universidad de Chile. 2012.

la Técnica de Hibridación Reversa, el análisis estadístico de los resultados no arrojó diferencias estadísticamente significativas.

Cabezas Galleguillos, Juan Pablo en su estudio “ANÁLISIS COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE FILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON EL SISTEMA ADHESIVO XP BOND™ UTILIZADO CON Y SIN GRABADO ÁCIDO TOTAL”¹⁴, comparó la microfiltración marginal de dos técnicas de obturación utilizando el mismo sistema adhesivo, XP-Bond®. En un grupo se realizaron restauraciones de resina compuesta mediante la técnica de grabado y lavado convencional y en otro grupo se realizaron obturaciones como si el sistema adhesivo fuese autograbante, es decir sin grabado y lavado. Para poner de manifiesto la microfiltración marginal se utilizaron 30 molares sanos, recientemente extraídos a los cuales se les realizó dos cavidades operatorias estandarizadas ubicadas en el tercio medio de las caras vestibular y palatino/lingual. Posteriormente se obturaron las cavidades con una misma resina compuesta (Ceram·X® duo), utilizando el sistema adhesivo XP-Bond®. En las cavidades vestibulares, se realizaron las obturaciones bajo la técnica de grabado y lavado convencional y en las cavidades palatinas o linguales, las piezas se restauraron mediante la técnica de adhesivo autograbante, es decir sin grabado y lavado. Con el deseo de visualizar el grado de microfiltración marginal de las restauraciones sometidas a prueba, los molares estudiados fueron expuestos a un proceso de termociclado en una solución acuosa de azul de metileno al 1% durante 100 ciclos. Una vez realizados los 100 ciclos las muestras fueron cortadas transversalmente pasando por la mitad de las restauraciones y así exponer la interfase diente restauración. Los cortes transversales se observaron en el microscopio óptico para medir el grado de microfiltración de azul de metileno en la interfase diente restauración. Los resultados obtenidos en porcentajes de los grupos de prueba, se sometieron al análisis estadístico con el test T de Student, encontrándose diferencias estadísticamente significativas. Las restauraciones que

¹⁴Cabezas Galleguillos, Juan Pablo en su estudio “Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total”. Departamento de odontología reatauradora.Área biomateriales dentales.Facultad de odontología. Universidad de chile. 2012

se realizaron con el adhesivo XP-Bond® utilizado mediante la técnica de grabado y lavado convencional presentaron menor microfiltración que las restauraciones que utilizaron el mismo adhesivo bajo la técnica de autograbado.

María José Donoso M. en su estudio “EVALUACIÓN AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO, DE LA INFLUENCIA DEL HIPOCLORITO SOBRE LA SUPERFICIE DEL ESMALTE COMO PROCEDIMIENTO PREVIO A LA APLICACIÓN DE DOS DIFERENTES TRATAMIENTOS ADHESIVOS”¹⁵, pretendió a través de observaciones al MEB, determinar las características topográficas y modificación de la superficie del esmalte tras la desproteinización por medio de la aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25% durante 60 segundos comparándolo a la aplicación convencional de ácido fosfórico por 15 segundos. De igual manera, la relación entre Hipoclorito de Sodio previamente a la aplicación de dos sistemas adhesivos; uno con solvente a base de acetona y otro ausente de primer.

Los resultados tras un análisis estadístico del área que muestra una topografía de patrón de acondicionamiento tipo I, II o ausencia de este, revelaron que las superficies tratadas con hipoclorito de sodio previo al grabado ácido, presentaron mayores áreas de superficie con patrón de acondicionamiento al compararlo con las superficies únicamente tratadas con ácido fosfórico. En cuanto al sistema adhesivo, un análisis subjetivo reveló mayor integración y penetración del sistema con solvente en las irregularidades del esmalte que aquel sistema sin solvente. Concluyendo que la acción del Hipoclorito sobre la superficie asegura una mejor acción del ácido fosfórico en cuanto a modificación de la superficie dental haciéndola más favorable desde el punto de vista adhesivo, sin embargo cuando combinada esta técnica con sistemas adhesivos, el tipo de solvente así como su presencia o ausencia puede repercutir favorable o desfavorablemente.

¹⁵María José Donoso M. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido, de la influencia del hipoclorito sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos”, Ecuador, 2011.

MARCO TEÓRICO

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DIENTES DE BOVINO

Los bovinos son animales heterodontes, ya que tienen dientes con diferentes formas y funciones. Entre estos presentan: los incisivos con forma plana y un borde cortante situados en el maxilar inferior, que a diferencia de los humanos, no están presentes en el maxilar superior dejando así un espacio sin dientes denominado “Barra”.

No poseen caninos, pero sí molares y premolares, que son voluminosos y tienen una superficie plana para triturar. Además de ser heterodontes, este tipo de animales son difiodontes, ya que tienen dientes deciduos y de adulto pero incompletos; presentando únicamente en la dentición adulta¹⁶.

Como los incisivos son los dientes que más nos interesan por la similitud anatómica, estructural a los dientes de humano y de las cuales utilizaremos para esta investigación, nos limitaremos a describirlas especialmente a ellos.

1.1. Descripción cronológica y morfológica

Los incisivos son ocho dientes ubicados en la parte anterior de la mandíbula y están dispuestos en arco, con una parte cóncava hacia el interior de la boca y una parte convexa hacia los labios siguiendo un patrón similar al de los humanos.

Los que forman el par central se denominan “incisivos, pinzas o paletas”; el par de dientes siguientes (al lado de los incisivos centrales) se denominan “incisivos medianos”, continúa con los “segundos medianos” y finalmente “los extremos”. Es así, que el tamaño de estos dientes decrece desde los incisivos hacia los dientes extremos.

¹⁶Dyce, Sack and Wensing. “Anatomía veterinaria” 2da edición. Mc Graw Hill Interamericana. 1999

La arcada dentaria en el animal joven tiene la forma de media luna alargada, mientras que el animal viejo tiende a hacerse recta¹⁷.

Los incisivos en conjunto, están desviados hacia adelante y no están sujetos con firmeza en sus alveolos, ya que, por no haber incisivos superiores, tienen una ligera movilidad con el fin de no herir o lastimar la mucosa del rodete dentario superior, ayudados a la vez por la disposición en bisel de la cara lingual de estos dientes.

En cuanto a la fórmula dental de los bovinos, es muy similar a los de los humanos, pudiéndose comparar en la cantidad de dientes que representan según la dentición. A continuación se presenta un cuadro comparativo entre ambos¹⁸:

DENTICIÓN PERMANENTE	BOVINO	HUMANO
Incisivos superiores	0	4
Incisivos inferiores	8	4
Caninos superiores	0	2
Caninos inferiores	0	2
Premolares superiores	6	4
Premolares inferiores	6	4
Molares superiores	6	6
Molares inferiores	6	6
Total	32	32

Tabla N° 01: Cuadro comparativo de la fórmula dentaria de los dientes bovinos y los dientes humanos.

¹⁷Sisson S y Grossman J. “Anatomía de los animales domésticos” 5ta ed. Masson 2000. Tomo I, Cap 29

¹⁸Gazquez Ay Blanco A. “Tratado de histología veterinaria”. Masson 2004 Cap 11.

1.2.Descripción macroscópica:

Presentan al igual que los dientes humanos, una corona y una raíz con un estrechamiento entre los dos llamado “cuello”; y una pulpa o paquete vasculo-nervioso, de un tamaño mayor que los dientes humanos; a su vez están conformados por: esmalte, dentina y cemento, que según estudios realizados por Soto y Col.¹⁹, y Puentes y Col.²⁰, y Nakamichi²¹ en 1983, no tendrían una diferencia morfológicamente diferente con los dientes humanos.

Los incisivos tienen una forma trapezoidal o de una pala; siendo el extremo la corona del diente y la raíz del diente como el mango de la pala. La corona, en el diente tiene una forma casi triangular, con su mayor longitud aproximada mesiodistal de 14 mm. en el tercio incisal, de 12 mm. en el tercio medio y de 10 mm. en el tercio cervical, la altura cérvico-incisal de aproximadamente 21 mm. y un grosor vestíbulo lingual de 8.5 mm.

En su parte más ancha y es más o menos incurvado hacia afuera y hacia arriba, de modo que no aplica directamente su borde superior contra la mandíbula superior, donde por el rozamiento y choque con los dientes se ha desarrollado como un callo denominado “el rodete dentario”.

Los incisivos presentan una cara anterior o labial, convexa en todos los sentidos y algo estriada de arriba hacia abajo en un diente nuevo; una cara posterior o lingual que está dispuesta caso en bisel, es un poco cóncava y en ella se observa una ondulación, no muy pronunciada, con dos pequeños surcos a sus lados, dispuesta desde la base de la corona al borde superior, denominada aval o

¹⁹ Soto A., Carlos; Stanke C., Felipe; Rioseco S., Macarena. Diente de bovino, una alternativa a los dientes humanos como sustrato en investigación: revisión bibliográfica/Bovineteeth, an alternative to the human teeth in research: bibliographic review. Rev. Fac. Odontol. Univ. Chile; 18: 19-29, ene.-jun. 2000

²⁰ Puentes H. y Rincon L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Fed. Odont. Colombiana. 2004

²¹ Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovineteeth as possible substitutes in the adhesion test. J Dent Res. 1983.

mamelón. Presentan también un borde superior convexo cortante en un diente nuevo pero que pronto se aplana a causa del desgaste por el uso, y dos bordes laterales.

Respecto a su composición, presentan al igual que los humanos, esmalte. Este es una sustancia vidriosa, blanca y muy dura, la cual forma una capa más o menos fina sobre la corona terminando a la altura del cuello. El esmalte que recubre la cara lingual es poco espeso.

La dentina es dura y blanca, ligeramente amarillenta; que en capas, más o menos gruesa, dan forma a todo el diente y presenta una cavidad interna, ocupada por la pulpa dentaria.

El cemento que cubre la raíz, es una sustancia menos dura que la dentina y su estructura se asemeja al hueso. En el bovino se presenta algo de cemento sobre la corona a diferencia que en los humanos, pero este no se debe confundir con el sarro que con frecuencia se deposita por encima de las encías que toma un color casi negro.

La raíz de los incisivos de bovino, en su mayoría, tiene forma cónica con una leve dilaceración hacia mesial. Esta tiene una longitud mayor que la altura de la corona, siendo una y media veces mayor que la corona, especialmente en los dientes gastados; su longitud aproximada es de 26.5 mm. de cervical al ápice; una distancia mesiodistal aproximada en el tercio coronal de 9 mm., en tercio medio de 6.5 mm. y en el tercio apical de 4 mm. y un grosor vestíbulo lingual de aproximadamente 7 mm. en su parte más ancha.

La pulpa dentaria, que está contenida en la cavidad del diente y que la llena por completo, en esta se aloja vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. A nivel histológico, en este tejido se puede identificar la misma disposición y cantidad de elementos constitutivos de la pulpa humana, como son: la zona odontoblástica, la zona poco celular, la zona celular y la zona central de la pulpa.

1.3. Descripción microscópica:

1.3.1. **Esmalte:** La unidad básica del esmalte bovino, al igual que en el humano, es el prisma o varilla del esmalte, la cual se crea por las interrelaciones de las direcciones de los cristales. Estas interacciones complejas de los cristales dan lugar a características estructurales que se observan tanto en el esmalte bovino como humano, tales como las estrías de Retzius, las estrías transversales y las bandas de Hunter-Schreger.

En los dientes bovinos la unión amelodentinaria correspondiente a la dentina que sostiene el esmalte. En ella, al igual que en los dientes humanos, se observa una serie de festones con extensiones de túbulos dentinarios que algunas veces cruzan el límite y pasan al esmalte, tomando el nombre de husos adamantinos.

En el análisis químico por espectrometría de emisión, los componentes inorgánicos del esmalte humano y bovino son los mismos pero con pequeñas diferencias en la concentración de elementos tales como el Magnesio (5% en esmalte humano y 7% en esmalte bovino), el plomo (70 ppm en humano y 50 ppm en bovino), la plata (5ppm en humano y 10 ppm en bovino) y el estroncio (500 ppm en humano y 700 ppm en bovino).

1.3.2. **Dentina:** Cuando se observan los dientes de bovino mediante microscopía óptica y electrónica, se ve que la dentina de bovino al igual que la de los humanos está formada principalmente por los túbulos dentinarios.

Estos túbulos atraviesan todo su espesor siguiendo un trayecto en S levemente acentuada, desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa. Se reconocen tres tipos de dentina compuestos principalmente por colágeno tipo I y son: la dentina primaria y junto a la preentina, la dentina secundaria y la dentina terciaria.

A diferencia de los dientes humanos no se encuentra dentina interglobular. Con respecto a la disposición de los túbulos dentinarios, en bovinos es más regular que en humanos.

Por el gran tamaño de los dientes de bovino, el diámetro y la cantidad de los túbulos dentinarios es mayor que en los dientes humanos, especialmente en la dentina radicular²².

Schilke y col., realizaron un estudio para comparar el número y diámetro de los túbulos dentinarios de los dientes de bovino y humano. En este estudio utilizaron dientes sin erupcionar de humanos y de bovinos, los cuales antes de ser extraídos se examinaron por medio de un escaneado de microscopía electrónica, y luego de su extracción, fueron preparados para realizarles microfotografías. Por medio de estas, a una magnificación de 500x contaron el número de túbulos dentinarios, y con una magnificación de 15000x midieron el diámetro de los mismos.

Con este estudio corroboraron que el tamaño de los dientes de bovino es mayor que los humanos, pero no encontraron diferencias significativas entre el diámetro de los túbulos dentinarios y la cantidad de estos a nivel coronal en dentina de dientes de bovino con respecto a la dentina de los dientes humanos.

Al comparar el diámetro de los túbulos dentinarios cerca de la pulpa, se encuentra lo siguiente:

²²Schilke R., Lisson JA., Baus O., Geurtsen W. Compararison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch. Oral Biol. 2000

UBICACIÓN	BOVINO (MICRAS)	HUMANO (MICRAS)
Cerca de la pulpa	2.4 – 2.8	2.5
Porción media de dentina	2 – 2.5	1.2 – 1.5
Unión amelodentinaria	1.6 – 1.9	900 mm.

Tabla N° 02: Comparación entre el tamaño de los túbulos dentinarios de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización.

En cuanto a la cantidad de los túbulos dentinarios de los dientes de bovino y los dientes humanos podemos encontrar:

UBICACIÓN	BOVINO (mm²)	HUMANO (mm²)
Porción coronal	24000 – 26026	20000 – 23000
Porción cerca a pulpa	29433 - 30381	42000 - 45000

Tabla N° 03: Comparación de cantidad de los túbulos dentinarios de los dientes de bovino y los dientes humanos según su localización.

Puentes y col. en su investigación evaluaron la composición química, resistencia a la compresión y módulo elástico de esmalte y dentina de los dientes de bovino recién extraídos mediante un análisis macroscópico, microscópico, pruebas mecánicas y químicas con espectrografía de emisión.

Ellos en su estudio encontraron con respecto a la descripción radiográfica, que el esmalte de bovino es más radiopaco que el resto de los tejidos por su mayor cantidad de componentes inorgánicos,

seguido por el hueso; y que la imagen radiolúcida de menor intensidad observada fue la dentina, seguida del cemento, la pulpa, el espacio del ligamento periodontal y la sutura media mandibular.

En cuanto a sus propiedades mecánicas encontraron diferencias entre la dentina de bovino y la dentina humana siendo así: la resistencia compresiva promedio para la dentina de bovino es de 204.13 Mpa. diferente a la dentina humana que es de 297 Mpa.; en cuanto al módulo elástico se observó que en los dientes de bovino es de 9.48 Gpa. diferente a los dientes de humano que es de 18.3 Gpa.; y así en cuanto al análisis químico con espectrografía de emisión encontraron que tanto en los dientes de bovino y humanos hay una gran similitud en el tipo de elementos constitutivos.

Es por ello que María Claudia Posada y col.²³, indica en su estudio que los dientes de bovino con respecto a los dientes humanos presentan muchas ventajas para su uso como sustituto de dientes humanos para la investigación de materiales dentales:

- Por ser dientes de mayor tamaño hacen que su manipulación sea más fácil.
- Su fácil obtención; debido a que a diario sacrifican cientos de animales de los cuales se pueden obtener sus dientes.
- La ausencia de caries, ya que por el tipo de dieta, la cantidad de saliva y la cantidad de movimientos efectuados por la lengua hace que su incidencia sea menor que en los humanos.
- Su similitud tanto macroscópica como microscópica a los dientes humanos.

²³ Posada, Maria Claudia, Sanchez Cesar Fernando, Gallegos Gabriel Jaime, Peláez Vargas Alejandro, Restrepo Urrego Luis Felipe, Lopez Palacios Juan Diego. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. CES Odontología. 2006

1.4.Comparación de dientes de bovino y humanos para investigaciones de adhesión dental:

Como consecuencia del auge de la odontología preventiva y conservadora es que cada vez se cuenta con menos dientes humanos extraídos para los estudios odontológicos. Surge la necesidad de buscar dientes que sean homologables a los dientes humanos. Según numerosas investigaciones los dientes de bovino serían los de primera elección por ser de fácil obtención y por tener pocas o ninguna diferencia tanto a nivel macro como microscópico con respecto a los dientes humanos.

Podemos decir que tanto al microscopio electrónico de barrido como la microscopía óptica, el esmalte y la dentina humana en relación con los dientes bovinos presentan las mismas estructuras. En cuanto la adhesión de la resina compuesta a esmalte humano y bovino, no existen diferencias significativas, observándose un ligero aumento en la adhesión a esmalte de bovino que a esmalte humano. A pesar de esto, ambos tipos de esmalte serían esencialmente comparables en lo referente a la adhesión.

Al análisis químico comparativo del esmalte humano y bovino grabado y no grabado, existen diferencias que pueden justificar la mayor adhesión de las resinas compuestas al esmalte bovino. Se observa una disminución importante en el porcentaje de algunos elementos cuando se somete el esmalte a la técnica de grabado ácido, especialmente el ion calcio. Las mayores diferencias en el análisis comparativo del esmalte humano y bovino sin grabado ácido se observa en el ion zinc.

El tiempo de grabado ácido de 30 segundos en dientes de bovino demostró ser el más efectivo ya que presento los mejores valores en cuanto a la resistencia a la fuerza de cizallamiento en comparación con los dientes de 15, 60 y 0 segundos respectivamente.

2. RESINAS COMPUESTAS²⁴

2.1. Concepto:

Por definición un material compuesto es una mezcla de varios componentes con propiedades superiores o intermedias a las de los constituyentes individuales. Ejemplos de materiales compuestos naturales son el esmalte y la dentina de los dientes, donde en ambos, la partícula de relleno consiste en cristales de hidroxiapatita.

Los composites fueron definidos por Phillips como una combinación tridimensional de, al menos dos materiales de distinta naturaleza química y con interfases diferentes. El término de resina compuesta se utiliza para definir un material constituido por tres fases diferentes: la fase matriz o resina, la fase dispersa o de relleno y la fase interfacial o de unión constituida por agentes silano. Cada una de estas fases es la responsable de una serie de propiedades de los composites y es potencialmente una fuente de clasificación y estudio de los mismos.

2.2. Composición química

2.2.1. Fase orgánica o matriz

En su composición aparecen tres sistemas: el más relevante es el sistemas de monómeros , el sistema iniciador, útil para la polimerización de los radicales libres; y el sistema estabilizador necesario para maximizar la estabilidad del complejo durante su almacenamiento, así como su estabilidad química durante la fase de resina curada.

2.2.1.1. Monómeros

Resinas de metil metacrilato: Se utilizó en 1930 como base de prótesis de resina, años después como material de restauraciones indirectas de resina.

²⁴Manuel Toledano Pérez, Raquel Osorio Ruiz, Fátima Sánchez Aguilera, Estrella Osorio Ruiz. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Ed. Avances Médicos-dentales, S.L. Madrid. España. 2009

Luego se añadió sistemas REDOX de iniciador y acelerador que permitía la polimerización; pero se dejaron de utilizar por su alta contracción, alto coeficiente de expansión térmica, decoloración, daño pulpar y alta incidencia de caries secundarias.

Resinas Epoxy: estos no se contraían tanto, su coeficiente de expansión térmica, su adhesión a la estructura dental y estabilidad de color lo hicieron aptas para trabajar en clínica; pero su lenta polimerización hizo que se desechara.

Resinas Bis-GMA: este monómero bifuncional supera al metil metacrilato por su alto peso molecular y estructura química, baja volatilidad, baja contracción de polimerización, fraguado rápido y generación de resina más dura. La configuración química de Bis GMA la convierte en una preparado rígido (dos ciclos aromáticos para unir monómeros) y viscoso (dos radicales de hidroxilo para establecer puentes de hidrógeno)

2.2.1.2.Reacción de polimerización

La reacción de polimerización es una reacción química a través de la cual los monómeros se unen entre sí por medio de enlaces covalentes y forman un polímero de cadenas cruzadas. Un polímero, por lo tanto, es una molécula larga formada por uniones repetidas de unidades monoméricas. Los monómeros comúnmente utilizados en odontología son líquidos que se convierten en sólidos durante el proceso de polimerización.

Estas resinas pueden activarse o iniciarse químicamente (composites autopolimerizable) o puede activarse con la incidencia de luz ultravioleta o halógena gracias a que en su composición hay iniciadores fotosensibles de la reacción (composites fotopolimerizable). Los que han mostrado un mejor comportamiento como materiales de restauración son los fotopolimerizables, y dentro de estos los que se activan con luz halógena o visible.

- **Iniciadores**

Puede realizarse por vía química, fotoquímica, radioquímica y térmica.

Vía química: que desarrolla el fenómeno de autopolimerización, se produce por la presencia de moléculas capaces de formar radicales libres. En el mercado suele aparecer bajo la presentación de pasta - pasta, en donde un envase contiene el peróxido activador y el otro la amina aceleradora, la mezcla de ambos puede ser imperfecta y por tanto la reacción química de polimerización puede quedar incompleta.

Vía fotoquímica: aprovechan la energía que transportan los fotones luminosos para generar radicales libres en el monómero y desencadenar, de esta manera, la reacción. La ausencia de peróxido asegura una mejor estabilidad y conservación del material. La fotopolimerización mejora las propiedades químicas y mecánicas del composite, principalmente por la ausencia del mezclado.

- **Inhibidores**

Los más comunes son la benzoquinona y la hidroxiquinona así como los derivados del fenol como P-4 metoxifenol (PMP) y el butil-fenol triterciario (BHT), que impiden la polimerización de los composites durante periodos prolongados de almacenamiento.

2.2.2. Fase dispersa o de relleno

Está constituida por partículas de diferentes tamaños que dotan de propiedades mecánicas o físicas adecuadas a los composites, y puede estar constituida por:

- ✓ **Cristales de cuarzo y silicato:** son partículas puramente inorgánicas, de forma irregular; su tamaño oscila entre las 1 y 100 micras por lo que se denominó macrorellenas. Poseen buenas propiedades mecánicas pero no estéticas.
- ✓ **Sílice:** se obtienen por proceso de hidrólisis o por proceso pirolítico o de precipitación química; son esferas de sílice cristalino cuyo tamaño oscila entre las 0,1 y 0,05 micras por lo que se denominó microrrelleno. Unen bien la fase matriz y tienen mejores propiedades estéticas, pero no son radiopacas y son más viscosas que hacen más difícil su manipulación.

Nota: surgieron los composites híbridos que incorporaban ambos tipos de partículas, pero no superaba ninguno de los dos ni mecánico ni estético. Pero se subclasificaron en 2 como de partícula medio entre las 1 y 10 micras (más parecidas a macrorrelleno) y resinas híbridas de partícula submicrónica, con 1 a 0,1 micras (más parecidas a microrrelleno).

- ✓ **Fibras cerámicas:** recientemente desarrolladas, son poco utilizadas, sus fibras cerámicas de una longitud máxima de 300 micras.

2.2.3. Agentes de unión matriz-relleno

Es importante que las partículas de relleno se unan a la matriz de resina mediante un agente de unión que mejora las propiedades físicas y mecánicas y puede proporcionar estabilidad hidrolítica que previene la penetración de agua a través de la interfase relleno-resina. Prácticamente todos los composites de uso

actual disponen de un agente adhesivo que mantiene unidos el relleno y la matriz. Se trata de una molécula bifuncional que une por sus dos extremos a la fase de resina por un lado y por el otro la fase dispersa. Aunque se utilicen titanatos y circonatos como agentes de unión son más frecuentes los silanos orgánicos como el gamma-metacril-oxipropil-trimetoxisilano.

2.3. Clasificación de las resinas compuestas.

2.3.1. Según el tamaño de las partículas de relleno (clásica según Lutz y Phillips y de leinfelder)

- ✓ **Composites de macrorrelleno o convencionales:** constituido por cristales de cuarzo de tamaño entre 1 y 100 micras con un relleno de entre 60 y 80%, en donde han sido desplazados por composites de relleno medio, por alta susceptibilidad al desgaste y rugosidad superficial.
- ✓ **Composites de microrrelleno homogéneo:** con partículas de sílice entre 0,1 y 0,05 micras con un relleno entre 30 o 40%; sus bajas propiedades mecánicas hacen que hayan sido sustituidas por otros.
- ✓ **Composites heterogéneos:** con partículas aglomerados (1 – 25 micras), prepolimerizados (esféricas de 1-200 micras) o tratados con calor (de forma irregular de 1-200 micras). Tienen hasta 60% de relleno, buenas propiedades estéticas.
- ✓ **Composites híbridos:** combina macro y microrrelleno con hasta 85% de relleno.
- ✓ **Composites de relleno medio:** su relleno contiene sílice entre 1 a 10 micras; contiene alta carga inorgánica lo que confiere buenas propiedades

mecánicas y menor contracción de polimerización. Han remplazado a las de macrorrelleno.

2.3.2. Según la polimerización:

- ❖ Composites autopolimerizable
- ❖ Composites fotopolimerizable: los incrementos no deben ser mayor de 2mm, incluso Bayne aconseja que la primera capa no supere los 0,5mm.
- ❖ Composites duales

2.3.3. Según la composición de la matriz:

- **Matriz orgánica:** composites que emplean monómeros de Bis-GMA, ya sea de cadena lineal, ramificada o etoxilada, o bien poliuretano.
- **Matriz inorgánica:** composites que emplean matrices de resinas sílico-orgánicas, en donde la contracción a la polimerización es menor al igual que la absorción de agua.

2.3.4. Según el contenido de relleno:

Bayne y col. las clasificaron de menor a mayor contenido de relleno:

- Selladores de fosas y fisuras
- Resinas compuestas de microrrelleno
- Resinas compuestas fluidas

Presentan propiedades mecánicas inferiores y mayor contracción a la polimerización por tener menor contenido de relleno. Algunas indicaciones son:

- ✓ Reparación de coronas provisionales de resina.
- ✓ Selladores de fosas y fisuras o restauraciones preventivas de resina, en donde no se requiere excepcional resistencia al desgaste.

- ✓ En los casos que se utilice la técnica de microabrasión con choneado de partículas de óxido de aluminio.

2.4. Propiedades de los composites:

2.4.1. Viscosidad:

Se define viscosidad como la resistencia al desplazamiento que ofrecen unas capas sobre otras. Los monómeros utilizados en la actualidad en los sistemas de resinas son Bis-GMA o UDMA, que poseen un elevado peso molecular y una alta viscosidad. La incorporación de partículas de sílice de microrrelleno que hoy en día prácticamente todos los sistemas lo poseen, le confieren características de mayor viscosidad aún, lo que dificultaba la manipulación; es así que los fabricantes añadieron diluyentes como el TEGDMA, lo cual en exceso aumentaría la contracción de polimerización.

2.4.2. Contracción de polimerización

Al contraerse forman una red macromolecular, que origina en mayor o menor medida una desadaptación entre la restauración y el tejido dentario que facilitará la entrada de gérmenes y fluidos orales merced a un proceso de capilaridad.

2.4.3. Sorción de agua y solubilidad

Se ven afectadas por el tipo de resina que determina la fase matriz del composite, la naturaleza de relleno y el tipo de polimerización: los efectos directos tras la inmersión del composite en agua oscilan desde un aumento de peso del material por incorporación de agua a su estructura hasta una disolución del material (tanto relleno como matriz), pasando por una mayor exposición de superficie del composite al liberarse las partículas de relleno y aumentar aún más la solubilidad.

2.4.4. Propiedades térmicas

2.4.4.1. Conductividad térmica y eléctrica: depende de la fase de relleno ya que la resina produce buen aislamiento. La conductividad es menor en composites de baja carga, sin embargo en todos los casos su conductividad son adecuadas y parecidas a la estructura dentaria y se considera muy favorables en comparación con restauraciones metálicas.

2.4.4.2. Dilatación y contracción térmica: son característica de la fase matriz; por lo que se relaciona inversamente con el porcentaje de relleno. La diferencia entre el grado de dilatación y contracción implica un desajuste entre el diente y la restauración al someterlos a cambios bruscos de temperatura.

2.4.4.3. Reacción exotérmica: como la polimerización, la presencia de mayor porcentaje de carga en el composite disminuye la producción de calor y por tanto los riesgos de provocar iatrogenia.

2.4.5. Propiedades mecánicas

Dependen del porcentaje de carga de los composites, del tipo de material de relleno, del grado de unión que se obtiene entre las partículas y la matriz, del grado de polimerización y conversión de la matriz, de la porosidad del material de fraguado y de su sorción de agua.

2.4.6. Radiopacidad

Los sistema de resina poseen diferentes grados de radiopacidad, en donde se consigue añadiendo partículas de relleno que tengan estas características, generalmente utilizándose materiales pesados como Bario, Aluminio, Zirconio, Zinc, Yterbio, etc.

3. ADHESIÓN DENTAL

La importancia dada a los procedimientos restauradores adhesivos aumenta a cada día. No obstante, es importante saber lo que viene a ser el fenómeno de adhesión y en qué situaciones la Odontología restauradora puede ser afectada por una falla en el proceso adhesivo.

Se puede definir la adhesión como la fuerza que hace con que dos sustancias se unan cuando están en íntimo contacto entre sí. Las moléculas de una sustancia son atraídas para las moléculas de la otra. Esta fuerza de atracción molecular de diferentes estructuras se denomina *adhesión*. Pero cuando esta atracción ocurre a nivel molecular se llama adsorción, e incluye todas las formas de unión química entre el adhesivo y el adherente (enlaces iónicas, covalentes, puentes de H y fuerzas de Van der Waals). De esta forma, la sustancia aplicada o añadida para producir adhesión se conoce como agente adhesivo y la superficie a la cual este se aplica se denomina adherente.

Cabe destacar que la atracción molecular puede ocurrir entre moléculas de un mismo cuerpo y a este fenómeno se le da el nombre de cohesión. No obstante, cuando esta atracción molecular ocurre entre diferentes cuerpos se le da el nombre de adhesión.

Transportando esto para la Odontología, es importante para el clínico saber que el diente está constituido básicamente de dos estructuras mineralizadas, el esmalte y la dentina, que poseen peculiaridades que las diferencian, lo que dificulta que se consiga la adhesión. También se suma el hecho de que el medio bucal es extremadamente desfavorable a la manutención, a largo plazo, de una interfaz adhesiva estable y que no presente fallas. En la cavidad bucal se encuentra un medio acuoso que es la saliva, además de las oscilaciones de la temperatura cuando se consuma diferentes tipos de alimentos que pueden servirse a temperaturas diferentes, y ocurren esfuerzos mecánicos que son transmitidos a la interfaz adhesiva cuando se realiza la masticación de los alimentos.

3.1. Evolución de los sistemas adhesivos²⁵

La Odontología Estética utiliza materiales hidrófugos, ya que no poseen afinidad con los líquidos que contienen sustancias colorantes, tales como café, té, vino y bebidas gaseosas, impidiendo así la alteración de color de la restauración estética. En realidad, la necesidad de ser hidrófugo no se limita solo al material restaurador, sino también al adhesivo que se encuentra presente en los límites de la restauración, como una delgada capa, y que asimismo debe ser resistente a la absorción de líquidos que contienen colorantes.

Estos adhesivos se comportan muy bien en lo referente a su unión con el esmalte, ya que éste, después de volverse poroso por la aplicación previa del ácido - se lava y seca totalmente, lo cual hace viable la adecuada penetración del adhesivo hidrófugo (GARONE, 1975).

De esta manera, es posible conseguir una perfecta adhesión de la resina compuesta a los márgenes de una cavidad totalmente circundada por esmalte; sin embargo, el problema persistía en cavidades de clase II o V, con margen gingival en cemento o dentina.

Hasta la década del 70 no se retiraba el barro dentinario (*Smear Layer*), ya que los sistemas adhesivos de entonces eran incompatibles con el substrato dentinario húmedo, y, por lo tanto, la adhesión se daba entre el adhesivo y el barro dentinario. Se trataba de una unión muy frágil que terminaba rompiéndose en el momento de la contracción de polimerización de la resina compuesta (Garone Netto, 2003).

Desde el principio se logró tanto éxito en el proceso de unión al esmalte, que luego se pretendió extender el acondicionamiento ácido a la dentina, pero sin obtener el éxito esperado. Esto se debe a que al retirar la capa de *barro dentinario*/ aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios, el ácido produce en la superficie de la dentina un nivel de humedad incompatible con las características hidrófugas de los adhesivos utilizados.

²⁵ Gilberto Henostroza, Adhesión en odontología restauradora, 2003

La brillante idea consistió en dividir el “Adhesivo” en dos componentes. El primero, llamado *Primers* fluido e hidrófilo, con la función de penetrar en las irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada. El segundo, llamado *Bond-que* corresponde al adhesivo en sí-es una resina fluida hidrófuga, que tiene por objeto recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta. El único componente que es hidrófilo penetra en la dentina y el esmalte, quedando totalmente recubierto por los hidrófugos, no pudiendo, por lo tanto, mancharse. Ese fue el comienzo de la era de los adhesivos que emplean el “acondicionamiento ácido total”.

Los primers son monómeros disueltos en un solvente del tipo acetona, alcohol o agua. Las moléculas de los *primers* presentan dos terminaciones, una hidrófila con radicales -OH y -COOH, que gracias a su afinidad por el agua facilitan la penetración en la dentina húmeda; y la otra hidrófuga, con terminaciones del tipo -HC=CH₂, cuyo doble enlace (al romperse) permite la unión con otro doble enlace, asimismo roto, existente en el segundo componente del adhesivo, el “Bond”. Las resinas fluidas, o bonds, son monómeros hidrófugos como el Bis-GMA, los cuales, pudiendo tener monómeros hidrófilos en menor cantidad, actuarán como intermediarios entre el primer material restaurador.

Resumiendo, el proceso de adhesión pasó a realizarse en 3 etapas: 1) el acondicionamiento ácido que actúa preparando el sustrato dental para la adhesión; 2) la aplicación del *primer*, que es la parte del sistema adhesivo compatible con la dentina húmeda, y finalmente 3) la parte hidrófuga o *bond*, compatible con la resina compuesta. Estos sistemas adhesivos se consideran como el punto de partida para todos los adhesivos modernos.

Los fabricantes siempre persiguen la simplificación; y, en el caso de los adhesivos, ésta se obtuvo disminuyendo etapas. La primera simplificación consistió en unir en un solo frasco el primer y el bond, y por eso les quedó la denominación de “Adhesivos de frasco único”.

Las técnicas que se utilizaban hasta entonces realizaban como primer paso el acondicionamiento ácido del esmalte y de la dentina.

Como consecuencia de la disolución de los cristales de hidroxiapatita, en la dentina intertubular queda una capa - de un espesor de cerca de 5 micrómetros - integrada por fibras colágenas que se encuentran separadas unas de las otras por el agua utilizada para lavar el ácido. Por lo tanto, es necesario poner atención a los siguientes dos aspectos:

- Si el agua que separa las fibrillas colágenas fuese retirada por el secado de la zona, tales fibrillas quedarán tan próximas entre sí que obstaculizarán la penetración del adhesivo.

Aun cuando se mantenga la humedad, para facilitar la penetración del adhesivo, este ingresará tan sólo cerca de tres micrómetros, dejando así alrededor de dos micrómetros de fibras colágenas sin proteger y consiguientemente expuestas a un proceso de hidrólisis.

En la dentina peritubular, que es más mineralizada, la disolución ácida amplía la entrada de los túbulos dentinarios. Si por una deficiencia en la técnica, el adhesivo no hubiese podido penetrar en los túbulos que fueron abiertos, se presentará la posibilidad de un cuadro de sensibilidad post operatoria.

La mejor forma de evitar estos problemas, fue lograr que el primer sea capaz de promover adicionalmente el acondicionamiento ácido. En el inicio de la década de los 90 surgieron los “adhesivos autoacondicionadores”, cuyo primer consiste en una molécula ácida y polimerizable, de manera que ácido y adhesivo penetren juntos. Siguiendo la tendencia de simplificación, aparecieron luego los adhesivos de etapa única, los cuales aplican de una sola vez Primer autoacondicionante y bond. En lo que respecta a técnica de utilización, la gran ventaja de los adhesivos autoacondicionadores consiste en prescindir del acondicionamiento con ácido fosfórico. Con ello se elimina, asimismo, la fase de lavado del ácido, el cambio de los rollos de algodón y el secado, manteniendo la dentina húmeda.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tipo I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efectividad comprobada en estudios clínicos 2. Experiencia prolongada con resultados excelentes 3. Estándar de oro con el que se comparan nuevos desarrollos 4. Se utilizan en sistema de autopolimerización como de fotocurado 5. En inserción rígida o plástica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnica sensible <ul style="list-style-type: none"> • La dentina debe mantenerse hidratada • Se realiza en varios pasos que deben seguirse con rigor
Tipo II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnica de menos pasos en consecuencia se tienen menos sesgos de ejecución y es más rápida 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En algunos sistemas es necesario el uso de un activador (adicional) cuando se utilizan con resinas de polimerización dual. 2. La dentina debe mantenerse hidratada
Tipo III	<ol style="list-style-type: none"> 1. La desmineralización de la dentina y su imprimación se producen en forma simultánea. 2. baja sensibilidad postoperatoria. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variabilidad en los valores de unión con esmalte. 2. No todos son efectivos en la unión con resinas o cementos de curado dual.
Tipo IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rápidos y fáciles de usar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baja eficiencia en la adhesión dental en función del tiempo. 2. Incompatibles con cementos o resinas de curado dual

Tabla N° 04: Clasificación de adhesivos: ventajas y desventajas

3.2. Adhesión en esmalte y dentina²⁶

3.2.1. Adhesión a esmalte

Entre las estructuras mineralizadas que constituyen el diente, el esmalte se presenta como una estructura heterogénea, constituida de aproximadamente el 95% de mineral, el 2% de material orgánico y del 3 al 4% de agua en peso. Además de esto, es importante destacar que este contenido mineral se constituye básicamente de cristales de hidroxiapatita, dispuestos de manera muy organizada, en largos prismas en forma de bastones, con diámetro de cerca de 5 *um* de diámetro con una apariencia de “agujero de cerradura” cuando observados el corte transversal.

Esa estructura extremadamente organizada, constituida por cristales de hidroxiapatita intercalados por finas películas de material orgánico y agua, puede ser alterada por la aplicación de ácidos en su superficie, y gracias a este descubrimiento hecho por BUONOCORE en 1955, se inició la revolución de los conceptos aplicados en la Odontología Restauradora. En su trabajo verificó que la superficie del esmalte dental podría ser desmineralizada de forma selectiva a través de la aplicación de ácido fosfórico, tornándola adecuada para la realización de técnicas adhesivas. A partir de entonces, con el desarrollo de las resinas compuestas en 1962 por BOWEN, se inició una revolución en los procedimientos restauradores, que permitieron la aplicación de la técnica de acondicionamiento ácido en el esmalte para la adhesión de resinas compuestas a la estructura dental

De esta forma, se sabe que la acción del ácido fosfórico sobre el esmalte dental ocurre a través de una desmineralización selectiva de los prismas, proporcionando un aumento en la porosidad del esmalte a nivel microscópico. Por esto, cuando se hace la aplicación de una resina fluida sobre la superficie acondicionada por ácido, esta se difunde por las porosidades, lo que provoca la formación de filamentos de resina dentro de la estructura del esmalte. A estos prolongamientos filamentosos de resina también se les da el nombre de tags. Por esta razón, se puede afirmar que la técnica de acondicionamiento ácido proporciona una unión micromecánica entre la resina compuesta y el esmalte, que

²⁶Rielson José Alves Cardoso, estética odontológica: nueva generación, 2003.

permite el desarrollo de varias técnicas adhesivas aplicadas en la Odontología como, por ejemplo, la fijación de braquetes ortodóncicos, sellantes de fosas y fisuras, restauraciones directas con resinas compuestas, facetas laminadas, restauraciones indirectas en porcelana y prótesis adhesivas.

A partir del desarrollo de la técnica de acondicionamiento ácido del esmalte, se vienen desarrollando muchos estudios a fin de determinar cuál es la mejor forma de obtener una excelente adhesión al esmalte, lo que hace que este procedimiento sea imprescindible cuando se realiza una restauración con resina compuesta.

Cuando se aplica el ácido fosfórico sobre el esmalte, se inicia una descalcificación selectiva de los prismas, pudiendo ser en su núcleo (Tipo 1) o en su periferia (Tipo 2). Sin embargo, en algunas regiones se puede encontrar un patrón de descalcificación generalizado donde no hay evidencias específicas de prismas de esmalte (Tipo 3), siendo este último no deseado en los procedimientos restauradores.

Básicamente lo que se espera del acondicionamiento ácido del esmalte es la creación de un área adhesiva a través del aumento de la porosidad, aumento de la energía de superficie, causando una mayor mojadura del esmalte, favoreciendo la penetración del adhesivo. Por esto, el entrelazamiento micromecánico de la resina en las porosidades no permite su ruptura del esmalte, proporcionando una mayor longevidad de la unión.

3.2.2. Adhesión a dentina

Según destacado anteriormente, el esmalte es un sustrato con composición distinta a la dentina, aunque ambos sean tejidos mineralizados. La dentina humana es un tejido conjuntivo mineralizado semejante al hueso, pero con un metabolismo mucho más reducido. La dentina se forma a partir de la secreción de una matriz orgánica producida por los odontoblastos, constituida predominantemente de colágeno del Tipo I. Esta matriz extracelular es posteriormente mineralizada mediante un proceso complejo involucrando proteínas no colágenas. Este proceso no está todavía integralmente comprendido.

En volumen y peso respectivamente, la dentina madurada está constituida aproximadamente del 45-70% de materia inorgánica, del 33-18% de materia orgánica y

del 22-12% de agua. El principal componente inorgánico de la dentina es, semejante al esmalte, la hidroxiapatita. Aproximadamente el 56% de la fase mineral se encuentra dentro del colágeno, que constituye aproximadamente el 90% de la parte orgánica de la dentina.

La dentina es un sustrato permeable, intrínsecamente húmedo y heterogéneo. La permeabilidad de la dentina es el resultado de su estructura tubular. Durante la odontogénesis, los prolongamientos odontoblásticos se extienden en la matriz mineralizada (dentina primaria) y permite la formación de los túbulos dentinarios. El contenido mineral de la dentina circundando los túbulos (dentina intratubular) es mayor que en la dentina existente entre ellos (dentina intertubular). Los túbulos dentinarios no contienen solamente los procesos citoplasmáticos de los odontoblastos, sino también fluidos, fibras nerviosas y otras moléculas de matriz extracelular, y se extienden de la región de la predentina (que circunda la cámara pulposa) hasta el límite amelodentinario. La distribución, número y diámetro de los túbulos varía sustancialmente dependiendo de varios factores, como el acercamiento con la pulpa y la edad del diente. Por esto, cuanto más cerca esté la cavidad de la pulpa o cuanto más joven sea el diente, mayor será la permeabilidad de la dentina.

La adhesión al esmalte es un procedimiento estable, previsible y clínicamente comprobado. En contrapartida, la adhesión a la dentina es más compleja debido a su contenido de agua y de matriz orgánica y a su naturaleza tubular. Ya se propusieron varias estrategias de adhesión a la dentina. Para los sistemas adhesivos contemporáneos, la adhesión a la dentina demanda la retirada o penetración a través de la lama dentinaria - una película semipermeable de 0,5-0,2 μm de espesura, compuesta de colágeno desnaturalado y cristales de hidroxiapatita generada durante la instrumentación. Esta retirada se da fundamentalmente en función de la desmineralización superficial de la dentina, mediante la aplicación de un acondicionador ácido. A pesar de que un enlace químico entre las resinas adhesivas y la dentina ha sido demostrada, se acepta corrientemente que la adhesión a la dentina depende primariamente de una interacción micromecánica semejante a la que ocurre en la adhesión al esmalte, mediada por la difusión de monómeros resinosos hidrófilos en la

dentina acondicionada. El entrelazamiento de la resina adhesiva polimerizada *in situ* con las fibrillas colágenas y los cristales residuales de hidroxiapatita forman lo que se ha llamado de capa híbrida o zona de interdifusión resina-dentina. Se ha relatado que la composición de esta capa híbrida es de aproximadamente el 70% resina y el 30% colágeno.

Se ha cuestionado la importancia de la capa híbrida para el proceso de adhesión. Se han propuesto técnicas de adhesión donde el colágeno expuesto por el acondicionamiento ácido es completamente removido antes de la aplicación de una resina adhesiva. Mientras algunas investigaciones muestran que la retirada del colágeno causa una disminución en la fuerza de adhesión resina-dentina, otras investigaciones demuestran que esta técnica no causa una menor fuerza de adhesión, y puede incluso resultar en un aumento de la misma.

3.3. Factores que favorecen la adhesión²⁷

3.3.1. Dependientes de las superficies

- **En contacto íntimo:** Lo mejor que se adapta a un sólido es un líquido; por lo tanto, el Biomaterial restaurador o su medio adhesivo deberían serlo. Si no hay íntimo contacto, las reacciones químicas y las trabas mecánicas no se producirán.
- **Limpias y secas:** Lo primero es obvio, lo segundo es relativo. El esmalte es fácil de limpiar y secar; en cambio, en la dentina encontramos dificultades para realizar ambas cosas. Difícil de limpiar por su misma naturaleza y difícil de secar, de un lado por la presencia de líquido que exuda constantemente de los túbulos dentinarios cortados (por muy cubierto de Smear layer que se encuentre); y por otro, que de hacerlo significaría modificar el equilibrio hídrico del túbulo, lo cual es causa desde dolor postoperatorio hasta una mortificación pulpar.

²⁷ Gilberto Henostroza. Adhesión en odontología restauradora, 2003

- **Con alta energía superficial:** Mientras más alta sea esta energía, mayor será la potencialidad de atraer hacia su superficie tanto Biomateriales restauradores adherentes como sus sistemas adhesivos.
- **Potencialmente receptivos a uniones químicas:** El esmalte y la dentina lo son. El primero a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y el segundo a través de los mismos, más los radicales presentes en la fibra colágena: carboxilos, aminos y cálcicos.
- **Superficie lisa vs rugosa:** Desde el punto de vista de la adhesión física es indispensable que la superficie sea irregular para que en ella se trabee el adhesivo al endurecer. En cambio, desde el punto de vista de la adhesión química es preferible una superficie lisa en donde un adhesivo pueda correr y adaptarse sin dificultad.

3.3.2. Dependientes del adhesivo

- **Con baja tensión superficial:** Mientras menor sea ésta, mejor posibilidad de que el adhesivo humecte (moje) a los tejidos dentarios, logrando con ello un mejor contacto que favorezca uniones físicas y químicas.
- **Con alta humectancia o capacidad de mojado:** Mientras más humectante sea el Biomaterial a aplicar o sus sistemas adhesivos, mejor será el contacto favoreciendo con ello sus potenciales uniones físicas y químicas.
- **Con bajo ángulo de contacto:** Mientras menor sea éste, mejores posibilidades de humectancia, de contacto físico y de reactividad química.
- **Con potencialidad de enlace:** Ello implica que debe ser capaz de unirse física y químicamente a todos los tejidos dentarios, y, por supuesto, al Biomaterial restaurativo que pretende unir.
- **Con alta estabilidad dimensional:** Ya sea al momento de endurecer o una vez endurecido, frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecimiento o frente a tensiones que intenten deformarlo.

- **Con alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva:** Que lo hagan soportar las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral.
- **Biocompatibles:** Tanto con el diente como también con los tejidos orales y el paciente en sí mismo.

3.3.3. Dependientes del biomaterial

- De fácil manipulación, aplicación y mínima implementación.
- Con técnicas adhesivas confiables.
- Compatible con los medios adhesivos a ocupar.

3.3.4. Del profesional y del personal auxiliar

Si el profesional no conoce el Biomaterial a usar, no tiene la implementación que éste requiere, no capacita a su personal, y además no posee las habilidades psicomotoras que su utilización requiere, jamás podrá sacarle partido a ningún Biomaterial de nueva generación que pretenda usar, y será el peor crítico de un material que “en sus manos no resulta”, cuando ello se debe sólo a su falta de competencia, y no al material en sí mismo. Por lo tanto, cualquier crítica que éste haga sobre él “no será válida”. Pero hay un factor que reviste la mayor importancia y que en la mayoría de los casos es olvidado por el Odontólogo. Este es la presencia de aceite en el spray de sus turbinas y la presencia de aceite y/o agua en el aire de sus jeringas.

La presencia de aceite en el spray de las turbinas y en el aire de la jeringa triple contamina seriamente las superficies dentarias en tratamiento, impidiendo que sean receptivas de todo sistema adhesivo, y consecuentemente disminuyendo e inclusive anulando la adhesión que se pretende lograr. De existir presencia de agua en el aire de la jeringa triple, es evidente que no podrá secar las superficies dentarias. Recordemos que un esmalte limpio y grabado ha aumentado su energía superficial y puede atraer una capa mono molecular de agua, disminuyendo una mejor traba mecánica o una reacción química.

3.3.5. De los fabricantes

Con productos probados (más que en el laboratorio, clínicamente), que sean de alta durabilidad, con instrucciones claras y precisas, con mínima implementación, de bajo costo, fácil almacenaje y prolongada vida útil.

4. MICROFILTRACIÓN EN ODONTOLOGÍA

4.1. **Definición:** la microfiltración marginal es el ingreso de fluidos orales en el espacio entre la estructura dentaria y el material restaurador. Es un proceso dinámico que puede o no, disminuir con el tiempo, como un resultado a la exposición a la saliva, película y placa bacteriana, con cambios que pueden alterar el espacio entre el diente y la restauración²⁸. Al probar un nuevo material de obturación, una de las características más valoradas es su capacidad de sellado marginal²⁹. Pues, es de conocimiento general el efecto que la filtración bacteriana tiene sobre el complejo dentino-pulpar, y su prevención es prioritaria en la odontología restauradora.

Desde 1861 en un trabajo realizado por Tomes (citado por Taylor y Lynch, 1992), se examinaba con microscopio los márgenes de las restauraciones de amalgama. Posteriormente se comenzó a experimentar con la filtración de colorantes indicadores en los márgenes de las restauraciones. Desde estas primeras investigaciones, muchos investigadores se han dedicado a demostrar la filtración de los materiales y a mejorar el sellado marginal³⁰. Una prueba del éxito en este campo es que se haya generalizado desde hace tiempo el término “microfiltración”, que se define como el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material restaurador. Actualmente los métodos de trabajo han llegado a una discriminación tal, que se propone el término de “nanofiltración” para tratar de la

²⁸Beñaldo Fuentes, Clinton Rodrigo. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno. Tesis 2005. Chile

²⁹ Taylor MJ y Lynch E. Microleakage. J Dent 1992,20:3-10

³⁰ Del Nero MO, Conejo B y de la Macorra JC. Estudio in vitro de las variaciones de la permeabilidad dentinaria tras la obturación mediante cementos de ionómero de vidrio fotopolimerizables. 1994.

filtración en el seno de la capa híbrida, en su capa porosa, basal³¹, sin necesidad de la existencia de un espacio mensurable y continuo entre la restauración y el diente.

Factores de microfiltración:³²

La integridad marginal de una restauración depende de factores como el tipo de adhesivo y de material restaurativo, sus propiedades físicas, interacciones entre materiales y propiedades físicas del tejido en la interacción con el medio oral. Dentro de los factores que influyen en el grado de adaptación de un material para obturación, se tienen:

- Coeficiente de expansión térmica.
- Cambios dimensionales en el proceso de endurecimiento dentro de la cavidad.
- Viscosidad.
- Tipo de monómeros.
- Porcentaje de relleno.
- Módulo elástico.

La manifestación usual de la contracción de polimerización de un material es la aparición de un “gap” en los márgenes de la restauración que clínicamente puede aparecer coloreado.

Estas separaciones pueden ser del orden de las 21 – 22 um, cuando no se ha hecho adhesión a dentina y de un décimo de este valor cuando se ha grabado ácidamente la dentina; una reducción menor, como alternativa, se consigue además haciendo obturaciones por incrementos pequeños del material restaurador y usando materiales intermedios (liners) en las paredes de la cavidad. Estos materiales por tener bajos

³¹ Gómez S, Miguel A, De la Macorra JC. Estudio de la microfiltración modificada a un método. Avances en odontoestomatología Vol. 13. Núm. 4, 1997.

³² Colque Rojas, Sallyh. Estudio in vitro del efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% y la influencia de un intervalo de 7 días, en resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrógeno al 35%, mediante resistencia al cizallamiento y grado de microfiltración marginal, Tacna. 2013

módulos elásticos permiten que el estrés de polimerización del material restaurador se disipe en ellos, previniendo la formación de “gaps”.

El uso de la técnica de grabado total (Bertolotti 1990, Fusayama 1992), la aplicación de imprimadores que contienen acetona o alcohol (Gwinnett 1992) que facilitan la conformación de la capa híbrida, ha resultado en un incremento significativo en la fuerza de unión, en reducción de la microfiltración y en restauraciones libres de “gaps” in vivo, pero a pesar de esto hay presencia de sensibilidad postoperatoria y la sensibilidad es una manifestación de la microfiltración en la mayoría de los casos (Cox 1992), lo cual puede atribuirse al uso inadecuado de la fuente de fotocurado o por la evaporación incompleta del solvente del primer antes de aplicar la resina adhesiva.

El grado de contracción de un material se relaciona con el grado de polimerización y las uniones cruzadas en el material, las propiedades físicas del material, el grado de polimerización, el espesor de capa al aplicar u polimerizar el material.

También existe el llamado factor de configuración (Factor C) que es la relación entre el área libre de un material de restauración, el cual indica la conveniencia de polimerizar el material por capas y por paredes de la cavidad de tal manera que exista siempre una mayor área libre del material, la cual le permite contraerse sin generar “gaps”.

Consecuencia de la microfiltración:

La microfiltración marginal alrededor de las restauraciones dentales ha sido implicada en una variedad de condiciones clínicas como sensibilidad postoperatoria, hipersensibilidad crónica, caries secundaria y patología pulpar.

Ésta se define como el paso no detectable clínicamente de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre una pared cavitaria y el material restaurativo³³, ocasionando

³³Alani, H.A. and Toh, C. Detection of Microleakage around dental restorations: a review. Operative dentistry, vol. 22. 1997 pág. 173-85.

coloración y deterioro de los márgenes de la restauración, caries secundaria en la interfase diente-restauración, hipersensibilidad del diente restaurado y el desarrollo de patologías pulpares³⁴. Se ha demostrado que factores como el grabado ácido o la capacidad irritativa de los materiales restaurativos juegan un papel menor como agentes causales del daño pulpar que la filtración de bacterias alrededor de una restauración con inadecuado sellado marginal.

Métodos de estudio de la microfiltración³⁵

Los diferentes métodos de estudio de la microfiltración los podemos agrupar de la siguiente manera:

- Aire a presión.
- Estudios bacteriológicos.
- Estudios con radioisótopos.
- Análisis de la activación de neutrones.
- Estudios electroquímicos.
- Microscopio electrónico de barrido.
- Marcadores químicos.
- Estudios de penetración de colorantes.

De ellos, unos están en desuso, como los métodos de aire a presión o los estudios electroquímicos, otros por su sofisticación o no están al alcance de casi nadie o no son operativos, como ocurre con los estudios radioisótopos o los análisis de la activación de neutrones, y los hay también muy poco específicos, como los estudios bacteriológicos. Los estudios de penetración de colorantes son los más utilizados por ser los más disponibles y sencillos.

³⁴Tay, FR and Gwinnet, Pang. Variability in Microleakage observed in a total etchwet-bonding technique under different handling conditions. Journal dental research, vol 74:5, 1995 pp 1168-78

³⁵ Al-Salehi S. K., Burke F.J.T. Methodsused in dentinbondingtests: ananalysis of 50 investigationson bond strength. QuintessenceInt. 1997, 28(11):717-23.

Evaluación de microfiltración por tinciones:

Consiste en la introducción del diente extraído previamente restaurado, en una solución de colorante por un tiempo determinado.

Las muestras pueden sufrir o no termociclado o ciclado mecánico antes o durante la inmersión en el colorante. Aunque después de un lavado exterior, se secciona la muestra y se observa con determinada magnificación. Así se determina la extensión de la filtración a lo largo de la interfase, al resaltarse el colorante en contraste con el color del diente. Para ello, el colorante ha debido ser arrastrado, con su vehículo, a través del espacio de la interfase, depositándose en ella y no siendo eliminado en los procesos posteriores (lavado, corte).

La elección de los colorantes suele ser arbitraria, sin tener en cuenta el tamaño de las partículas ni sus comportamientos en distintas situaciones.

Por ejemplo, el azul de anilina se decolora en un pH alcalino, como es el caso de una base de hidróxido de calcio. No hay estandarización en las concentraciones y los tiempos utilizados, lo cual hace imposible la comparación de resultados entre distintos trabajos. La velocidad de penetración de un colorante varía mucho según la concentración a la que se encuentre.

El método de tinción con azul de metileno, ha sido utilizado en muchas investigaciones debido a que se considera de mejor penetración que otras tinciones y que los radio isótopos. El azul de metileno posee mayor permeabilidad que los radioisótopos y por su contraste es preferido frente a otras tinciones³⁶.

La visualización de la microfiltración se hace en cortes generalmente arbitrarios, lo cual por un lado nos da una visión bidimensional de la restauración y de la filtración, y por otro hace que los datos que obtenemos sean parciales ya que nos vemos toda la interfase, sino solamente las zonas que coinciden con los cortes. El

³⁶Angel Victoria Eugenia. Comparación entre la filtración marginal y la disolución del IRM, RID y coltosol. Revista CES Odontología 1999. Vol 12-Nº 1: 30-31

sistema más utilizado es el de un solo corte central. Como no se trabaja en condiciones fisiológicas, el tiempo y las condiciones de almacenaje de los dientes así como la ausencia de la presión intrapulpar que mantiene el fluido dentinario fisiológico pueden alejar los resultados de la realidad.

Escala de microfiltración:

Para medir la microfiltración propuestas por algunas investigaciones como María Gabriela Alvarado Ordóñez³⁷, Lidia Ernestina Trigueros³⁸ y siguiendo la metodología de Cabezas 2012³⁹, podemos encontrar la siguiente escala:

- Grado 0: No existe microfiltración apreciable
- Grado 1: Microfiltración menor a la mitad de la pared oclusal o gingival.
- Grado 2: Microfiltración mayor a la mitad de pared oclusal o gingival sin alcanzar la pared axial.
- Grado 3: Microfiltración de toda la pared gingival y pared axial.

Azul de metileno:

Su nombre técnico es cloruro de metilitionina, es un compuesto químico heterocíclico aromático. Posee un peso molecular de 319,85 g/mol, este colorante tiene carga positiva (acidófilo) y se une a compuestos cargados negativamente.

Esta sustancia tiene forma de cristales o polvo cristalino y presenta un color verde oscuro, con brillo bronceado. Es inodoro y estable al aire. Sus soluciones en agua o en alcohol son de color azul profundo. Es fácilmente soluble en el agua (40 g/l en agua a 20°C) y en cloroformo; también es moderadamente soluble en alcohol.

³⁷María Gabriela Alvarado Ordóñez. Análisis comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo gc g-bond y adper single bond. Cuenca- Ecuador. 2014

³⁸Lidia Ernestina Trigueros. Análisis comparativo de la filtración marginal entre los composites de aplicación directa condensables e híbridos. Cátedra de Odontopediatría de la F.O.R. U.N.R. 2003

³⁹Juan Pablo Cabezas Galleguillos. “Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total”. Departamento de odontología reatauradora. Facultad de odontología Universidad de Chile. Santiago de Chile. 2012

5. TÉCNICAS RESTAURADORAS⁴⁰

5.1. Aislamiento

El aislamiento del campo operatorio puede ser absoluto o relativo. El aislamiento relativo tiene como finalidad principal impedir que el flujo de saliva alcance y contamine las preparaciones dentales; para lograrlo se utilizan rollos de algodón para absorber la saliva. Es de importancia resaltar que este procedimiento solo proporciona un aislamiento efectivo a corto plazo y los rollos de algodón necesitan ser cambiados frecuentemente. En cambio, el aislamiento absoluto se realiza con dique de goma, el uso de esta técnica es considerada la más eficaz para el aislamiento del campo operatorio. Barnum en 1864 agujeró un paño de goma y consigue un capo seco alrededor del diente al tratar un molar inferior; en 1894 aparecen las grapas Ivory. La academia de medicina New York pone en manifiesto la importancia del dique de goma para tratamientos dentales.

5.2. Preparación cavitaria

Para reparar una cavidad es necesario eliminar todos los tejidos infectados o debilitados ya que estos tejidos serán incapaces de sostener el material restaurativo por mucho tiempo, utilizando la luz halógena se puede realizar la transluminación y podremos observar con claridad hasta donde se ha extendido la lesión del proceso carioso, así podremos determinar el tipo de abordaje que vamos a realizar con nuestro instrumental rotatorio ya sea por vestibular, oclusal, lingual, palatino o interproximal. Estudios determinan que la temperatura del material rotatorio sin refrigeración oscilará entre 316 a 427 C°.

5.3. Eliminación de tejidos infectados

Investigaciones realizadas en EEUU en la Universidad de Nebraska, se estudiaron cavidades preparadas por estudiantes de esta universidad y se demostró que al aplicar el detector de caries en el 91% de los casos se encontraron residuos de

⁴⁰ Fuentes Jaramillo, Ronald Jonnathan. Importancia de la técnica incremental en las restauraciones adhesivas realizadas en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología en el año 2011. Tesis. Guayaquil. Junio 2012

caries, otras universidades en Michigan, Lisboa, Londres se realizaron estudios parecidos donde se hallaron porcentajes altos de tinción con el detector de caries, si no se elimina completamente la caries en la pieza dentaria ya preparada vamos a provocar recidivas cariosas. Antes de realizar una restauración debemos realizar un buen diagnóstico pulpar debemos lavar correctamente la cavidad con aire, agua y secando la cavidad sin reseca los tejidos duros del diente, luego se lava la cavidad con clorhexidina la cual debe ser frotada en el esmalte y en la dentina por 10 segundos, luego lavamos y secamos, es en este momento donde podemos utilizar materiales de tinción para saber si hemos eliminado por completo el proceso carioso y en el caso que no haya tejido cariado, lavar el material de tinción durante 30 segundo.

5.4.Limpieza y desinfección de la cavidad

Antes de realizar una restauración debemos realizar un buen diagnóstico pulpar debemos lavar correctamente la cavidad con aire, agua y secando la cavidad sin reseca los tejidos duros del diente⁴¹

El objetivo es eliminar toda la contaminación visible. Esto incluye los detritos de la preparación, cemento provisional residual, etc.; utilizando soluciones desinfectantes como el gluconato de clorhexidina al 2%, cloruro de benzalconio u otros productos que incorporan fluoruro de sodio (Ultracid F, Ultradent; Tubulicid etiqueta roja) que pueden inhibir la actividad proteolítica de las MMPs. La eliminación total del barro dentinario está contraindicada si van a emplear sistemas adhesivos autocondicionada, ya que éstos utilizan dicha capa como componente integral de la capa híbrida.⁴²

La estrategia de unión de los adhesivos convencionales consiste en la desmineralización de la dentina con un ácido para exponer las fibras colágenas,

⁴¹Ronald Jonathan Fuentes Jaramillo. Importancia de la técnica incremental en las restauraciones adhesivas realizadas en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología en el año 2011, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Junio 2012

⁴² Barrancos Mooney. Operatoria dental Integración clínica, capítulo 42: Procedimientos comunes a la restauración adhesiva por Guillermo A. Rodríguez y Pablo Agustín Varas.4ta edición 2006

seguida por la infiltración de monómeros resinosos sobre estas fibras expuestas y finalmente la polimerización in situ de estos monómeros para formar la denominada “capa híbrida”. Desafortunadamente los monómeros resinosos no llegan a infiltrar completamente las fibras colágenas expuestas resultando en una zona de dentina desmineralizada debajo de la capa híbrida. Las fibras colágenas no protegidas de las regiones adhesivas, pueden ser degradadas por enzimas proteolíticas endógenas que se encuentran en la dentina llamadas “metaloproteinasas” de la matriz (MMPs). En donde han sido identificadas cuatro tipos de MMPs en la dentina: MMP-2 y MMP-9 (gelatinasas), MMP-8 (colagenasa) y MMP-20 (enamelinasa); estas enzimas son responsables de la degradación de la matriz extracelular en diferentes procesos fisiológicos (morfogénesis de los dientes) y patológicos como la caries dental.⁴³

Las soluciones fluoradas inducen la remineralización en la dentina intra cavitaria al depositar sales cálcicas; así se forma fluoruro cálcico. El ión flúor, además, es capaz de penetrar en la membrana celular bacteriana, consiguiendo un efecto bactericida mediante el spray de agua a presión o con peróxido de hidrógeno. Rusey Smith consideran que el peróxido de hidrógeno al 3% durante 30seg elimina parcialmente el Smear layer sin producir modificaciones substanciales en la superficie dentinaria.

Por el contrario, Branström y Johnson creen que el agua sólo elimina las partículas depositadas sobre el barrillo dentinario y que la acción de frotado con peróxido de hidrógeno provoca adelgazamiento.

Se han utilizado otras sustancias para su eliminación, aunque actualmente están en desuso: cloroformo y alcohol; el primero es cancerígeno y el segundo precipita las proteínas salivares o del fluido dentina. Sobre la dentina. No obstante, según la técnica utilizada se prefería eliminarla capa profunda. Esta se remueve fácilmente mediante soluciones ácidas o bien quelantes del calcio⁴⁴.

⁴³ Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro JM, Tjäderhane L. The role of matrix metalloproteinases in the oral environment. *Acta Odontol Scand.* 2007.

⁴⁴ Beltran R. Cinthia; Desinfección de preparaciones cavitarias, Universidad del Norte. Jul 02, 2009

5.4.1. Smear layer

También denominada como capa dentinaria untuosa, capa dentinaria estirada, capada dentinaria deformada, o también peyorativamente como barro dentinario, lodo dentinario y residuo dentinario.

El smear layer puede ser producido en la superficie dentinaria usando fresas de alta velocidad, instrumentos cortantes manuales incluyendo cinceles, limas endodónticas y hasta después del uso de curetas periodontales. Se atribuye a Boyde y col. La denominación Smear layer.

Está compuesta por un film orgánico de menos de 0.5 μm . De grosor y componentes como hidroxiapatita, cristales, sangre, saliva y bacterias. El smear layer varía de acuerdo al grosor, rugosidad, densidad y grado de adherencia a la estructura dentaria.

In vivo, el grosor del smear layer puede ser de entre 2 a 5 μm . Además cuenta con dos capas: la primera constituye un manto sobre toda la superficie dentinal, engloba varillas adamantinas, restos orgánicos y minerales, hidroxiapatita y microorganismos, partículas grandes y sueltas mayores a 5 μm . Esta capa no es adherida fuertemente y se puede desprender con la irrigación de la cavidad. La segunda es el smear layer que penetra en los túbulos y puede llegar hasta 110 μm . Está íntimamente relacionada con la composición del tejido y contiene colágeno, glicosaminoglicanos, restos de origen odontoblástico, bacterias, minerales, etc... Las partículas tienen 0.3 a 2 μm . Que se adhieren fuertemente a las paredes de la preparación por atracción electrostática.

Según Steenbecker, menciona que existen proyecciones de tapones del mismo tejido dentro de los túbulos dentinarios, que se denomina “Smear plug”, fenómeno que ocurre únicamente en dentina superficial o media donde los túbulos están vacíos y no contienen proceso odontoblástico.

También nos indica que el smear layer tiene un espesor que oscila de 0,5 a 6,5 micras (um) y el smear plugs de 4,5 a 8,6 micras. Ambos espesores están directamente relacionados con el tipo de instrumental rotatorio, la velocidad de giro utilizada, la temperatura desarrollada, la presión ejercida durante la preparación cavitaria, la edad del diente y la profundidad del tallado cavitario o área de dentina superficial, media o profunda involucrada.

El Smear layer presenta dos capas principalmente:

a) Una capa superficial: es el pseudo smear layer que contiene restos sueltos orgánicos e inorgánicos en forma de polvillo, con partículas mayores a 5 micras que no se encuentran adheridos a las paredes cavitarias. Esta capa, se genera cuando el tallado cavitario es realizado en campo seco, era conocida antiguamente como polvillo dentinario, elemento que era necesario eliminar por lavado para efectuar la limpieza de la cavidad. Esta capa no existe cuando la instrumentación se efectúa con alta o ultra alta velocidad con refrigeración acuosa que las elimina.

b) Una capa profunda o deformada: La capa profunda es el smear layer verdadero uniforme y amorfa, íntimamente relacionada con la composición del tejido, contiene los mismos componentes de la dentina y está conformada por partículas pequeñas de 0,3 a 2,0 micras fuertemente unida e integrada con la dentina a través de fuerzas de adhesión físicas de +/- 5 MPa, suficientes para impedir que sea removida con agua presurizada, pudiendo ser efectivamente eliminada sólo con ácidos débiles o fuertes en elevadas concentraciones.

Se ha comprobado que las bacterias que quedad en el smear layer, aún con un buen sellado de la cavidad oral, pueden multiplicarse, y producir sustancias tóxicas que se difunden por la dentina causando irritación a la pulpa dental. En los procedimientos actuales de odontología adhesiva, el

smear layer es removido, modificado o impregnado con resina para permitir una unión entre el diente y el material restaurador.⁴⁵

5.4.2. Desinfectantes cavitarios

5.4.2.1. Clorhexidina

Es un antiséptico cuya molécula es bicatiónica. Su forma más estable es en forma de sal, y el preparado más común es el digluconato de clorhexidina por su alta solubilidad en agua⁴⁶. Gracias a su carga positiva (propiedades catiónicas) se une a la hidroxiapatita, a la película de la superficie del diente, a proteínas salivares, a bacterias (polisacáridos extracelulares de origen bacteriano). Luego puede ser liberada activamente durante 24 horas. En bajas concentraciones (menores de 1%) posee una acción bacteriostática ocasionando un daño la membrana y causando por consiguiente la pérdida de sustancias de bajo peso molecular como iones potasio y fósforo; lamentablemente no produce muerte bacteriana. En altas concentraciones (mayores del 1%) es bactericida originando la coagulación y precipitación del citoplasma, lo que produce muerte celular. Es un agente antimicrobiano de amplio espectro que actúa sobre bacterias Gram-positivas, Gram-negativas, aerobios y anaerobios.

Pitt Ford y col. observaron que la Clorhexidina es efectiva en penetrar en el interior de los túbulos dentinarios para remover los residuos existentes.

Gendron y col., quienes demostraron que soluciones de clorhexidina pueden inhibir la actividad proteolítica de las MMPs -2, -8 y -9. Estas MMPs juegan un importante papel en las enfermedades inflamatorias destructoras de tejidos. Concentraciones en el rango de 0,002% al 2% han demostrado

⁴⁵Eldarrat Aziza, high Alec et Kale Girish. In vitro analysis of “smear layer” on human dentine using ac-impedance spectroscopy. *Journal of Dentistry* 32, 547-554, 2008

⁴⁶ López V. Effect 2.0% clorhexidine with adhesive systems: Microleakage study. *J Dent Res.* 2000

resultados favorables en cuanto a desinfección y a la prolongación de la unión resina-dentina.⁴⁷

Se ha demostrado que la limpieza de las preparaciones cavitarias para remover los restos orgánicos y residuos microbianos disminuye la sensibilidad post-operatoria y el riesgo de infección.

5.4.2.2. Hipoclorito de Sodio

El hipoclorito de sodio es una solución acuosa que actúa como solvente orgánico de las estructuras celulares y matrices orgánicas de la dentina y de la pulpa. Diversos autores concluyeron que el hipoclorito de sodio promueve la permeabilidad dentinaria. Estudios han comprobado que el NaOCl, es un agente proteolítico capaz remover los compuestos orgánicos en la dentina, aumentando la porosidad y la difusión de los monómeros adhesivos a través de ésta. Barrancos (2006) sugiere utilizar estos agentes químicos con precaución para la limpieza cavitaria porque poseen una acción muy enérgica y no solo disuelven a los contaminantes sino que pueden alterar la estructura del sustrato. Al ser su pH alcalino (10 – 12 aprox.) neutraliza la acidez del medio evitando el desarrollo bacteriano. Aún no existe un acuerdo sobre la concentración en la que debe ser usado. Por sí solo no remueve el barro dentinario, ya que sólo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y la preentina, principalmente sobre las proteínas de las mismas. El hipoclorito de sodio actúa además de promotor de la adhesión, como agente bactericida y bacteriostático, eliminando además fibras proteicas que crearía espacios en la fase mineral mayores que los espacios interfibrilares producidos por la desmineralización, por lo que la impregnación por un agente adhesivo dentario (AAD), se lograría con efectividad. Debe ser aplicado sobre las preparaciones cavitarias durante 45 a 60 segundos mediante un microbrush, frotando suavemente todo el sustrato

⁴⁷Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesión review: aging and stability of the bonded interface. Dent Mater. 2008..

expuesto, para luego lavar con agua presurizada durante 5 segundos y secar por un lapso de 5 segundos con aire filtrado.⁴⁸

5.4.2.3. Efecto de soluciones desinfectantes sobre la superficie dentinaria en la adhesión convencional y la adhesión autocondicionada⁴⁹

Es conocido que el uso de una solución desinfectante es necesario para la eliminación de bacterias de las superficies dentarias después de la preparación cavitaria. Si bien la eficacia de estas soluciones es reportada en la literatura e investigaciones se suele llegar a un punto controversial con respecto a los efectos adversos que pueden tener sobre la fuerza de adhesión de los materiales restauradores.

Se han realizado investigaciones sobre el uso de soluciones de clorhexidina como desinfectante cavitario en donde se evalúa el efecto que ésta puede tener sobre la fuerza traccional.

Ensayos *in vitro* con adhesivos convencionales mostraron que la resistencia de unión inmediata a dentina no es afectada cuando se usa clorhexidina antes o después del grabado ácido. Soares y col., usaron clorhexidina antes, durante (incorporado en el ácido fosfórico) y después del grabado ácido en la cementación de restauraciones indirectas de resina compuesta, y no encontraron diferencia significativa en la resistencia de unión inmediata. Stanislawczuc y col. hicieron un trabajo a largo plazo evaluando el efecto de la clorhexidina en la resistencia de unión inmediata y después de seis meses con dos adhesivos convencionales cuando era aplicada incorporada en el ácido fosfórico o como *primer* terapéutico. En ambos casos fue efectivo para reducir la degradación de las uniones resina-dentina después de seis meses

⁴⁸Steenbecker, Oscar. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética y adhesiva. Capítulo IX: Tejidos dentarios y adhesión, pág 353. Universidad de Valparaiso. Chile 2007

⁴⁹Camarena fonseca, alexandrosy; efecto del uso previo de soluciones desinfectantes sobre la superficie dentinaria haciendo uso de sistemas adhesivos autoacondicionadores: fuerzatraccional, universidad peruana cayetanoheredia, facultad de estomatología. 2011

de almacenamiento en agua sin mostrar diferencias significativas entre ambos grupos de tratamiento.⁵⁰

Ricci HA y col. (2010) realizaron un estudio con el fin de evaluar la estabilidad mecánica de los enlaces de resina-dentina producidos in vivo en la presencia de clorhexidina; en donde concluyeron que el uso de la clorhexidina como un adyuvante para la adhesión a la dentina no produjo ningún efecto perjudicial para la resistencia de la unión inmediata y era capaz de reducir la tasa de degradación de enlace de la resina-dentina dentro de los primeros pocos meses después de la restauración.⁵¹

Carillo *et al.* (DentRes2007) demostró que la rehidratación con clorhexidina al 2% era útil para la preservación de la capa híbrida al almacenar en agua por 6 meses presentando mayores valores de adhesión.

También Mübin Soyman y col.⁵² (2005) evaluaron el efecto de dos desinfectantes cavitarios, una solución de clorhexidina al 2% y una de cloruro de benzalconio al 1 %, sobre la fuerza al cizallamiento y a la tensión de los sistemas de adhesión dentinaria utilizando One Step o Optibond Solo; en donde concluyeron que la utilización de clorhexidina al 2% o cloruro de benzalconio al 1% como desinfectantes cavitarios, después de grabar la dentina, no afectaron a las fuerzas de adhesión al cizallamiento y a la tensión de One Step y Optibond Solo.

Estos resultados son similares a los encontrados por Perdigao y cols. (2004) en donde su uso, previo al grabado ácido no tenía efectos adversos inmediatos en la unión del adhesivo y material restaurados en dentina.

⁵⁰ César Pomacóndor Hernandez. Papel de la clorhexidina en odontología restauradora. Odontología Sanmarquina. 2010.

⁵¹Ricci HA , Sanabe ME , de Souza Costa CA , Pashley DH , Hebling J .Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Araraquara School of Dentistry, UNESP - University of Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brazil., Augusta, GA 30912. Eur J Oral Sci; 118 (4) :411-6, Agosto 2010

⁵²Mübin Soyman, Berna Tarim, Fatma Koray, Esra Can Say, Turgut Gülmez. El efecto in vitro de los desinfectantes cavitarios sobre la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos dentinarios. Quintessence: Publicación internacional de odontología, ISSN 0214-0985, Vol. 18, N°. 2, págs. 59-64, 2005.

Así también, el análisis realizado en el estudio de Carrilho y cols (2007) indica que el uso de clorhexidina al 2% como antimicrobiano aplicado antes de colocarse el adhesivo (Scotch Etchant /Single Bond) y sin realizarse el lavado, tenía efectos benéficos en la preservación de la fuerza de unión a la dentina ya que actúa como inhibidor de las metaloproteinasas de la matriz dentinaria evitando la degradación de la capa híbrida; preservando también la fuerza de adhesión. La pérdida de integridad de la capa híbrida compromete la estabilidad de la unión dentina-resina. Las metaloproteinasas de la matriz pueden ser parcialmente responsables de la degradación de la capa híbrida. Al ser éstas inhibidas por acción de la clorhexidina, se planteó la hipótesis de que este desinfectante podría desacelerar la ruptura de los enlaces resina-dentina. Se realizaron preparaciones Clase I en terceras molares humanas extraídas seccionadas en dos partes. Una mitad fue restaurada sin la aplicación del desinfectante y la otra con su aplicación. Los especímenes fueron almacenados en saliva artificial con y sin inhibidores de proteasas. Luego se realizaron las pruebas de microtensión o tracción y se tomó nota del tipo de falla bajo el microscopio electrónico de escaneo, inmediatamente y seis meses después. Es así como se comprueba que con el uso de este desinfectante se preservaba significativamente mejor la unión después de seis meses y que los inhibidores de proteasas en el medio no tenían ningún efecto. En cuanto al análisis de fallas se encontró una menor cantidad en el grupo de clorhexidina.

Alves de Castro y cols (2003) evaluaron el efecto de la clorhexidina 2% sobre las fuerzas adhesivas de microtensión de resinas compuestas a dentina tratadas con tres diferentes sistemas adhesivos (Prime & Bond NT, Single Bond) incluyendo el sistema autoacondicionadores Clearfil SE Bond. En donde concluyeron que el uso de clorhexidina al 2% aplicada antes o después del acondicionamiento dentinario no ejerció ningún tipo de influencia sobre las fuerzas adhesivas de microtensión de resinas

compuestas a dentina incluyendo el sistema Clearfil SE Bond.

Carrilho y cols. (2007) se encontró que un punto discutible es la interacción de clorhexidina con las fibras colágenas expuestas, ya que las metaloproteinasas endógenas presentes en la matriz se encuentran presentes en la dentina coronaria y su activación tiene como resultado la degradación de la capa híbrida creada por los adhesivos. Por lo que si esta solución las inhibe, evita la degradación de la unión resina-adhesivo. Si bien la aplicación de clorhexidina al 0.12% o 2 % no tuvo ningún efecto inmediato sobre la fuerzas adhesivas de microtensión en adhesivos de grabado y lavado; la aplicación de esta solución al 2% fue dañina para los sistemas autoacondicionadores.

Ercan y cols (2009) evaluaron el efecto de diferentes desinfectantes cavitarios en la fuerza de adhesión de resinas compuestas a dentina haciendo uso de dos sistemas adhesivos mediante técnicas de ácido-lavado y autoacondicionador utilizando soluciones de clorhexidina 2%, NaOCl 2.5%, gel de clorhexidina 1% y peróxido de hidrogeno 3%. En 100 terceras molares. En donde concluyeron que los desinfectantes disminuyeron la fuerza de unión en sistemas autoacondicionadores pero no se encontraron efectos adversos cuando se usaron sistemas de grabado y lavado. Es necesario hacer notar que independientemente del sistema utilizado el gel de clorhexidina (1%) no tuvo ningún efecto adverso en la fuerza de adhesión.

Mónica Alava Freire y col.⁵³ (2012) en donde evaluaron la eficacia de dos sustancias desinfectantes como el hipoclorito de sodio (NaOCl) 5.25%, y la clorhexidina 2% utilizadas como irrigantes antes de la cementación del poste de fibra de vidrio (PFV) en el proceso de adhesión-cohesión, usando cemento dual (CD).,; concluyendo que el NaClO al 5.25% demostró ser la

⁵³Mónica Alava Freire, Nancy Mena Córdova, Fernando Sandoval. Evaluación de la interfase de adhesión-cohesión entre el poste de fibra de vidrio, cemento dual y dentina, previa irrigación con 2 sustancias desinfectantes. Revista Odontológica Mexicana. Vol. 16, Núm. 3 Julio-Septiembre 2012

que menor interferencia produjo en la interfase CD/D y CD/P presentando el mayor porcentaje de adhesión tanto en la interfase CD/D y cohesión en la interfase CD/P que la clorhexidina al 2% al no mostrar una diferencia significativa.

Correr y cols (2004) realizaron un estudio sobre el efecto del hipoclorito de sodio al 10% en la adhesión a dentina (cizallamiento) en dientes deciduos. En este estudio se demostró que el tratamiento del sustrato con NaOCl al 10% en solución por un minuto no afectaba significativamente la fuerza de adhesión en dientes primarios. Este hallazgo puede deberse a las características particulares del sustrato utilizado, debido a la mayor cantidad de materia orgánica (colágeno tipo I) y menor cantidad de contenido mineral en los dientes deciduos en comparación a los permanentes. El análisis de la interfase dentina-adhesivo de las muestras desproteinizadas mostraron la ausencia de la capa híbrida, sin importar el adhesivo utilizado, por lo que se sugiere que la fuerza adhesiva no solo depende de la presencia o ausencia de la capa híbrida, sino también de la porosidad de la superficie, de la infiltración del adhesivo en la dentina, la presencia de los cristales de hidroxiapatita y del grado de humedad del sustrato.

Fawzya, Amer y El-Askary (2008) también estudiaron al hipoclorito de sodio como pretratamiento de la dentina con adhesivos de grabado-lavado (Excite) y autoacondicionador (AdheSE) y luego realizaron una evaluación de la fuerza adhesiva. NaOCl fue aplicado en la superficie dentinaria frotándose suavemente por sesenta segundos para lograr la disolución de la capa de barro dentinario y evitar la formación de cristales de cloruro de sodio que pudieran cerrar los túbulos dentinarios. En este estudio se encontró un incremento en los valores de la fuerza de adhesión en el sistema autoacondicionador y grabado-lavado combinado con el uso de NaOCl. Sin embargo, a pesar de que el NaOCl 5.25% facilitó la penetración de los

monómeros de resina, no todo el colágeno expuesto fue encapsulado en resina resultando en la presencia de espacios entre la capa híbrida y la dentina desmineralizada subyacente. Si bien las investigaciones sobre este tema van en aumento, es necesario que se consideren todos los factores que pueden afectar los resultados obtenidos para así tener resultados más certeros y poder elegir adecuadamente un desinfectante sin correr el riesgo de que la fuerza adhesiva de microtensión del material elegido se vea afectada y por consiguiente, el tiempo de vida de la restauración.

5.5. Grabado total con ácido fosfórico

La aplicación de ácido fosfórico sobre la dentina provoca una eliminación del "smear layer" con un aumento concomitante de la permeabilidad dentinaria, lo que hace más fácil el paso hacia la pulpa de fluidos potencialmente tóxicos o de bacterias, pero el propio ácido fosfórico, no genera toxicidad pulpar. Debido a la desmineralización que causa a nivel de la dentina, esta queda como una red de colágeno, ya que se eliminó la hidroxiapatita; el espacio que la hidroxiapatita ocupaba entre las fibras ahora contiene agua, y cualquier secado excesivo de la dentina provocará la pérdida de agua y un colapso de las fibras colágenas. Se debe mantener la dentina húmeda. Sobre el esmalte dental actúa causando desmineralización del mismo y creando microporos que permiten una mayor adhesión de los materiales de restauración. El tiempo de aplicación no debe exceder de 15 segundos.

5.6. Aplicación del bonding

Después de ser lavada y secada la cavidad se procede a aplicar el bonding durante 20 segundos ejerciendo movimientos con el aplicador sobre la superficie grabada anteriormente, a esto se denomina "tiempo flow" que tiene como objetivo que el bonding ingrese por las micro retenciones producidas por el ácido grabador y luego se lo polimeriza.

5.7. Relleno de la cavidad

Una vez realizado todo lo anterior se lleva el material restaurador a la cavidad preparada, se lo adapta contra las paredes y pisos de la misma, esto se logra con espátulas adecuadas, las cuales pueden ser de aluminio adonizado o de acero inoxidable altamente pulido, de nitrato de titanio o pueden ser de teflón, hay que tener en cuenta (“Que la configuración cavitaria está relacionada directamente con la adaptación interfásica de los sistemas resinosos y que el rango de adaptación obtenido es inversamente proporcional al número de paredes de la cavidad” Barrancos Money).

El espesor de resina que se aplica influirá de forma directa en la adaptación del material, se realizará de manera incremental de 1mm de espesor debido a que algunos autores afirman que dan muy buenos resultados en la adaptación cavitaria; Manuel Toledano recomienda que estos incrementos no excedan los 2 mm de espesor, para evitar la contracción excesiva del material que pueda generar filtración en la unión resina-dentina. Luego de fotopolimerizar el material debemos verificar que la adaptación de la resina al diente sea óptima, mediante un explorador podremos identificar los excesos de resina para posteriormente realizar el acabado correspondiente con fresas multilaminadas o piedras para acabado.

Terminación de la cavidad

En la terminación tenemos 4 pasos el pulido, alisado, abrillantado y sellado.

5.7.1. Pulido de la restauración

Investigaciones determinan que los composites deben ser pulidos con distintos tipos de instrumentos, no debe ser pulida en seco, ya que esto va a sobrecalentar el material y va a llevar a un desgaste muy acelerado e interrumpirá la adhesión a las estructuras dentarias. Para darle la forma se pueden usar discos de grano grueso, fresas de 6 a 8 filos, fresas de diamante de grano grueso o medio, pero todo bajo abundante refrigeración para así evitar daños en la restauración y tratar de lo más

posible que en estas acciones del pulido devolverle la morfología correcta a la pieza dentaria para que recobre en lo que más se pueda su fisiología.

5.7.2. Alisado de la restauración

Lo último que se puede hacer para que no queden partes o zonas rugosas es dar el acabado más parecido a una pieza dentaria, se deben emplear fresas de 12 a 30 filos de alta velocidad, estas alisan la restauración sin modificar su contorno, en este momento el odontólogo elige cual es el instrumento más adecuado de utilizar dependiendo de la superficie que vamos a alisar.

Se sugiere utilizar también puntas de gomas pues son muy útiles en el sector anterior, las puntas y tasas de goma son de gran ayuda para la región posterior, esto se los utiliza en seco pero con poca presión para que no genere calor. En espacios interproximales lo más adecuado para utilizar son tiras ultra fina con zonas rugosas para alisar.

5.7.3. Brillo de la restauración

Este paso es muy importante para dejar el material restaurativo muy parecido al esmalte, para crear un brillo muy similar al esmalte va a depender de la resina que hemos utilizado, las composites de micropartículas poseen un tamaño muy pequeño de partículas, estas serán muy fáciles de pulir sin embargo estos materiales ya poseen un alto brillo al ser alisados con las puntas de goma, pero si se les quiere dar un toque de perfeccionamiento se le puede dar un pulido con pasta para pulir durante 30 segundos. Las híbridas tienen partículas un poco más grande que las de micropartículas y será un poco más divisible darle brillo, aunque los sistemas de pulido de goma hace que este material brille más fácilmente, el brillo ideal de pulido se lo obtendrá con una pasta de pulido.

5.7.4. Sellado de la restauración

El uso de selladores de superficie como último paso de una restauración es lo más conveniente. Estudios de corto plazo han mostrado que micro rajaduras causadas por el impacto de los procedimientos de finalización pueden ser sellados. Todas las restauraciones directas de resinas tienen defectos y porosidades microscópicas. Los selladores adhesivos que son similares al adhesivo de resina, están diseñados especialmente para el sellado de las fisuras de los márgenes.

CAPÍTULO III:

HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

3.1 Hipótesis

H₁: El efecto desinfectante del hipoclorito de sodio al 5% antes o después del grabado ácido reduce significativamente el grado de microfiltración de las restauraciones de resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino por encima de la Clorhexidina al 2% aplicado antes o después del grabado ácido y sin desinfectantes cavitarios en la técnica adhesiva convencional.

H₂: La aplicación de desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido no posee diferencia significativa en el grado de microfiltración de restauraciones de resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino

3.2 Operacionalización de las variables

VARIABLE	INDICADOR	CATEGORIZACIÓN	ESCALA MEDICIÓN
MICROFILTRACIÓN	Índice de microfiltración	Grado 0: Sin filtración	Intervalos
		Grado 1: Microfiltración menor a la mitad de la pared oclusal o gingival.(menor de 1 mm)	
		Grado 2: Mayor a la mitad de pared oclusal o gingival sin alcanzar la pared axial (más de 1 mm)	
		Grado 3: Incluye la pared axial.	
GRUPO DE ESTUDIO	Grupos	GRUPO A Tratamiento con hipoclorito de sodio al 5% por 60 segundos antes del grabado ácido.	Nominal

GRUPO DE ESTUDIO	Grupos	<p>GRUPO B</p> <p>Tratamiento con clorhexidina al 2% por 60 segundos antes del grabado ácido.</p>	Nominal
		<p>GRUPO C</p> <p>Tratamiento con hipoclorito de sodio al 5% por 60 segundos después del grabado ácido</p>	
		<p>GRUPO D</p> <p>Tratamiento con clorhexidina al 2% por 60 segundos después del grabado ácido.</p>	
		<p>GRUPO E (control)</p> <p>Tratamiento convencional con ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos esmalte y 15 segundos dentina</p>	

CAPÍTULO IV:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DISEÑO:

4.1.1. Técnica de Investigación

- **EXPERIMENTAL - IN VITRO:** Porque se determinan de forma in vitro, el grado de microfiltración de las restauraciones de resina compuesta utilizando desinfectantes cavitarios sobre la superficie dentaria como el hipoclorito al 5%, la clorhexidina al 2% y el ácido fosfórico al 37%
- **PROSPECTIVO - TRANSVERSAL:** Porque los hechos, se registran a medida que van ocurriendo y las variables se estudian de forma simultánea.
- **ANALÍTICO - COMPARATIVO:** Porque se comparan los diferentes grados de microfiltración obtenidas en ambos grupos experimentales con desinfectantes cavitarios en relación con el grupo control con un tratamiento convencional.

4.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

Incisivos inferiores de origen bovino extraídos, sanos y obtenidos de animales sacrificados, conservados en un periodo no mayor a 2 meses.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA:

Incisivos inferiores de bovinos, extraídos y conservados en suero fisiológico. La muestra de estudio corresponde a 100 preparaciones cavitarias en 50 piezas dentarias anteriores obtenidas de bovinos, seleccionadas de forma intencional, de acuerdo a los criterios de inclusión. Las muestras se dividen en 5 grupos:

- **GRUPO A:** Muestras tratadas con hipoclorito de sodio al 5% durante 60 segundos como desinfectante cavitario, previo al grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO B:** Muestras tratadas con clorhexidina al 2% durante 60 segundos como desinfectante cavitario, previo al grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO C: Muestras tratadas** con hipoclorito de sodio al 5% por 60 segundos después del grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO D: Muestras tratadas** con clorhexidina al 2% por 60 segundos después del grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO E:** Muestras tratadas sin desinfectante cavitario de manera convencional con ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina

4.3.1. Técnica de ejecución de investigación

4.3.1.1. Selección de muestras:

a. Criterios de Inclusión: Las piezas dentarias comprendidas en el estudio, reunieron las siguientes características:

- Incisivos bovinos inferiores.
- Estructura incisal, coronal y radicular íntegras o con lesión cariosa.
- Piezas conservadas en un medio húmedo y limpio.

b. Criterios de Exclusión: Las piezas dentarias comprendidas en el estudio, no presentan las siguientes características:

- Estructura incisal, coronal o radicular desgastadas o fracturadas considerablemente.
- Piezas dentarias en medio seco o desecadas.
- Piezas dentarias con rizogénesis incompleta

4.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

4.4.1. Instrumento documental:

- Fichas de observación in vitro.

4.4.2. Instrumentos mecánicos:

- Microscopio óptico.
- Cámara fotográfica digital.
- Computadora.
- Termociclador.
- Micromotor con contrángulo y pieza recta Lynx.
- Pieza de mano de alta velocidad Dentamérica.
- Lámpara de luz halógena para fotocurado Dentamérica.
- Unidad dental.

4.4.3. Procedimientos y técnica:

- **Preparación previa de los especímenes:**

Para este estudio, se utiliza una muestra de 100 preparaciones cavitarias en 50 piezas dentales anteriores de bovino y recientemente extraídas:

- Se conservarán en suero fisiológico y se eliminarán los restos de ligamento periodontal con hojas de bisturí N° 15.
- Con ayuda de discos de corte montados en un micromotor, se cortarán los ápices de los dientes, orificios por los cuales, se extraerán las pulpas dentarias con ayuda de tira nervios N° 70 y 80.
- Se realiza el destartraje de las muestras con un ultrasonido.
- Se realiza la profilaxis mediante el uso de escobillas montadas en un contrángulo sobre la superficie coronal de las piezas dentarias, sin pasta profiláctica y con agua de jeringa triple de la unidad dental.

- **Troquelado de las piezas dentarias:**

Se troquela cada una de las piezas dentarias bovinas con acrílico transparente en un molde de silicona pesada de 5 cm. de diámetro, dejando expuestas las superficies coroneales, con la siguiente asignación de colores, dividido así mismo en 5 grupos:

- **GRUPO A:** Acrílico de autocurado + colorante amarillo.
- **GRUPO B:** Acrílico de autocurado + colorante celeste
- **GRUPO C:** Acrílico de autocurado + colorante rojo
- **GRUPO D:** Acrílico de autocurado + colorante verde
- **GRUPO E:** Acrílico de autocurado transparente.

- **Preparación de la cavidad:**

El tallado de la cavidad se realiza por un solo operador mediante fresas de diamante calibradas, clase V de Black o Zona 3 según Mount y Hume, en cara lingual y vestibular de dimensión de 3 mm en sentido mesiodistal, 3 mm en sentido cérvico-incisal y de 2 mm de profundidad por medio de piedras de diamante cilíndricas punta plana, empleando una para cada 5 tallados.

- **Pretratamiento dentinario con desinfectantes cavitarios:**

- **GRUPO A:** Muestras tratadas con hipoclorito de sodio al 5% durante 60 segundos como desinfectante cavitario, previo al grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO B:** Muestras tratadas con clorhexidina al 2% durante 60 segundos como desinfectante cavitario, previo al grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO C: Muestras tratadas** con hipoclorito de sodio al 5% por 60 segundos después del grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO D: Muestras tratadas** con clorhexidina al 2% por 60 segundos después del grabado ácido con ácido fosfórico al 37 % durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina
- **GRUPO E:** Muestras tratadas sin desinfectante cavitario de manera convencional con ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina

En los grupos A, B, C y D se aplica las soluciones con la ayuda de un aplicador, frotando levemente la superficie, para luego realizar el lavado con abundante agua por 20 segundos con ayuda de la jeringa triple manteniéndola a una distancia estandarizada de 2cm para pasar a ser posteriormente secada con la ayuda del aire proveniente de la misma jeringa a una distancia de 5cm por 3 segundos.

En adelante, los procedimientos y técnicas empleados en cada grupo, serán los mismos.

- **Grabado con ácido fosfórico al 37%:**

Las preparaciones cavitarias se graban con ácido fosfórico al 37%, ‘ETCH-37’ (Bisco), por 30 segundos en esmalte y posteriormente la dentina por 15 segundos, seguido por el lavado con abundante agua por 20 segundos con la ayuda de la jeringa triple manteniéndola a una distancia estandarizada de 2cm para, posteriormente, ser secada con la ayuda papel Tissue por 5 segundos.

- **Aplicación del adhesivo:**

Se aplicó el adhesivo Single Bond - 3M ESPE con la ayuda de un aplicador, frotando levemente la superficie durante 5 segundos. Por último se aplica una corriente de aire leve a una distancia de 5cm por 3 segundos para promover la evaporación del solvente, siguiendo las instrucciones del fabricante, para posteriormente fotocurar por 20 segundos.

- **Aplicación del composite:**

Se procede a la restauración dental tanto en la cara vestibular como lingual mediante la técnica incremental con resina de fotocurado Z250 – 3M ESPE Cada incremento no mayor a 2 mm, fotocurando 30 segundos con la luz halógena cada incremento, realizando el acabado y pulido de los mismos.

- **Aplicación de barniz y conservación**

Terminadas las restauraciones por las caras vestibulares y linguales, se aplica una capa de barniz de uñas transparente en toda la pieza dental excepto dos milímetros antes de las restauraciones. Una vez seco el barniz las muestras son conservadas en suero fisiológico a temperatura ambiente durante 24 horas.

- **Termociclado:**

Cada grupo de piezas dentarias, con sus respectivas restauraciones, después de haber estado 24 horas en suero fisiológico al 0.09% a temperatura ambiente, se someten a cambios de temperatura mediante 120 ciclos de 55° a 5°C, con una variabilidad de +/- 5°C. Con intervalos de 2 minutos y un intermedio de agua a 37°C por 1 minuto.

Terminado este procedimiento, el grupo de piezas dentarias se sumerge en suero fisiológico a una temperatura constante de 37°C en una estufa por 24 horas.

Se mantienen las muestras constantemente en la misma solución.

- **Método de evaluación:**

- **Tinción con azul de metileno al 2%**

Para la tinción de azul de metileno al 2%; las porciones lingual y vestibular de acuerdo al grupo, se aplica una segunda capa de barniz de uña en la cara posterior a la restauración. Luego son sumergidos en azul de metileno al 2% a 37°C en una estufa por 24 horas, las muestras estarán constantemente en la misma solución. Transcurrido el tiempo se lava con agua destilada y secadas con papel toalla.

- **Corte de las muestras**

Para la evaluación de la microfiltración, las muestras son cortadas en sentido vestíbulo lingual/palatino, por discos biactivos de acero montado en micromotor a baja velocidad e irrigados con agua mediante una jeringa. Luego lavados con agua corriente, secados en papel toalla y colocados en recipientes plásticos divididos en grupos.

○ **Grado de microfiltración:**

Luego son evaluados por microscopio óptico a 40x aumentos, evaluando de modo cualitativo la penetración del agente colorante siguiendo la metodología de Cabezas (2012) y Sallyh Colque (2014):

- ✓ Grado 0: No existe microfiltración apreciable
- ✓ Grado 1: Microfiltración menor a la mitad de la pared oclusal o gingival.
- ✓ Grado 2: Microfiltración mayor a la mitad de pared oclusal o gingival sin alcanzar la pared axial.
- ✓ Grado 3: Microfiltración de toda la pared gingival y pared axial.

CAPÍTULO V:

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

CAPÍTULO V:

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

5.1. MATERIAL

5.1.1. Para la recolección del grupo de estudio:

- Envase de vidrio
- Suero fisiológico al 0,9%
- Pinza
- Forceps
- Elevador recto
- Guantes
- Barbijos

5.1.2. Preparación de muestras:

- Acrílico transparente autocurado
- Tinte para acrílico transparente
- Mango de bisturí y hoja de bisturí nº 15
- Silicona pesada
- Espátula de cera
- Campos descartables
- Mandil, barbijo y guantes

5.1.3. Para la aplicación de restauración adhesiva:

- Campo descartable
- Unidad dental (FareDent)
- Pieza de mano de alta velocidad (DENTAMERICA)
- Piedras de diamante cilíndricas grano medio
- Plumón de tinta indeleble negro
- Ácido fosfórico (Ácido gel 37% BISCO)
- Adhesivo dental (Single bond – 3M ESPE)
- Resina de fotocurado (Z250- 3M ESPE)
- Lámpara luz halógena (DENTAMERICA)
- Sonda Periodontal (HU-FRIEDY)
- Papel absorbente Tissue
- Hipoclorito de sodio al 5%
- Clorhexidina al 2%
- Microbrush

5.1.4. Para la conservación después de la restauración:

- Suero fisiológico al 0,9%
- Envase de plástico
- Pinza de algodón

5.1.5. Para el termociclado:

- Conservador de alimentos
- Motores pequeños de pecera
- Hervidor eléctrico
- Bolsa de cubos de hielo
- Termómetro eléctrico (Voltímetro CHALIMEX)
- Malla sintética de champagne
- Cronómetro de celular NOKIA C2-02

5.1.6. Corte de muestras:

- Micromotor
- Discos de acero biactivos
- Mandril largo
- Unidad dental
- Tapers rotulados
- Barniz de uñas transparente

5.1.7. Para el análisis de microfiltración

- Microscopio óptico
- Plastilina
- Lámina porta objetos
- Cámara fotográfica (NIKON)
- Mandil blanco
- Guantes descartables
- Fichas de recolección de datos

5.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

5.2.1. Ubicación Espacial:

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Tacna, en los laboratorios de biología y microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, así mismo en el consultorio “DENTAL BEGAZO” del Dr.

Miguel Arturo Begazo de la Cruz y la clínica dental “SONREIR” de la Dra. Carmen Lazo Cama.

5.2.2. Unidad de Estudio:

Para la presente investigación se seleccionaron 50 piezas dentales de bovino (incisivos) extraídos. Cada muestra de cada grupo se enumeró del 1 al 10, dividido en 2 restauraciones por pieza dentaria (vestibular y lingual).

- **GRUPO A:** Hipoclorito de Sodio al 5% antes del grabado ácido.
Conformado por 10 piezas dentales tratadas con Hipoclorito de Sodio al 5% durante 60 segundos como desinfectante cavitario antes del grabado ácido y con restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y vestibular.
- **GRUPO B:** Clorhexidina al 2% antes del grabado ácido.
Conformado por 10 piezas dentales tratadas con Clorhexidina al 2% durante 60 segundos como desinfectante cavitario antes del grabado ácido y con restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y vestibular.
- **GRUPO C:** Hipoclorito de Sodio al 5% después del grabado ácido.
Conformado por 10 piezas dentales tratadas con Hipoclorito de Sodio al 5% durante 60 segundos como desinfectante cavitario después del grabado ácido y con restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y vestibular.
- **GRUPO D:** Clorhexidina al 2% después del grabado ácido.
Conformado por 10 piezas dentales tratadas con Clorhexidina al 2% durante 60 segundos como desinfectante cavitario después del grabado ácido y con restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y vestibular.
- **GRUPO E:** Grupo Control – Resina Compuesta.
Conformado por 10 piezas dentales tratadas sin desinfectantes cavitarios de manera convencional con restauración adhesiva en cavidad clase V en la cara lingual y vestibular.

5.3. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

5.3.1. A nivel de sistematización:

5.3.1.1. Tipo de Procesamiento de Datos:

- Matriz de registro y control computarizado

5.3.1.2. Plan de Operaciones:

Clasificación de datos:

- Recuentos y codificación
- Análisis: utilizando tablas de frecuencia simple
- Cuadros para poder analizar los daños obtenidos
- Gráficos: barras de error al 95% de confianza

5.3.2. A nivel de datos de estudio:

5.3.2.1. Modalidades interpretativas:

Para la evaluación del grado de microfiltración marginal, se empleó un microscopio estereoscópico con aumento 40x, por medio del cual se observó la microfiltración marginal según grados de 0 a 3.

RESULTADOS

TABLA N° 1

DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS EN GRUPO DE ESTUDIO

GRUPOS DE ESTUDIO	TRATAMIENTO	n	%
Grupo A	Hipoclorito de sodio al 5% antes del grabado ácido + resina	10	20.0%
Grupo B	Clorhexidina al 2% antes del grabado ácido + resina	10	20.0%
Grupo C	Hipoclorito de sodio al 5% después del grabado ácido + resina	10	20.0%
Grupo D	Clorhexidina al 2% después del grabado ácido + resina	10	20.0%
Grupo E	Grabado ácido + resina	10	20.0%
Total		50	100%

Fuente: Ficha de control

En la tabla n°1 se observa la distribución de 50 muestras que fueron seleccionadas según criterio de inclusión y exclusión, las cuales fueron asignadas en cinco grupos en forma equitativa de 20% cada uno, según como sigue:

El grupo A (Hipoclorito de sodio al 5% antes del grabado ácido + resina) comprendió en 10 piezas dentales que fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 5% durante un minuto antes del grabado ácido a modo de una restauración en cavidades clase V en la cara vestibular y lingual por pieza dentaria.

El grupo B (Clorhexidina al 2% antes del grabado ácido + resina) comprendió en 10 piezas dentales que fueron tratadas con clorhexidina al 2% durante un minuto antes del grabado ácido a modo de una restauración en cavidades clase V en la cara vestibular y lingual por pieza dentaria.

El grupo C (Hipoclorito de sodio al 5% después del grabado ácido + resina) comprendió en 10 piezas dentales que fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 5% durante un minuto después del grabado ácido a modo de una restauración en cavidades clase V en la cara vestibular y lingual por pieza dentaria.

El grupo D (Clorhexidina al 2% después del grabado ácido + resina) comprendió en 10 piezas dentales que fueron tratadas con clorhexidina al 2% durante un minuto después del grabado ácido a modo de una restauración en cavidades clase V en la cara vestibular y lingual por pieza dentaria.

El grupo D (Control) comprendió en 10 piezas dentales que fueron tratadas de manera convencional sin desinfectantes cavitarios a modo de una restauración en cavidades clase V en la cara vestibular y lingual por pieza dentaria.

TABLA N° 2
DISCREPANCIA DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN
SEGÚN EL MOMENTO DE LA APLICACIÓN DE DESINFECTANTES
CAVITARIOS

GRADO DE MICROFILTRACIÓN	APLICACIÓN DEL DESINFECTANTE							
	Antes del grabado ácido		Después del grabado ácido		Control sin desinfección		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Sin filtración	14	35,0%	14	35,0%	9	45,0%	37	37,0%
Grado I	14	35,0%	13	32,5%	8	40,0%	35	35,0%
Grado II	9	22,5%	9	22,5%	3	15,0%	21	21,0%
Grado III	3	7,5%	4	10,0%	0	0,0%	7	7,0%
Total	40	100,0%	40	100,0%	20	100,0%	100	100,0%

P=0,808

En la tabla n° 2 se muestra las frecuencias de los grados de microfiltración obtenidas en las restauraciones con resina compuesta según el momento de la aplicación de desinfectantes cavitarios.

Demostrando que no existen diferencias significativas ($p=0,808$) en la aplicación de desinfectantes cavitarios antes y después del grabado ácido, respecto al grupo control que no recibió la aplicación de desinfectantes cavitarios

El grado de microfiltración marginal en la aplicación de desinfectantes cavitarios antes y después del grabado ácido presentaron valores similares, siendo el 35% de ambos grupos que no presentó microfiltración; mientras que el grupo control sin desinfectantes cavitarios no presentó microfiltración en el 45% de los mismos.

TABLA N° 3
DISCREPANCIA DE FRECUENCIAS DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN
SEGÚN GRUPOS DE ESTUDIO

GRADO DE MICROFILTRACIÓN	GRUPOS DE ESTUDIO											
	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Grupo E		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sin filtración	6	30,0%	8	40,0%	7	35,0%	7	35,0%	9	45,0%	37	37,0%
Grado I	7	35,0%	7	35,0%	7	35,0%	6	30,0%	8	40,0%	35	35,0%
Grado II	4	20,0%	5	25,0%	4	20,0%	5	25,0%	3	15,0%	21	21,0%
Grado III	3	15,0%	0	0,0%	2	10,0%	2	10,0%	0	0,0%	7	7,0%
Total	20	100,0%	20	100,0%	20	100,0%	20	100,0%	20	100,0%	100	100,0%

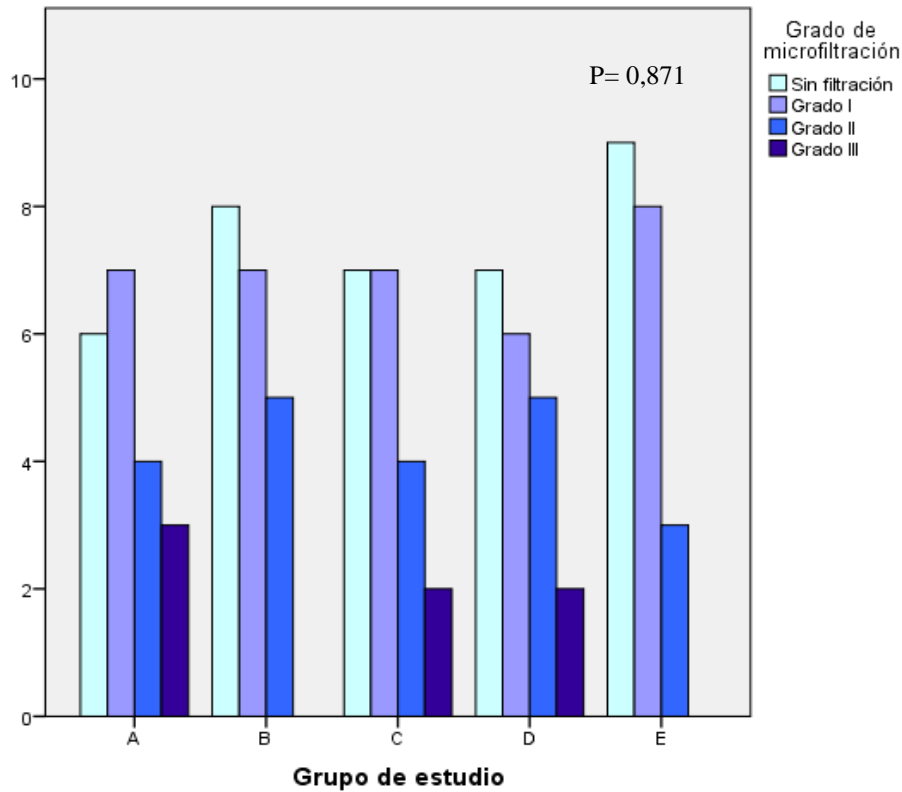
P= 0,871

En la tabla n°3 se muestran las frecuencias de los grados de microfiltración obtenidas en los grupos de estudio.

Demostrando que no existen diferencias significativas ($p=0,871$) en los grupos de estudio, siendo el grupo E diferente a los demás, por presentar menor microfiltración marginal respecto a los grupos A, B, C y D, que mostraron resultados similares

El grado de microfiltración marginal en el grupo A presentó grado I en el 35% de las muestras, el grupo B no presentó microfiltración en el 40% de las muestras, el grupo C no presentó microfiltración marginal en el 35% de las muestras, así mismo presentó microfiltración grado I en el mismo porcentaje, en el grupo D no presentó microfiltración en el 35% de las muestras; y el grupo E no presentó microfiltración en un 45% de las muestras.

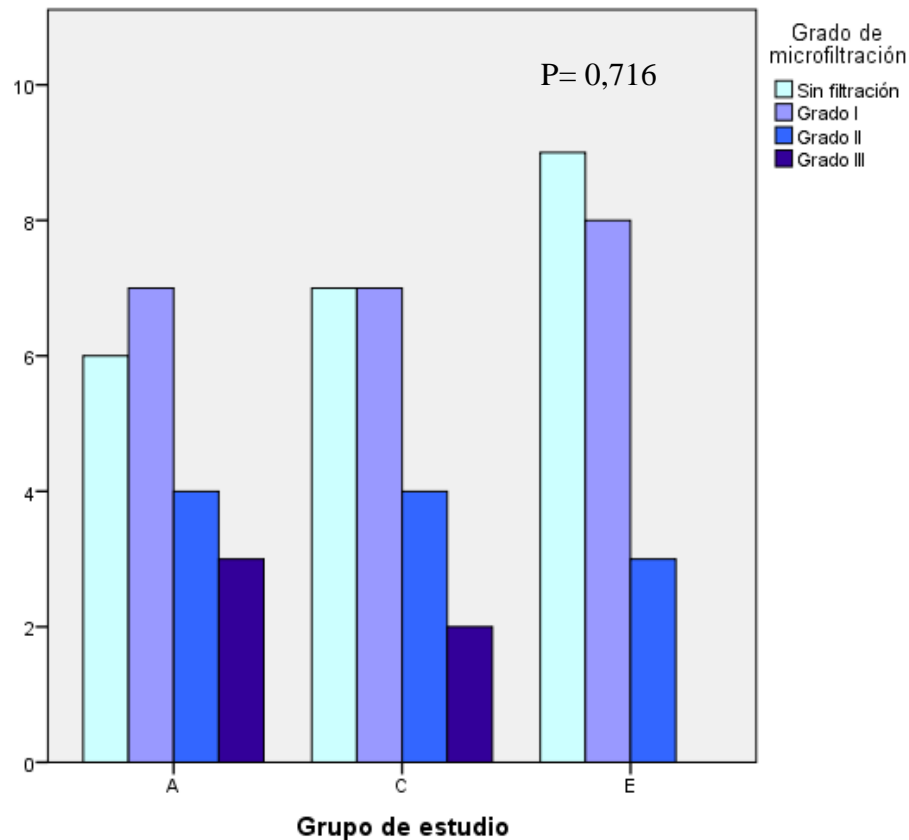
GRÁFICO N° 1
COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN DE
LOS GRUPOS DE ESTUDIO



En el gráfico n°1 se observa la comparación entre los grados de microfiltración obtenidos de los cinco grupos de estudio. Se observa que en el Grupo A el grado de microfiltración marginal más frecuente es el Grado 1, en el grupo C la mayor frecuencia se produjo en ausencia de microfiltración y el Grado 1; mientras que en el Grupo B, D y E la mayor frecuencia se produjo en ausencia de microfiltración marginal, siendo este último, el más predominante que los demás grupos, al presentar menor microfiltración marginal.

GRÁFICO N° 2

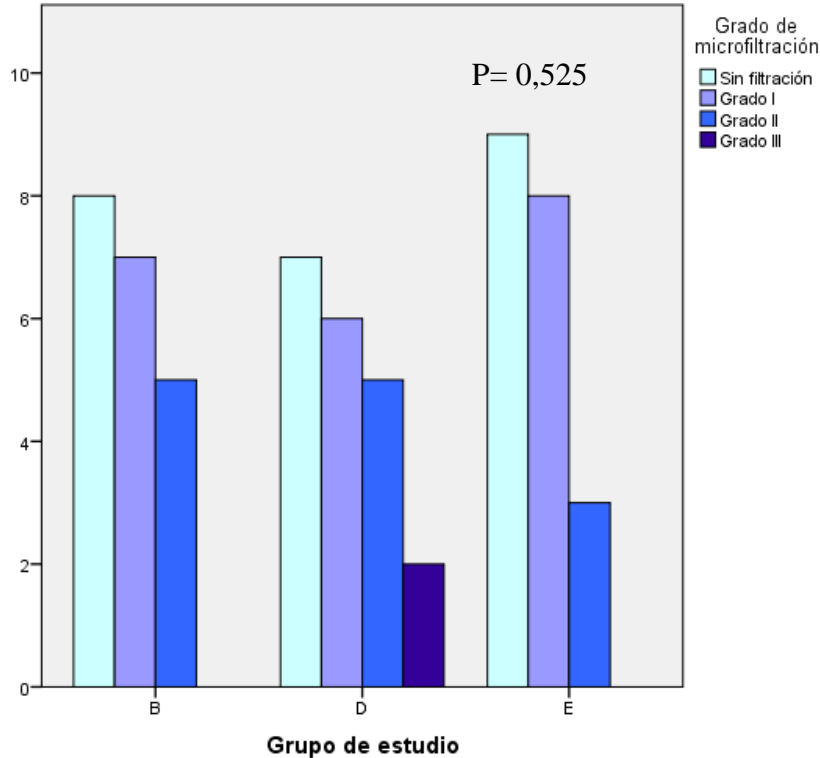
COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN SEGÚN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5%: GRUPO A (ANTES DEL GRABADO ÁCIDO), GRUPO C (DESPUÉS DEL GRABADO ÁCIDO) Y GRUPO E (CONTROL)



En el gráfico n° 2 se observan los grados de microfiltración marginal del Grupo A (Hipoclorito de Sodio al 5% antes del Grabado Ácido), Grupo C (Hipoclorito de Sodio al 5% después del Grabado Ácido) y el Grupo E (Resina) a modo control; señalando que la aplicación del Hipoclorito de Sodio al 5% antes o después del grabado ácido no presentan diferencias significativas ($P= 0,716$), respecto al grupo control que presentó menor microfiltración marginal que el grupo A y C.

GRÁFICO N° 3

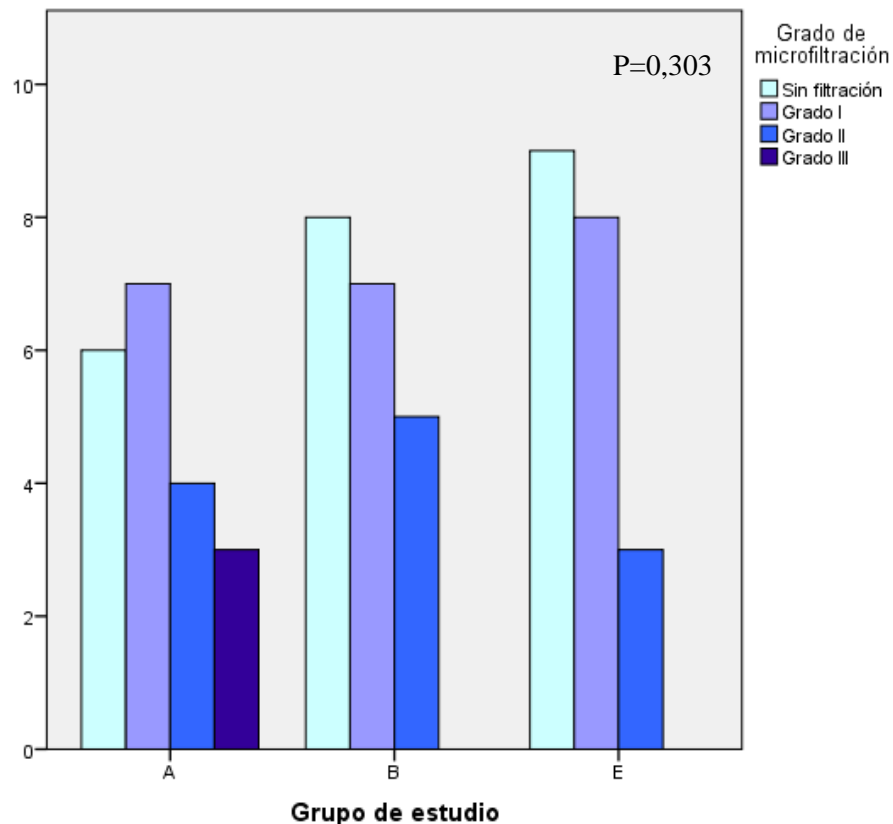
COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN SEGÚN APLICACIÓN DE CLORHEXIDINA AL 2%: GRUPO B (ANTES DEL GRABADO ÁCIDO), GRUPO D (DESPUÉS DEL GRABADO ÁCIDO) Y GRUPO E (CONTROL)



En el gráfico n° 3 se observan los grados de microfiltración marginal del Grupo B (Clorhexidina al 2% antes del Grabado Ácido), Grupo D (Clorhexidina al 2% después del Grabado Ácido) y el Grupo E (Resina) a modo control; señalando que la aplicación de la Clorhexidina al 2% antes o después del grabado ácido, no presentan diferencias significativas ($P= 0,525$), respecto al grupo control que presentó menor microfiltración marginal que el grupo B y D.

GRÁFICO N° 4

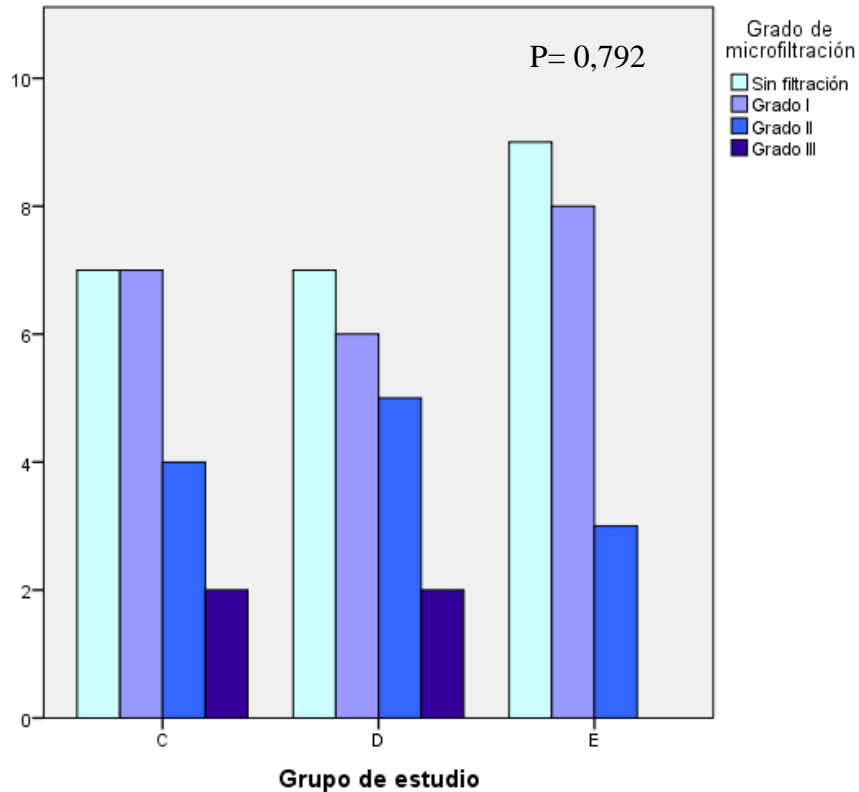
COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN SEGÚN EL MOMENTO DE APLICACIÓN, ANTES DEL GRABADO ÁCIDO: GRUPO A (HIPOCLORITO DE SODIO AL 5%), GRUPO B (CLORHEXIDINA AL 2%) Y GRUPO E (CONTROL)



En el gráfico n° 4 se observan los grados de microfiltración marginal según el momento de aplicación del desinfectante cavitario, antes del grabado ácido; del Grupo A (Hipoclorito de sodio al 5%), Grupo B (Clorhexidina al 2%) y el Grupo E (Resina) a modo control; señalando que la aplicación de la Clorhexidina al 2% y el Hipoclorito de Sodio al 5% antes del grabado ácido y el Grupo control, no presentan diferencias significativas ($P= 0,303$) respecto al grado de microfiltración marginal.

GRÁFICO N° 5

COMPARACIÓN DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN SEGÚN EL MOMENTO DE APLICACIÓN, DESPUÉS DEL GRABADO ÁCIDO: GRUPO C (HIPOCLORITO DE SODIO AL 5%), GRUPO D (CLORHEXIDINA AL 2%) Y GRUPO E (CONTROL)



En el gráfico n° 5 se observan los grados de microfiltración marginal según el momento de aplicación del desinfectante cavitario, después del grabado ácido; del Grupo C (Hipoclorito de sodio al 5%), Grupo D (Clorhexidina al 2%) y el Grupo E (Resina) a modo control; señalando que la aplicación Hipoclorito de Sodio al 5% antes o después del grabado ácido, no presentan diferencias significativas ($P= 0,792$); respecto al grupo control que presentó menor microfiltración marginal que el grupo C y D.

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

H₁: El efecto desinfectante del hipoclorito de sodio al 5% antes o después del grabado ácido reduce significativamente el grado de microfiltración de las restauraciones de resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino por encima de la Clorhexidina al 2% aplicado antes o después del grabado ácido y sin desinfectantes cavitarios en la técnica adhesiva convencional.

X= Microfiltración marginal con desinfectantes cavitarios

Y= Microfiltración marginal sin desinfectantes cavitarios

H₀ : X = Y

H₁ : X ≠ Y

H₂: La aplicación de desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido no posee diferencia significativa en el grado de microfiltración de restauraciones de resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino

Z = Microfiltración marginal con desinfectantes cavitarios antes del grabado ácido

W= Microfiltración marginal con desinfectantes cavitarios después del grabado ácido

H₀ : Z ≠ W

H₂: Z = W

H₁: Rechazar H₁

No se logró demostrar con la prueba estadística de diferencia de medias, que existen diferencias significativas entre X y Y ($P=0,878$), por lo tanto se descarta la hipótesis alterna. (Ver gráfico N° 2)

H₂: Aceptar H₂

Se demostró que no hay diferencia significativa entre Z y W ($P=0,808$). (Ver tabla N°2)

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

En base a nuestros resultados obtenidos en el presente estudio respecto al grado de microfiltración marginal; podemos señalar que el grado de microfiltración marginal aumenta en resinas compuestas utilizando Clorhexidina al 2% e Hipoclorito de Sodio al 5% sea antes o después del grabado ácido durante 1 minuto, encontrándose en el 35% de las muestras sin microfiltración marginal y en un 10%, grado III.

Sin embargo, el tratamiento adhesivo convencional sin utilizar Clorhexidina al 2% e Hipoclorito de Sodio al 5%; no mostró una microfiltración en un 45% de las muestras.

A diferencia de MARÍA JOSÉ DONOSO M. (2011), que evaluó la influencia del hipoclorito de sodio al 5,25% durante 60 segundos sobre la superficie del esmalte mediante observaciones al MEB, como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos, para determinar las características topográficas y modificación de la superficie del esmalte tras la desproteinización, comparándolo a la aplicación convencional de ácido fosfórico por 15 segundos. Concluyendo que la acción del Hipoclorito sobre la superficie asegura una mejor acción del ácido fosfórico en cuanto a modificación de la superficie dental haciéndola más favorable desde el punto de vista adhesivo.

En los estudios ejecutados por CONSTANZA CÁCERES Y COL.(2012), similar que el presente estudio evaluaron el grado de sellado marginal de restauraciones de Resina Compuesta confeccionadas con la técnica de Hibridación Convencional y la Técnica de Hibridación Reversa, utilizando el adhesivo Single Bond 2 ®(3M ESPE). Concluyen que el análisis estadístico de los resultados no arrojó diferencias estadísticamente significativas.

Así mismo JUAN PABLO CABEZAS GALLEGUILLOS (2012), mostró que las restauraciones que se realizaron con el adhesivo XP-Bond® utilizado mediante la técnica de grabado y lavado convencional presentaron menor microfiltración que las restauraciones que utilizaron el mismo adhesivo en otra técnica adhesiva, técnica de autograbado.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Bajo la metodología dispuesta para el presente estudio se llegan a las siguientes conclusiones:

1. El grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios antes del grabado ácido con clorhexidina al 2%, no obtuvo una microfiltración en 40%, así mismo obtuvo una microfiltración grado I en 35%, grado II en 25%, sin presentar microfiltración grado III en las muestras estudiadas.

2. El grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios antes del grabado ácido con hipoclorito de sodio al 5%, no obtuvo una microfiltración en 30%, así mismo obtuvo una microfiltración grado I en 35%, grado II en 20% y grado III en 15% en las muestras estudiadas.

3. El grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios después del grabado ácido con clorhexidina al 2%, no obtuvo una microfiltración en 35%, así mismo obtuvo una microfiltración grado I en 30%, grado II en 25% y grado III en 10% en las muestras estudiadas.

4. El grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con desinfectantes cavitarios después del grabado ácido con hipoclorito de sodio al 5%, no obtuvo una microfiltración en 35%, así mismo obtuvo una microfiltración grado I en 35%, grado II en 20% y grado III en 10% en las muestras estudiadas.

5. El grado de microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional sin desinfectantes cavitarios, no obtuvo una microfiltración en 45%, así mismo obtuvo una microfiltración grado I en 40%, grado II en 15%, sin presentar microfiltración grado III en las muestras estudiadas.

6. No existe diferencia significativa entre el grado microfiltración marginal de restauraciones con resina compuesta en piezas dentarias anteriores de bovino en la técnica adhesiva convencional con y sin desinfectantes cavitarios antes o después del grabado ácido; clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5%,

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- La aplicación de la clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5% en preparaciones cavitarias debe de utilizarse con precaución porque puede incrementar la microfiltración en resinas compuesta sea antes o después del grabado ácido en la técnica adhesiva convencional.
- Después de analizar los resultados de los grupos experimentales se recomienda realizar una investigación, que evalúe el grado de microfiltración utilizando la Clorhexidina al 2% e Hipoclorito de Sodio al 5% en diferente tiempo de aplicación.
- Se sugiere realizar estudios similares que evalúe fuerzas de cizallamiento utilizando los mismos agentes en relación al grado de microfiltración.
- Se recomienda evaluar otros estudios similares que evalúen los grados de microfiltración en relación a las fuerzas de cizallamiento, comparando un ácido grabador convencional con uno combinado con un agente desinfectante.
- Se sugiere evaluar otros estudios similares que evalúen la microfiltración marginal utilizando los mismos agentes desinfectantes con otros materiales restauradores.
- Se recomienda también evaluar los efectos que produce la aplicación de la clorhexidina al 2% e hipoclorito de sodio al 5% sobre el tejido dentario mediante un microscopio electrónico de barrido.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Guzmán-Armstrong S, Armstrong SR, Qian F. Relationship between nanoleakage and microtensile bond strength at the resin-dentin interface. *Oper Dent*. 2003
2. Ben-Amar A, Pilo R, Shapinko E, Lewinstein I. A microleakage study of single-bottle adhesives applied to enamel and cementum and aged by both occlusal loading and thermocycling. *Quintessence Int*. 2005
3. Pradelle-Plasse N, et al. “Effect of Dentin Adhesive on the Enamel-Dentin/Composite Interfacial Microleakage”. *Am J Dent*. 14:344-348. 2001.
4. Protocolo para la evaluación de la filtración marginal desarrollado por el Área de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 2000.
5. Barrancos M., Barrancos J., y colaboradores, “Operatoria Dental: Integración Clínica”, 4ª Edición, Editorial Panamericana, Buenos Aires, Argentina, Mayo 2006.
6. Nakabayashi N, Ashizawa M., Nakamura M. “Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin”. *Quintessence International*. 23(2) 135-141, 1992.
7. Okuda M., Pereira P. N., Nakajima M. & Tagami J. “Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds”. *Operative Dentistry*. 26(5) 482-490, 2001.
8. Hashimoto M., Ohno HJ., Kaga M., Sano H., Tay F. R., Oguchi M. H., Araki Y. & Kubota, M. “Over-etching effects on microtensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems”. *Journal of Dentistry*. 30(2-3) 99-105, 2002.
9. De Castro AK, Hara AT, Pimenta LA. “Influence of collagen removal on shear bond strength of one-bottle adhesive systems in dentin”. *J Adhes Dent* 2000
10. Montes MAJR., de Goes MF., Sinhoretí MAC. “The In Vitro Morphological Effects of Some Current Pre-treatments on Dentin Surface: A SEM Evaluation”. *Operative Dentistry*, 2005.
11. Ricci HA, Sanabe ME, de Souza Costa CA, Pashley DH, Hebling J. Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. *Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Araraquara School of Dentistry, UNESP - University of Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brazil., Augusta, GA 30912. Eur J Oral Sci; 118 (4) :411-6, agosto 2010*
12. Perdigão J., Lopes M., Geraldini S., Lopes G. C., García-Godoy F. “Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding”. *Dental Materials*. 16:311-323, 2003.
13. C.D. Constanza Cáceres, Rafaela Garrido, Silvia Monsalves, Marcelo Bader Mattar. “Análisis comparativo in vitro del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación convencional e hibridación reversa”, Universidad de Chile. 2012.

14. Cabezas Galleguillos, Juan Pablo en su estudio “Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total”. Departamento de odontología restauradora Área biomateriales dentales. Facultad de odontología. Universidad de Chile. 2012
15. Asunción Fe Retamal Martínez “Análisis comparativo *in vitro* del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con dos métodos de grabado ácido distintos” Departamento de odontología restauradora. Facultad de odontología. Universidad de Chile. 2012
16. Maria José Donoso M. “Evaluación al microscopio electrónico de barrido, de la influencia del hipoclorito sobre la superficie del esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos”, Ecuador, 2011.
17. Mantilla Torres, Sofía Daniela en su estudio “Evaluación *in vitro* de la influencia en la resistencia adhesiva de la aplicación de hipoclorito de sodio sobre la superficie dentinaria. Usando dos tipos de sistemas adhesivos de generaciones diferentes: optibond solo plus y optibond solo plus selfetch” Univ. San Francisco de Quito. Ecuador 2005.
18. Pereira Sánchez Natalie y Jordán Barrios Andreína en su estudio “Microfiltración de restauraciones clase v de resina compuesta colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total” Departamento de Prostodoncia y Oclusión. Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo. 2007
19. Dyce, Sack and Wensing. “Anatomía veterinaria” 2da edición. Mc Graw Hill Interamericana. 1999
20. Sisson S y Grossman J. “Anatomía de los animales domésticos” 5ta ed. Masson 2000. Tomo I, Cap 29
21. Gazquez Ay Blanco A. “Tratado de histología veterinaria”. Masson 2004 Cap 11.
22. Soto A., Carlos; Stanke C., Felipe; Rioseco S., Macarena. Diente de bovino, una alternativa a los dientes humanos como sustrato en investigación: revisión bibliográfica/Bovine teeth, an alternative to the human teeth in research: bibliographic review. Rev. Fac. Odontol. Univ. Chile; 18: 19-29, ene.-jun. 2000
23. Puentes H. y Rincon L. Caracterización química y mecánica parcial de dientes incisivos de bovino como posible modelo de estudio de materiales dentales. Rev. Fed. Odont. Colombiana. 2004
24. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. J Dent Res. 1983.
25. Schilke R., Lisson JA., Baus O., Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch. Oral Biol. 2000

26. Posada, Maria Claudia, Sanchez Cesar Fernando, Gallegos Gabriel Jaime, Peláez Vargas Alejandro, Restrepo Urrego Luis Felipe, Lopez Palacios Juan Diego. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. CES Odontología. 2006
27. Manuel Toledano Pérez, Raquel Osorio Ruiz, Fátima Sánchez Aguilera, Estrella Osorio Ruiz. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Ed. Avances Médicos-dentales, S.L. Madrid. España. 2009
28. Gilberto Henostroza, Adhesión en odontología restauradora, 2003
29. Rielson José Alves Cardoso, estética odontológica: nueva generación, 2003
30. Gilberto Henostroza. Adhesión en odontología restauradora, 2003
31. Colque Rojas, Sallyh. Estudio in vitro del efecto antioxidante del ascorbato de sodio al 10% y la influencia de un intervalo de 7 días, en resinas compuestas de dientes bovinos tratados con peróxido de hidrógeno al 35%, mediante resistencia al cizallamiento y grado de microfiltración marginal, Tacna. 2013
32. Alani, H.A. and Toh, C. Detection of microleakage around dental restorations: a review. Operative dentistry, vol. 22. 1997 pág. 173-85.
33. Tay, FR and Gwinnet, Pang. Variability in microleakage observed in a total etch wet-bonding technique under different handling conditions. Journal dental research, vol 74:5, 1995 pp 1168-78
34. Al-Salehi S. K., Burke F.J.T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. Quintessence Int. 1997, 28(11):717-23.
35. Angel Victoria Eugenia. Comparación entre la filtración marginal y la disolución del IRM, RID y coltosol. Revista CES Odontología 1999. Vol 12-Nº 1: 30-31
36. María Gabriela Alvarado Ordóñez. Análisis comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo gc g-bond y adper single bond. Cuenca- Ecuador. 2014
37. Lidia Ernestina Trigueros. Análisis comparativo de la filtración marginal entre los composites de aplicación directa condensables e híbridos. Cátedra de Odontopediatría de la F.O.R. U.N.R. 2003
38. Juan Pablo Cabezas Galleguillos. “Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total”. Departamento de odontología reatauradora. Facultad de odontología Universidad de Chile Santiago de Chile. 2012

39. Fuentes Jaramillo, Ronald Jonnathan. Importancia de la técnica incremental en las restauraciones adhesivas realizadas en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología en el año 2011. Tesis. Guayaquil. Junio 2012
40. Ronald Jonnathan Fuentes Jaramillo. Importancia de la técnica incremental en las restauraciones adhesivas realizadas en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología en el año 2011, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Junio 2012
41. Barrancos Mooney. Operatoria dental Integración clínica, capítulo 42: Procedimientos comunes a la restauración adhesiva por Guillermo A. Rodríguez y Pablo agustin Varas.4ta edición 2006
42. Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro JM, Tjäderhane L. The role of matrixmetalloproteinases in the oral environment. Acta OdontolScand. 2007.
43. Beltran R. Cinthia; Desinfección de preparaciones cavitarias, Universidad del Norte. Jul 02, 2009
44. Eldarrat Aziza, high Alec et Kale Girish. In vitro analysis of “smear layer” on human dentine using ac-impedance spectroscopy. Journal of Dentistry 32, 547-554, 2008
45. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesión review: aging and stability of thebonded interface. Dent Mater. 2008..
46. López V. Effect 2.0% clorhexidine with adhesive systems: Microleakage study. J Dent Res. 2000
47. Steenbecker, Oscar. Principios y bases de los biomaterials en operatoria dental estética y adhesiva. Capítulo IX: Tejidos dentarios y adhesión, pág 353. Universidad de Valparaiso. Chile 2007
48. Camarena fonseca, alexandrarosy; efecto del uso previo de soluciones desinfectantes sobre la superficie dentinaria haciendo uso de sistemas adhesivos autoacondicionadores: fuerzatraccional, universidad peruana cayetanoheredia, facultad de estomatología. 2011
49. César PomacóndorHernandez. Papel de la clorhexidina en odontología restauradora. Odontología Sanmarquina. 2010.
50. Ricci HA , Sanabe ME , de Souza Costa CA , Pashley DH , Hebling J .Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry, Araraquara School of Dentistry, UNESP - University of EstadualPaulista, Araraquara, SP, Brazil., Augusta, GA 30912. Eur J Oral Sci; 118 (4) :411-6, agosto 2010
51. MübinSoyman, Berna Tarim, FatmaKoray, Esra Can Say, TurgutGülmez. El efecto in vitro de los desinfectantes cavitarios sobre la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos dentinarios. Quintessence: Publicación internacional de odontología, ISSN 0214-0985, Vol. 18, N°. 2, págs. 59-64, 2005.
52. Mónica Alava Freire, Nancy Mena Córdova, Fernando Sandoval. Evaluación de la interfase de adhesión-cohesión entre el poste de fibra de vidrio, cemento dual y dentina, previa irrigación con 2 sustancias desinfectantes. Revista Odontológica Mexicana. Vol. 16, Núm. 3 Julio-Septiembre 2012

ANEXOS

ANEXO N° 01

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Número de muestra: _____

Código: _____

Grupo de estudio:

Grupo A **Grupo B** **Grupo C** **Grupo D** **Grupo E**

Resultados:

	Profundidad en milímetros	Índice de microfiltración
Microfiltración	_____ mm.	Grado 0 () Grado 1 () Grado 2 () Grado 3 ()

ANEXO N° 02

FICHA DE RESULTADOS POR GRUPO

N° de muestra	PROFUNDIDAD (mm.) GRUPO A () B () C () D () E ()	INDICE DE MICROFILTRACIÓN
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

ANEXO N° 03

RESINA COMPUESTA 3M ESPE FILTEK Z250



ANEXO N° 04

ADHESIVO ADPER SINGLE BOND 2 3M ESPE



ANEXO N° 05

ÁCIDO GRABADOR ETCH-37 GEL (BISCO)



ANEXO N° 06

SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% (DENTALE)



ANEXO N° 07

SOLUCIÓN DE CLORHEXIDINA AL 2% (MAQUIRA)



ANEXO N° 08

PIEZAS DENTARIAS ANTERIORES DE BOVINO



ANEXO N° 09

GRUPOS DE ESTUDIO



ANEXO N° 10

TERMOCICLADOR



ANEXO N° 11

GRUPOS DE ESTUDIO CORTADOS Y CON AZUL DE METILENO



ANEXO N° 12

MICROSCÓPIO ÓPTICO

