

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**



**“EFECTO DE LOS ACONDICIONANTES SOBRE LA DENTINA
RADICULAR EN LA MICRORETENCIÓN DEL POSTE DE FIBRA DE
VIDRIO”**

No. de registro 2022-9

TESIS

**QUE PRESENTA
CD. PAULINA LETICIA MORENO SÁNCHEZ**

**PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

**DIRECTORES DE TESIS
DR. JESUS EDUARDO SOTO SAINZ
DR. HECTOR EDUARDO FLORES REYES**

CULIACÁN ROSALES, SINALOA, ENERO 2022



Dirección General de Bibliotecas
Ciudad Universitaria
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57
dgbuas@uas.edu.mx

UAS-Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional Buelna

Restricciones de uso

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

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial
Compartir Igual, 4.0 Internacional



III. FINANCIAMIENTO

Beca conacyt 746971

IV. DEDICATORIA

Ésta tesis va dirigida principalmente a mis padres que fueron quienes me apoyaron durante toda mi especialidad que sin su apoyo no hubiese sido posible concluirlo; así también, en especial a mis abuelos Ernesto y Leticia que partieron a mitad de mi posgrado y me enseñaron la importancia de estar el mayor tiempo posible con la familia y que no todo es escuela o trabajo, si no disfrutar a las personas que tenemos a nuestro alrededor, porque el tiempo pasa aunque nosotros no estemos consientes de eso, un día estamos al otro día no sabemos, por eso hay que aprender a ser agradecidos por el hoy.

V. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a Dios por darme la oportunidad de haber estudiado una especialidad, por todo lo que pasó durante el posgrado 2019-2022, que fue “la pandemia”, ya que me permitió estar los últimos días con mis abuelos y disfrutarlos como nunca lo había hecho, mucho tiempo juntos.

A mis padres Refugio Moreno, Paulina Sánchez quienes me apoyaron en TODO, tanto mental como personalmente a seguir siempre adelante por más difícil que esté una situación y que a corto o largo plazo las cosas llegan para bien, y también a mis hermanos por su paciencia y apoyo durante todo mi posgrado.

A todos los doctores de la Especialidad de Endodoncia de la UAS por apoyarnos y guiarnos durante toda la especialidad, que hicieron su mejor trabajo cuando estábamos desorientados, por hacer su mayor esfuerzo para sacar lo mejor de nosotros, su paciencia, y más al momento de la realización de ésta tesis, en especial al Dr. Eduardo Soto y Dr. Alfredo Ayala gracias por sus asesoramientos y ayuda.

Y finalmente a mis compañeros, que más que eso fueron como mis hermanos, aunque no fue tanto el tiempo que convivimos como nos hubiese gustado, aprendimos que la unión entre compañeros hace más fácil el trayecto del posgrado. Gracias a cada uno de ellos porque aprendí un poco de cada uno y fuimos afortunados por la generación que nos tocó, la 7ma Generación.

INDICE

	Página
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE DE TABLAS	x
ABREVIATURAS.....	xi
1 INTRODUCCIÓN	12
2 MARCO TEÓRICO	13
2.1 Dientes tratados endodónticamente.....	13
2.2 Estructura y propiedades de la dentina	14
2.3 Restauración post endodóntica.....	16
2.3.1 Sistemas de postes intrarradiculares.....	16
2.4 Smear layer secundario	19
2.5 Soluciones acondicionantes.....	20
2.5.1 Hipoclorito de sodio (NAOCL)	21
2.5.2 Gluconato de clorhexidina (CHX)	22
2.5.3 Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)	23
2.5.4 Ácido ortofosfórico líquido y gel.....	25
2.5.5 Q-MIX	26
2.5.6 Ácido cítrico	27
2.5.7 BioPure MTAD.....	28
2.5.8 Ácido maleico	29
2.6 Métodos para la activación del irrigante.....	30
2.6.1 Activación sónica.....	30
2.6.2 Activación ultrasónica.....	31
2.6.3 Activación con láser.....	32

2.6.4	Irrigación activada por láser (LAI)	33
2.6.5	Láser de erbio: granate de itrio y aluminio (Er: YAG)	33
2.6.6	Láser de itrio-aluminio-granate (Nd: YAG) dopado con neodimio	35
2.6.7	Láser diodo.....	35
2.7	Irradiación láser a dentina	37
2.7.1	Láser Er CR: YAGG.....	37
2.7.2	Láser Erbium:yttrium-alluminium-garnet (Er:YAG).....	39
3	JUSTIFICACIÓN	40
4	OBJETIVOS	41
4.1	Objetivo General	41
4.2	Objetivos Específicos	41
5	MATERIALES Y MÉTODOS	42
5.1	Metodología	42
5.2	Lugar de realización	42
5.3	Criterios de inclusión	42
6	RESULTADOS	43
6.1	Total de artículos obtenidos	43
6.1.1	Soluciones acondicionantes sin activación	43
6.1.2	Soluciones acondicionantes con activación.....	48
6.1.3	Pretratamiento dentinario con láser	59
7	CONCLUSIÓN	65
8	PROPUESTA.....	66
9	BIBLIOGRAFÍA	67

RESUMEN

Introducción: Algunos órganos dentales después del tratamiento de conductos presentan una gran pérdida coronal por lo que es necesario colocar un poste de fibra de vidrio para retener la futura corona. Los postes de fibra de vidrio han tenido una gran popularidad, pero se ha visto una gran incidencia de su desalojo del conducto radicular por un inadecuado acondicionamiento dentinario, por lo que el objetivo de esta revisión de literatura es buscar los factores que promueven a mejorar/aumentar la microretención del poste de fibra al conducto radicular.

Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos, Pubmed, Science direct, Scielo, Scopus "Elsevier", World Wide Science utilizando las palabras clave "glass fiber post", "irrigant", "remove smear layer after post space", "laser push out bond strenght after post space", "push out bond strenght glass fiber post", "remove smear layer after post space"

Resultados: Al analizar las bases de datos se encontraron 1536 artículos, de los cuales 24 cumplieron con los criterios de selección, las variables analizadas fueron acondicionamiento dentinario antes de la colocación de un poste de fibra de vidrio analizados bajo microscopio electrónico de barrido y/o pruebas de push out bond strenght *in vitro*.

Conclusión: Los agentes acondicionantes que mostraron mejores resultados para el acondicionamiento dentinario y aumentar la fuerza de unión del poste de fibra al conducto radicular fueron el ácido cítrico al 10%, MTAD y EDTA al 17% activados ultrasónicamente o activados con láser Er:YAG a través de la técnica PIPS, así también el acondicionamiento dentinario a través de la irradiación con láser Er, Cr:YSGG sin importar la intensidad de su frecuencia.

Palabras clave: "glass fiber post", "irrigant", "remove smear layer after post space", "laser push out bond strenght after post space", "push out bond strenght glass fiber post", "remove smear layer after post space".

ABSTRACT

Introduction: Some dental organs after root canal treatment present a large coronal loss, so it is necessary to place a fiberglass post to retain the future crown. Fiberglass posts have been very popular, but there has been a high incidence of their dislodgment from the root canal due to inadequate dentin conditioning, so the objective of this literature review is to find the factors that promote improvement/increase the micro-retention of the fiber post to the root canal.

Materials and methods: we carried out a literature search in the following databases: Pubmed, Science direct, Scielo, Scopus "Elsevier", World Wide Science using the keywords "glass fiber post", "irrigant", "remove smear layer after post space", "laser push out bond strength after post space", "push out bond strength glass fiber post", "remove smear layer after post space"

Results: When analyzing the databases, 1536 articles were found, of which 24 met the selection criteria, the variables analyzed were dentin conditioning before placement of a fiberglass post analyzed under a scanning electron microscope and/or push-out bond strength *in vitro*.

Conclusion: The conditioning agents that showed the best results for dentin conditioning and increasing the bond strength of the fiber post to the root canal were 10% citric acid, MTAD and 17% EDTA activated ultrasonically or activated with Er:YAG laser through the PIPS technique, as well as dentin conditioning through Er, Cr:YSGG laser irradiation regardless of the intensity of its frequency.

Keywords: "glass fiber post", "irrigant", "remove smear layer after post space", "laser push out bond strength after post space", "push out bond strength glass fiber post", "remove smear layer after post space"

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla #1. Artículos evaluados de acuerdo a la línea de estudio.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla #2. Agentes acondicionantes de dentina sin activación</i>	<i>44</i>
<i>Tabla #3. Soluciones acondicionantes con activadores</i>	<i>49</i>
<i>Tabla #4. Pretratamiento dentinario con irradiación láser</i>	<i>60</i>

ABREVIATURAS

FRC: reforzado con fibra de vidrio

ETT: órganos dentales tratados endodóticamente

ITD: dentina intertubular

DPT: dentina peritubular

NaOCl: hipoclorito de sodio

Ca: calcio

P: fósforo

EDTA: ácido etilendiaminotetraacético

MPa: megapacales

GPa: Gigapascales

CHX: clorhexidina

MA: ácido maleico

PAA: ácido poliacrílico

PIPS: flujo fotoacústico inducido por fotones

LAI: irrigación activada con láser

Er:YAG: Láser Erbio Granate de itrio y aluminio

Nd:YAG: Láser itrio aluminio granate dopado con neodimio

O.D: órganos dentales

LT: longitud de trabajo

MEB: microscopio electrónico de barrido

POBS: push out bond strength

1 INTRODUCCIÓN

Los órganos dentales tratados endodónticamente suelen presentar gran pérdida de estructura coronal por lo que puede ser necesario la colocación de un poste intrarradicular para favorecer la retención de la futura restauración (1). Los postes de fibra de vidrio presentan una estética y radiopacidad aceptable (2) y han ganado popularidad gracias a su módulo de elasticidad muy similar al de la dentina (3,4) permitiendo una distribución homogénea de las fuerzas oclusales a lo largo del conducto radicular disminuyendo la incidencia de fractura (4,5).

La longevidad de éstas restauraciones depende principalmente de la interfaz de unión micromecánica entre el cemento resinoso con la dentina intrarradicular, así como el cemento de resina con los postes (6,7). Sin embargo, la principal causa de fracaso es su desalojo, debido a un deficiente acondicionamiento de dentina intrarradicular (8), por lo que es importante que el conducto radicular se limpie y acondicione para permitir la desmineralización de la dentina, formando una capa híbrida permitiendo la penetración del cemento a los túbulos dentinarios y formando así etiquetas de resina (6,9).

Existen diversos estudios *in vitro* que evalúan diferentes técnicas y métodos para favorecer la retención de los postes de fibra al conducto radicular a través de soluciones irrigantes, activadores, así como también la utilización de láser como activador de irrigantes para el pretratamiento de la dentina. Por lo tanto, el propósito de este estudio, fue revisar sistemáticamente la literatura utilizando estudios *in vitro* que evaluaron diferentes técnicas acondicionantes para mejorar/aumentar la microretención del poste de fibra al conducto radicular.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Dientes tratados endodónticamente

El objetivo del tratamiento de conductos es la eliminación del tejido pulpar enfermo, prevención de la enfermedad y curación de los tejidos periapicales (10). El éxito de éste tratamiento depende principalmente de la desinfección quimiomecánica para eliminar el tejido pulpar, los restos de dentina y los microorganismos, eliminando así los factores etiológicos que provocan la infección endodóntica y patosis periapical (11). Por eso, es importante que durante tratamiento endodóntico se empleen soluciones irrigantes con propiedades antimicrobianas y con capacidad para disolver tejidos para lograr una correcta desinfección (12).

Sin embargo, la disminución de éxito del tratamiento endodóntico la mayoría de veces no es debido a la realización de un tratamiento de conductos deficiente, si no que se ha comprobado estar principalmente afectado por la colocación de una restauración inadecuada y/o razones periodontales (13,14). En un estudio transversal, se comprobó que la principal causa de extracción de un órgano dental que tratado endodónticamente era debido a razones restaurativas (15); otros autores también han comprobado que para garantizar el éxito de órganos dentales tratados endodónticamente debe evaluarse la cantidad de estructura dentinaria coronal, capaz de soportar las fuerzas oclusales y evitar la fractura (16–18).

Por otra parte, el órgano dental tratado endodónticamente (ETT) puede presentar gran pérdida de la estructura coronal y radicular debido a restauraciones preexistentes, traumatismos, caries dental y preparación del acceso endodóntico (19) , lo que los hace aún más susceptibles a fracturarse. Es por eso que cuando existe una pérdida dentaria coronal de moderada a grave es recomendable la colocación de un poste y un muñón y, posteriormente, colocar una corona como restauración, con el principal propósito del poste que es retener la restauración de la estructura coronal (13), con el objetivo de crear un sistema de “cemento-poste-muñón” en los ETT con materiales libres de metal, con propiedades físicas similares a los tejidos dentales como es la dentina (19).

2.2 Estructura y propiedades de la dentina

La dentina es un tejido altamente mineralizado, avascular, elástico y duro que sostiene el esmalte y encierra la cámara pulpar central (20,21). Se compone de aproximadamente un 70% de materia inorgánica (minerales como apatita carbonatada), un 20% de material orgánico (principalmente colágeno tipo I) y un 10% de agua (21,22). Presenta un alto módulo de elasticidad de 20 GPa (23), la mayor parte de esto consiste en colágeno tipo I, que contribuye considerablemente a las propiedades mecánicas de dentina (24), mientras que el módulo elástico del esmalte es de aproximadamente 80 GPa (25). La dentina se encuentra unido al esmalte por la unión dentina-esmalte creando una integración perfecta para distribución de carga masticatorio para el ligamento periodontal y hueso (23).

La dentina se encuentra conformada de túbulos dentinarios, los cuales se localizan continuamente desde la unión dentina-esmalte a la pulpa en la dentina coronal, y desde la unión cemento-dentina al tejido pulpar de la raíz (20). La dentina radicular presenta de 8000 a 57 000 túbulos por milímetro cuadrado (mm^2), el número y el diámetro de los túbulos dentinarios disminuyen gradualmente hacia el ápice de la raíz, disminuyendo de aproximadamente 42,360 por mm^2 a 8190 por mm^2 desde el cuello cervical hasta dentina radicular apical (26).

Se ha demostrado que los túbulos dentinarios están rodeados por un matriz altamente mineralizado de dentina peritubular y una matriz intertubular que consiste principalmente en filamentos de colágeno tipo I reforzados con apatita (27). La dentina peritubular (DPT) en corte transversales presenta estructuras como en forma de anillo, altamente mineralizada, que consiste en una región hipermineralizada pobre en colágeno (aproximadamente 0,5 a 1 μm de espesor) de cristales de apatita (22), mientras que el resto del tejido alrededor de los túbulos dentinarios se llama dentina intertubular (ITD) y se compone de una matriz orgánica principalmente de fibras de colágeno reforzada por cristales de apatita similares a la de la dentina peritubular (21).

En el estudio de Xu, C y cols. (21) comprobaron que el contenido mineral (como Ca, P y Mg) en ITD y PTD fueron 88% y 96%, respectivamente, y de contenidos orgánicos en ITD y PTD fueron 12% y 4%, respectivamente.

Sin embargo, la disminución de la dureza está dada en su totalidad por los cambios que ocurren en la dentina intertubular (28), esto puede ocurrir por los efectos de las alteraciones microestructurales debidas a la caries, la esclerosis, el envejecimiento sobre la resistencia de los dientes (20), así como también durante el tratamiento endodóntico por la utilización de soluciones irrigantes en diferentes concentraciones pueden causar desmineralización, alteración de propiedades mecánicas de la dentina, ya que pueden inducir a cambios en la composición mineral de la dentina y en la proporción de calcio y fósforo presente en hidroxiapatita teniendo una influencia negativa sobre su estructura (29,30).

Se ha informado que el tratamiento de la superficie de la dentina con diferentes agentes puede causar alteraciones en la composición química y estructural de la dentina, afectando su permeabilidad, solubilidad y microdureza (30), principalmente en la relación Ca / P de la dentina radicular (31). Cuando existe erosión dentinaria se altera el contenido de calcio y fósforo a una profundidad de 300 μm , lo que compromete la estructura de la dentina radicular y aumenta el riesgo de fractura. (32)

El hipoclorito de sodio (NaOCl) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) son soluciones comunes utilizadas como irrigantes endodónticos (27). El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante más utilizado en endodoncia por su potencial para disolver tejido orgánico y por sus propiedades antimicrobianas (33), sin embargo, el uso de hipoclorito de sodio causa alteraciones en el sustrato de dentina (34). Marending, M y cols. (24) demostraron en su estudio que una exposición prolongada de NaOCl al 3% con 2 horas en contacto con el tejido dentinario, disminuye significativamente el módulo elástico y la resistencia a la flexión de dentina, por lo tanto posiblemente contribuyendo al debilitamiento de los órganos dentarios.

Así como también, se ha demostrado que a aplicación secuencial de NaOCl y EDTA causan erosión de la pared del conducto, caracterizada por la disolución de dentina

intertubular y peritubular, produciendo coalescencia de túbulos dentinarios erosionados (35), causando cambios en la microdureza de la dentina y erosión, lo que podrían aumentar la susceptibilidad a la fractura dental (27,36).

2.3 Restauración post endodóntica

La disminución del éxito de los órganos dentales tratados endodónticamente generalmente no es debido al tratamiento endodóntico, sino a la mala selección y colocación de una restauración inadecuada y razones periodontales (14,37).

El objetivo de una restauración permanente ideal no es solamente brindarle un sellado funcional, estético y marginal al órgano dental tratado endodónticamente, sino debe proteger la estructura dental restante (18). Existen varios ejemplos para restaurar éstos tipos de órganos dentales, entre ellos están los postes y núcleos, coronas de cobertura parcial o total, y obturaciones de amalgama o compuestos de resina directa (38). La selección ideal de cada uno de ellos dependerá de factores como el tipo de órgano dental de acuerdo a su ubicación en la arcada, las demandas funcionales que desarrolla el diente, la cantidad de estructura coronal remanente y la necesidad de que este diente sirva como pilar (17). Especialmente cuando existe una gran pérdida de estructura dentinaria coronal sin capacidad de soportar una reconstrucción del muñón , se recomienda la colocación de un poste endodóntico para la retención de la corona y mejorar su longevidad (3,38,39), ya que, el objetivo principal de los postes y muñones es reemplazar la estructura coronal del diente faltante lo suficiente para proporcionar la forma de retención y resistencia para la restauración final (40,41)

2.3.1 Sistemas de postes intrarradiculares

Cuando a un diente le falta más del 50% de la estructura coronal, se recomienda el uso de base de poste y muñón (17). Éstas restauraciones protegen o fortalecen al diente contra las fuerzas intraorales distribuyendo por igual las fuerzas de torsión

dentro de la dentina radicular a los tejidos de soporte, dispersando las fuerzas a lo largo de la raíz (40).

Se han desarrollado diferentes sistemas de poste a lo largo de los años, los primeros fueron los postes metálicos fundidos hasta los postes metálicos prefabricados, sin embargo requieren mucho tiempo clínico y no son estéticos (41), también se encuentran postes fundidos de metal convencionales con diferentes diseños como los postes roscados / no roscados y cónicos / no afilados (42). Pero de acuerdo a la demanda de la estética se empezaron a desarrollar postes con color similar al diente como son los postes de carbono, reforzados con fibra de vidrio, composite, cuarzo, cerapost y zirconia que han ganado popularidad (41,43,44). Sin embargo, estudios han comprobado que el uso de postes reforzados con fibra han reducido el riesgo de fractura radicular gracias a su módulo de elasticidad de 54,000 MPa, muy similar a la de la dentina que es de 20,000 MPa (41,45), lo que reduce la transmisión de tensión a las paredes del conducto radicular y el riesgo de fractura vertical (46) en comparación de los postes de acero inoxidable que presentan un módulo de elasticidad 20 y 10 veces mayor que el de la dentina (220.000 MPa), no son estéticos y son propensos a la corrosión cayeron en desuso (41,43,45).

Un sistema de postes ideal debe exhibir una resistencia a la fractura mayor que las fuerzas masticatorias promedio (40), como es en el caso de los postes libres de metal, ya siendo comprobado por diferentes autores donde concluyeron que los postes reforzados con cuarzo, carbono y fibra de vidrio muestran una buena resistencia a la fractura y, por lo tanto, pueden usarse en dientes tratados con endodoncia para mejorar su resistencia en comparación con los de acero inoxidable (40,41,43).

2.3.1.1 Postes de fibra de vidrio

Los postes prefabricados consisten en un alto porcentaje en volumen de fibras de refuerzo unidireccionales continuas en una matriz polimérica finalmente polimerizada, formando así un poste sólido con un diámetro predeterminado, presentan la facilidad de colocación y extracción *in situ* y la buena estética (47), así

también éstos postes compuestos reforzados con fibra presentan buenas propiedades fisicoquímicas y biocompatibilidad (48).

La ventaja de utilizar postes intrarradiculares con un módulo elástico similar al de la dentina, es que el estrés se distribuyen de manera más uniforme (4), permitiendo que las fuerzas masticatorias se transmitan a lo largo de todo el poste, evitando la concentración de tensiones y minimizando el riesgo de provocar fracturas radiculares (5). Como es el caso de los postes de fibra de vidrio, que promueve una resistencia mecánica debido a que tiene la resistencia a la flexión y el módulo elástico de 18 GPa y preserva la flexibilidad natural del diente (27), lo que hace que el estrés se distribuya más uniformemente, reduciendo así la posibilidad de fractura de raíz (7), por lo que cuando se somete a una carga de compresión, puede absorber mejor las fuerzas concentradas a lo largo de la raíz (43), reduciendo la concentración de estrés y restaura las distribuciones de estrés más cercanas al diente sano (27).

Otra de las ventajas de la utilización de éstos postes prefabricados de fibra de vidrio es que presenta propiedades favorables ópticas, incluida una mayor transmisión de luz a través de la raíz, son biocompatibles, resistentes a la corrosión, más fáciles extracción para retratamiento del conducto radicular (46), así también gracias a utilización de cemento de resina con el cual se cementa, puede reemplazar la estructura dental perdida, principalmente cuando se usa en conductos radiculares grandes y debilitados (4).

El éxito de la restauración de los dientes tratados endodónticamente con postes prefabricados puede depender de varios factores y/o condiciones, tales como longitud del poste, tipo de poste, tejido dentinario restante, la heterogeneidad del sustrato de la dentina, calidad de capa híbrida en paredes de raíz dentina, incompatibilidad química entre algunos sistemas adhesivos y cementos de resina (25). Sin embargo, estudios han demostrado que la unión del poste al conducto radicular se produce principalmente por unión micromecánico de la interfaz unión-dentina a través de una capa híbrida (7), éste mecanismo de unión permite la penetración de la resina en los túbulos dentinarios y la exposición de la fibra de

colágeno, por lo que es importante que el tejido dentinario radicular debe limpiarse y acondicionarse para permitir éste proceso (9,48).

Sin embargo, muchos factores pueden afectar ésta unión micromecánica entre ellos está la hibridación de la dentina que puede verse afectada por modificaciones en el sustrato de dentina causadas por irrigantes, obstrucción de los túbulos dentinarios durante la instrumentación, preparación del espacio para postes y tipo de sistema adhesivos (49), así como también, el eliminar la capa de smear layer que se forma después de la desobturación del conducto que contiene restos de sellador y gutapercha, ya que permite mejorar la retención micromecánica de los cementos de resina (48), el cual ayudará a limitar las microfiltraciones y aumentar la retención de los postes prefabricados, formando así un monobloque (50).

2.4 Smear layer secundario

Durante la preparación del espacio para poste los desobturadores crean una capa de smear layer gruesa compuesta por sellador, restos de gutapercha y dentina (48), plastificandose por el calor de la fricción del desobturador cubriendose las paredes de dentina (51). Ésta capa es irregular amorfa, presenta una capa superficial de 1 a 5 μ de espesor con una unión débil a la estructura de la dentina y tapones de frotis de 40 μ empaquetados dentro de los túbulos dentinarios (52). La presencia abundante de ésta capa de smear layer puede impedir la penetración del cemento resinoso a los túbulos dentinarios (33,53), lo que en consecuencia afecta la adhesión efectiva del poste de fibra de vidrio al conducto radicular (51).

Numerosos estudios han indicado que la retención del poste de fibra de vidrio depende principalmente de la adhesión entre el cemento y la dentina radicular (52,54–56), por lo tanto, para mejorar la retención posterior, se debe realizar un desbridamiento cuidadoso de las paredes del conducto radicular antes de la cementación del poste (57). Por lo que será necesario eliminar la capa de smear layer del conducto radicular y de los túbulos dentinarios (52), eliminando la parte inorgánica a través de un agente descalcificante, que puede ser un quelante o un ácido (31) para desmineralizar y simultáneamente infiltrar el sustrato dentinario,

esperando que ocurra una reacción química entre los monómeros funcionales y el calcio de la hidroxiapatita, promoviendo una retención micromecánica (55,56).

2.5 Soluciones acondicionantes

La unión de los postes de fibra y los cementos a base de resina a las paredes dentinarias del conducto radicular se basa principalmente en la retención micromecánica sobre una dentina radicular desmineralizada y la formación de tags de resina (52), lo cual implica interacción con las fibras de colágeno de la dentina radicular, por lo que sería mejor reducir al mínimo la cantidad de capa de smear layer entre ellas, y desmineralizar la dentina en una extensión de 2 a 10 mm (58).

Se han estudiado una gran variedad de soluciones irrigantes para eliminar ésta capa de smear layer de una manera eficaz, entre estos incluyen agentes reductores (NaOCl), agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno), agentes bactericidas (CHX), agentes bacteriostáticos (MTAD), agentes quelantes [ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), MTAD], ácidos [ácido maleico, ácido cítrico (10%, 20% y 50%), ácido poliacrílico (PAA), ácido ortofosfórico (H_3PO_4)], combinaciones como Q-mix y utilizados de manera simultánea para mejorar su eliminación (49,53).

Sin embargo, se ha visto que los ácidos grabadores causan la eliminación parcial de la dentina peritubular y provocan la erosión de los túbulos de dentina, así como también desmineralizan la dentina intertubular y exponen el andamio de colágeno (26). Es por eso que el tipo de protocolo de irrigación, después de la preparación del espacio del poste y antes de la cementación del poste, también puede afectar la calidad de unión de los postes FRC a la dentina (59). También, algunos autores mencionan que existe una mayor dificultad para promover una mayor eliminación y acondicionamiento de la dentina en el tercio apical de la preparación del espacio para el poste, debido a que existe una dentina más esclerótica, menor número y diámetro pequeño de los túbulos dentinarios en apical (60). Así como algunos estudios, han demostrado la incapacidad de éstas soluciones para eliminar la capa de smear layer al utilizarse sin ningún tipo de activación (61).

2.5.1 Hipoclorito de sodio (NAOCL)

El hipoclorito de sodio es una de las principales soluciones irrigantes que se utiliza durante el tratamiento endodóntico gracias a su actividad antimicrobiana y capacidad de disolver restos de tejido pulpar, necrótico y eliminar eficazmente los restos de tejido orgánico presentes dentro de la capa de smear layer (62,63) especialmente el colágeno (64) y se puede utilizar en diferentes concentraciones que van del 0.5% - 6% (62). Autores mencionan que su capacidad de disolución del tejido y las propiedades de desbridamiento pueden mejorarse significativamente mediante aumentando la temperatura y la concentración del hipoclorito de sodio (62,65). Sin embargo, no tiene la capacidad de disolver el contenido inorgánico, por lo que es incapaz de eliminar la capa de smear layer por sí solo (66). Algunos autores comprobaron que utilizar NaOCl para la eliminación de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste es ineficaz por si sola (52,61,63), como Elnaghy, A.M (46), comprobó en su estudio que el NaOCl al 5.25% solamente eliminó parcialmente la capa de smear layer en el tercio coronal pero permaneció observable en el medio y tercios apicales.

También ha sido reportado que la irrigación de la dentina radicular con NaOCl al 5.25% disminuye el contenido de calcio y fósforo y la propiedades mecánicas de la dentina, tales como módulo elástico, microdureza y resistencia a la flexión (46). Estas reducciones en su composición dentinaria después de la irrigación también podrían contribuir a la disminución de la interacción micromecánica entre el cemento de resina y la dentina , lo que puede resultar una reducción en la resistencia de unión del poste al conducto radicular (67).

Se menciona que la capa de smear layer debido a que tiene una estructura desorganizada y sus componentes orgánicos e inorgánicos tienen una estructura amorfa e irregular, el NaOCl al 5.25% puede ser efectivo en el primer paso debido que las fibras de colágeno no están protegidas con hidroxapatita cristalina (52). Por lo que algunos investigadores mencionan que tiene mejores resultados al utilizarlo en conjunto con otras soluciones acondicionantes, como el caso del EDTA al 17% que conduce a la desmineralización de la dentina y dejando expuesto el armazón

de colágeno, y el NaOCl al 5,25% provoca la disolución del colágeno actuando así en conjunto para una mejor remoción de ésta capa de smear layer (68).

Arisu y cols. (69) informaron la fuerza de unión más baja para el grupo en el que los espacios posteriores se regaron 60 segundos con 5 ml de NaOCl al 2,25% la fuerza de unión del poste al conducto radicular fue incluso menor en comparación con el agua destilada.

Así también, se ha comprobado que la utilización de NaOCl como irrigante final inhibe la polimerización del sellador y/o cemento de resina, debido a que el hipoclorito de sodio se descompone en cloruro de sodio (NaCl) y oxígeno, las burbujas de oxígeno en la superficie del cemento y la dentina interfieren con la penetración de los cementos de resina en los túbulos dentinarios (64) por lo que aumenta la probabilidad del desalojo del poste del conducto radicular por lo que se recomienda inactivar su acción (60).

2.5.2 Gluconato de clorhexidina (CHX)

El gluconato de clorhexidina es una de las soluciones irrigantes más utilizada durante el tratamiento de conductos gracias a su sustantividad, actividad antimicrobiana y compatibilidad con los tejidos (52). Sin embargo, no puede eliminar eficazmente la capa de smear layer, ya que no interfiere con el colágeno de la matriz dentinaria, por lo que se preserva las capas de dentina (61). Comprobado por Elnaghy, A.M (46), donde demostró que el grupo de la CHX y el agua destilada obtuvieron resultados similares después después del espacio del poste, visualizando una capa de smear layer gruesa en toda la superficie de la dentina del conducto radicular, sin abertura de los túbulos dentinarios y sin diferencia significativa con el grupo de NaOCl al 5.25%. Pero al utilizarse EDTA al 17% seguido de CHX al 2%, presentó una mejor remoción de la capa de frotis y túbulos dentinarios abiertos siendo mayor en el tercio, coronal y medio que al utilizarse EDTA al 17% solo. Éstos resultados difieren con Mirseifnejad y cols. (6), donde concluyeron que EDTA al 17% seguido de CHX al 2% no fue eficaz para la

eliminación de la capa de frotis, teniendo menores resultados en el tercio apical en comparación con NaOCl al 5.25%.

Así también Poletto y cols (46), comprobaron que la CHX al 2% con y sin activación ultrasónica no tiene la capacidad de remover la capa de frotis después de la preparación del espacio del poste.

Suzuki y cols. (70) comprobaron que el utilizar CHX como irrigación final después de la preparación para poste se produce una reacción entre el fosfato de la dentina y la clorhexidina creando una barrera evitando que exista una interfaz de unión fuerte entre el cemento adhesivo y la dentina radicular ya que CHX aumenta la energía superficial de la dentina y disminuye el ángulo de contacto (46), lo que podría ser responsable de la disminución de la fuerza de unión del cemento de resina al conducto radicular (70).

2.5.3 Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue el primer agente quelante descrito para el uso en endodoncia por Östby en 1957 (71). Es un quelante que reacciona específicamente con los iones de calcio en la dentina y forma quelatos de calcio solubles, promoviendo la descalcificación de la dentina a profundidades de 20-30 μm (66); puede disolver la parte mineralizada de la capa de smear layer, ya que posee la capacidad de eliminarla eficazmente al quelar el componente inorgánico (63). La eficacia de desmineralización del EDTA es limitada, ya que no se produce una disolución adicional de los iones de calcio del diente después de que todos los iones se unen y se alcanza el equilibrio (72), esta acción autolimitante puede deberse a cambios de pH durante la desmineralización de la dentina (60).

El EDTA es generalmente utilizado como una solución del 17% o 15% (72), el tiempo para la eliminación de la capa de smear layer es alrededor dos minutos, pero capas gruesas pueden requerir mayor tiempo de exposición (65), a una concentración de 17%, presenta un pH de 9.9 (73).

Las ventajas de utilizar EDTA es que ayuda a eliminar el lodo dentinario, incrementar el diámetro de los túbulos dentinarios, la permeabilidad de la dentina y condicionar la pared de la dentina del conducto radicular para proveer un mayor grado de adhesión del material de obturación (71) (65). Sin embargo, estudios realizados proponen que es mejor utilizar el EDTA en combinación con otras sustancias irrigantes seguidos de ácido ortofosfórico al 37% y NaOCl al 2.5%-5.25% (9,46,54). Sin embargo, se ha demostrado que EDTA al 10% combinado con NaOCl 1% como irrigación final de tratamiento de conductos, causa erosión alrededor de la dentina peritubular e intertubular, el cual se comprobó mediante el microscopio electrónico de barrido (74).

Mirseifnejad y cols. (6) demostraron que EDTA al 17% seguido de CHX al 2%, era ineficaz para la eliminación de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste, ya que mostró más restos de smear layer en el tercio apical que al utilizar solamente EDTA al 17%. Resultados similares obtuvo Elnagy, A.M.(46) donde no se encontraron diferencias significativas entre todas las superficies de los conductos radiculares al utilizar EDTA al 17% solo.

También se ha informado que en diferentes tiempos de contacto del EDTA con el tejido dentinario puede causar cambios en la estructura dentinaria (49,63,75), entre ellos Srireka y cols. (63) informan que la aplicación de EDTA durante más de 1 min y en un volumen superior a 1 ml se asocia con erosión dentinaria. Pradha y cols. (49) mencionan que el uso de EDTA al 17% durante 5 minutos podría causar una erosión severa de la superficie de la raíz de la dentina debido a la desmineralización excesiva de las paredes del conducto. Resultados similares obtuvieron Elnhagy, A.M. (46) donde menciona que a los 10 minutos, ocurre la erosión dentinaria, disminuyendo la capacidad de tener una interfaz de unión fuerte entre material adhesivo y el conducto radicular.

En un estudio se comprobó que una exposición mayor de 1 minuto del EDTA en contacto con la dentina radicular puede causar erosión de la dentina peritubular e intertubular, además descalcificó la dentina a una profundidad de 20-40 μ m en 5 min (60).

2.5.4 Ácido ortofosfórico líquido y gel

El ácido ortofosfórico es un acondicionador universal utilizado en la práctica dental, y también ha sido probado que se utiliza para eliminar la capa de smear layer y abrir los túbulos de dentina (12). Se encuentra en dos presentaciones en gel y líquido, en diferentes concentraciones que van del 5-37%(76,77).

La viscosidad del gel de ácido fosfórico permite un mejor control al momento de aplicarlo, sin embargo, a diferencia de los grabadores líquidos que tienen una acción de penetración más profunda, mejorando el acondicionamiento debido a su menor viscosidad, mayor humectabilidad y menor energía superficial en comparación con el gel (78).

Salas y cols. (79) concluyeron que el ácido fosfórico líquido producía una mejor eliminación de la capa de smear layer después del espacio para poste y valores más altos de fuerza de unión en el tercio apical. Resultados similares obtuvieron Baena, E. y cols. (80) donde comprobaron que el ácido ortofosfórico al 35% removía completamente la capa y tapones de smear layer después de la preparación del espacio para poste.

Prado y cols. (76) observaron una capa residual de ácido ortofosfórico en gel presente en el tercio apical de algunas muestras donde no se pudo eliminar completamente, lo que podría influir en la adhesión del cemento y citotoxicidad, debido a la cantidad de agentes espesantes, como sílice coloidal o polímeros, añadidos a su composición los cuales permanece en la superficie (77), comprobado bajo el microscopio (81).

La capacidad que tiene para grabar la dentina radicular depende de un buen contacto con el sustrato a grabar o de su capacidad para infiltrar completamente las irregularidades de la dentina radicular (78) desmineralizando dentina intertubulares y peritubulares (77).

2.5.5 Q-MIX

QMix (Dentsply Tulsa Especialidades Dentales, Tulsa, OK), está compuesto por una mezcla de un agente antimicrobiano bisbiguanida (CHX), un agente quelante de calcio con ácido poliaminocarboxílico (EDTA), solución salina y un detergente (cetrimida) (30) con un pH ligeramente alcalino y acción antimicrobiana (55,82). Se recomienda después del uso de hipoclorito de sodio (NaOCl) durante la instrumentación del conducto radicular y es eficaz para eliminar la capa de smear layer (36).

QMIX se introdujo en el mercado en 2012 como un irrigador final, para ser utilizado durante 60 a 90 s después de la irrigación con NaOCl (82). Fue diseñado para reemplazar el protocolo de lavado final de EDTA al 17% (83)

Una de las ventajas que tiene Qmix, se debe a su diseño químico ya que no forma ningún precipitado potencialmente cancerígeno como los que surgen de la interacción entre EDTA y CHX y entre NaOCl y CHX, y no se ha asociado con la erosión dental, lo que favorece su indicación como irrigador final (82,84).

Se ha propuesto la utilización de QMix para la irrigación del espacio para poste, gracias a la inhibición de la metaloproteinasa de la matriz enzimática por CHX que previene la descomposición de la capa híbrida y la descalcificación de la dentina del conducto radicular (49). Aksel y cols. (85) demostraron que los valores de eliminación de calcio y los efectos de erosión del uso secuencial de NaOCl al 5% y QMix fueron inferiores a los del EDTA al 17%.

En el estudio de Elnaghy, A.M y cols. (46) demostraron que QMix tuvo una mayor capacidad de eliminar la capa de smear layer después de la preparación del espacio para el poste, mostrando una mayor cantidad de túbulos dentinarios en los 3 tercios del conducto radicular en comparación con EDTA al 17% y EDTA al 17% seguido con CHX al 2%.

Resultados similares obtuvieron Akaman, M y cols. (55) donde comprobaron que el utilizar NaOCl al 5.25% antes de la irrigación con QMix, promueve una mayor eliminación de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste en los tres tercios del conducto radicular, con una mayor cantidad de túbulos

dentenarios abiertos, ayudando así a incrementar la adhesión del cemento del poste al conducto radicular.

2.5.6 Ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico débil y agente quelante que reacciona rápidamente con los iones de calcio (72), su acción es desmineralizar la dentina (86). Lo podemos encontrar en concentraciones que van del 1% al 50% (76), presentando un pH de 1.8 en concentraciones del 10% (87) el cual se utiliza para eliminar tanto la capa de smear layer superficial como los tapones de frotis intratubulares (76).

Se ha demostrado que el efecto quelante del ácido cítrico al 1, 5 y 10% es significativamente superior al EDTA al 17% (88). Kaushal, R y cols. en su estudio comprobaron que el ácido cítrico y el EDTA son igualmente efectivos para eliminar la capa de smear layer del tercio coronal y medio después del tratamiento de conductos (89). Resultados similares obtuvieron Gupta N y cols. (75) donde el ácido cítrico al 10% es más eficaz que el EDTA al 17%. Diversos autores han sugerido que el uso combinado de ácido cítrico al 10% y NaOCl al 2,5% es un método eficaz para la eliminación de la capa de smear layer después del tratamiento de conductos (88).

Sin embargo, son pocas las investigaciones que se han hecho para analizar la capacidad de remoción de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste. Uno de ellos es el de Srirekha y cols. (63) donde comprobaron que el ácido cítrico seguido de NaOCl al 2.5%, proporcionaban buena capacidad para la remoción de ésta capa, mostrando mejores resultados en los tres tercios del conducto radicular en comparación con el EDTA al 17%, ácido ortofosfórico al 36% e NaOCl al 5.25% activados con ultrasonido.

Mientras Akman y cols. (55) obtuvieron como resultados que al utilizar NaOCl al 5.25% seguido de ácido cítrico al 10% se removía parcialmente la capa de smear layer a lo largo del conducto radicular mostrando pocos túbulos dentenarios abiertos

lo que al parecer impedía una adhesión óptima del cemento de resina del poste a la dentina.

2.5.7 BioPure MTAD

El MTAD (Dentsply Tulsa Especialidades Dentales, Tulsa, OK) es una solución ácida, compuesta de una mezcla de un isómero de tetraciclina (3% de doxiciclina), ácido cítrico y un detergente (Tween 80), presenta un pH de 2.15, que lo hace capaz de eliminar compuestos inorgánicos y ha sido demostrado que causa cambios erosivos mínimos en la superficie de la dentina en comparación con el EDTA (75,88).

La capacidad de desmineralización de la dentina se atribuye a la tetraciclina, que es de naturaleza bacteriostática, con un pH bajo (60)., la cual actúa como un quelante químico similar al ácido cítrico, que actúa como quelante de calcio y causa desmineralización (75,90). Se ha mencionado que el MTAD presenta mejores capacidades para desmineralizar la dentina intrarradicular y exponer la matriz de colágeno en comparación con el EDTA al 17% a lo largo del conducto radicular y más en el tercio apical debido a la presencia del Tween 80 que reduce la tensión superficial del irrigante (75). En un estudio de Gupta y cols. (75) comprobaron que el MTAD y el ácido maleico al 10% presentaron mejores resultados para eliminar la capa de smear layer después del tratamiento de conductos en el tercio apical, y el MTAD causó menores cambios en la microdureza en la dentina.

Solamente un artículo ha investigado la efectividad del MTAD antes de la colocación de un poste de fibra de vidrio, el cual fue publicado por Shu Wan y cols.(54) quienes comprobaron que el pretratamiento de la dentina con MTAD solo o combinado con activación del irrigante con láser inducido por fotones (PIPS), pueden eliminar significativamente la capa de smear layer, mejorando aún más la propiedad adhesiva de la dentina raíz y la fuerza de unión del poste de fibra de vidrio.

2.5.8 Ácido maleico

El ácido maleico (MA; C₄H₄O₄) es un ácido orgánico, dicarboxílico, que se utiliza como acondicionador en la odontología adhesiva (91). Se ha comprobado que presenta propiedades antimicrobianas y capacidad para remover la capa de smear layer después del tratamiento de conductos (92), esto se debe a su pH ácido de 1.05, causando desmineralización de la dentina intertubular pudiendo así reducir su microdureza en un periodo de tiempo corto (53,75). Se puede utilizar en concentraciones de 7 y 10% (93), y debido a su fuerte acción fisicoquímica sobre partículas tanto orgánicas como inorgánicas, se ha sugerido el MA como una posible solución de irrigación (94).

Autores comprobaron que el ácido maleico presenta una capacidad similar para remover la capa de smear layer al del EDTA e incluso superior (72). Sin embargo, se ha reportado que cuando se usa MA en una concentración superior al 7%, causa daño a la dentina intertubular (92). Kaushal y cols. comprobaron que el ácido maleico al 7% y el ácido cítrico al 10% son igualmente efectivos en la eliminación de la capa de smear layer del tercio coronal y medio, pero en el tercio apical el ácido maleico al 7% es más efectivo que el ácido cítrico al 10% (89).

Otros autores comprobaron que ácido maleico al 7% fue tan eficaz como el MTAD para eliminar la capa de smear layer de la tercera región apical sin afectar considerablemente la microdureza de la dentina durante el tratamiento de conductos (75). Resultados similares obtuvieron Wan Li y cols. (95) donde observaron que el ácido maleico al 7% durante 45 segundos promueve una mayor efecto en la eliminación de la capa de smear layer después del tratamiento de conductos, incluso en el tercio apical del conducto radicular, y no produjo ningún efecto adverso significativo sobre las propiedades mecánicas de la dentina del conducto radicular. También se comprobó que el MA al 7% tiene una capacidad de disolución tisular mínima en comparación con el NaOCl, con la mayor parte del calcio y fósforo extraídos durante los primeros 5 minutos, en comparación con EDTA (92).

Sin embargo, son pocos los estudios que se han analizado para observar la capacidad de remover la capa de smear layer después del espacio para poste. Uno de ellos es de Fan, Fan y cols. (91) donde comprobaron que el ácido maleico al 7% utilizado 45 segundos seguido de NaOCl al 2.5% presentó mejores resultados eliminando casi por completo la capa de smear layer especialmente en la región apical, al abrir los túbulos dentinarios promoviendo una mayor adhesión del cemento del poste al conducto radicular. Los autores especulan que el MA mejora la penetración del cemento en los túbulos dentinarios y crea más etiquetas de resina en comparación con el NaOCl al 2,5%, solución salina y EDTA al 17%.

2.6 Métodos para la activación del irrigante

Se han estudiado algunos métodos para ayudar a una mayor remoción de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste, entre ellos agitación de irrigantes con puntas metálicas ultrasónicas o puntas sónicas no metálicas y energizar irrigantes con láseres (96).

2.6.1 Activación sónica

La activación sónica induce una oscilación mecánica, especialmente en la punta de la lima, con una frecuencia que va de 1 Hz- 8000 Hz (97,98).

Éste dispositivo utiliza una punta de poliamida flexible no cortante, que se acopla a una pieza de mano (99), ésta característica permite a que no se detenga la punta cuando entra en contacto con la pared del conducto radicular, por lo tanto no causa escalones o eliminación involuntaria de dentina, por lo que se puede utilizar de forma segura en conductos radiculares curvos (98). Produce energía a las soluciones irrigantes, creando ondas de presión, fuerzas de cizallamiento y burbujas microscópicas, que impulsa contra las superficies de la dentina radicular a la que se aplica, causando la remoción de la capa de smear layer (78).

Uno de los activadores sónicos más estudiados es el Endoactivator (Dentsply-Maillefer, Baillagues, Suiza) funciona solo aproximadamente a 0.166-0.3 kHz (98),

así como el sistema Eddy (VDW GmbH, Múnich, Alemania), que se acciona a una frecuencia de 6000 Hz (SONICflex 2003 Aircaler, Kavo, Genova, Italia) (100). Utiliza una vibración de alta frecuencia producida se transfiere a la punta de poliamida, que se mueve en un movimiento oscilante de gran amplitud gracias a las cualidades originales del material generando movimiento de cavitación y flujo acústico, dos efectos físicos que solo se sabe que se desencadenan mediante la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) (98).

Solamente un artículo ha analizado la capacidad de remoción de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste y comprobó que la utilización de la activación sónica en ácido ortofosfórico líquido o gel proporciona una mejor remoción de la capa de frotis, teniendo mejores resultados de adherencia del cemento del poste cuando era en líquido que pasivo (78).

2.6.2 Activación ultrasónica

La irrigación ultrasónica pasiva (PIU) es la activación ultrasónica de un irrigante en el conducto radicular a través de una pequeña lima oscilante ultrasónica que se coloca en el conducto radicular (101), funcionan a una frecuencia que va de 40.000 Hz a 45.000. Hz generando una microcorriente a lo largo de la lima (97,98). Esta técnica consiste en la liberación de energía por el instrumento mejorando las propiedades fisicoquímicas de las soluciones de irrigación a través de la agitación, transmisión de ondas acústica y formación de burbujas debido al fenómeno de cavitación, que explotan y aumentan la temperatura y presión, resultando en ondas de impacto contra la pared del conducto radicular (61,97). El proceso de eliminación de smear layer se da por el flujo continuo de la solución de irrigación, lo que promueve una mayor limpieza (2).

Se ha propuesto éste tipo de activación utilizada en combinación con las soluciones irrigantes para una mayor eliminación de la capa de smear layer (63).

La irrigación ultrasónica exhibe una mejor eficacia de desbridamiento del conducto que el uso de irrigación con aguja sola, durante el tratamiento de conductos (98), así también, se ha informado de que el uso adicional de ultrasonido no aumenta la

capacidad de limpieza de las soluciones de irrigación para la remoción de la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste (9).

Guissipe y cols (9) tuvieron peores resultados cuando sus protocolos de irrigación consistieron en el uso EDTA 17% seguido de ácido ortofosfórico al 37% sin activación ultrasónica, lo que demuestra que la activación ultrasónica puede mejorar significativamente la eficiencia de los procedimientos de limpieza después de la desobstrucción del conducto. Mientras otros estudios informan que el uso adicional de ultrasonido no aumenta la capacidad de limpieza de las soluciones de irrigación para la remoción de la capa de frotis después de la preparación del espacio para poste.

Sin embargo, la irrigación ultrasónica presenta algunos inconvenientes esto es debido a que sus limas ultrasónicas están hechas de aleación de metal, por lo tanto cuando existe un contacto de la punta oscilante con la pared del conducto radicular que puede ocurrir aproximadamente el 20% del tiempo, provoca la eliminación inadvertida de pequeñas cantidades de dentina deformando la morfología del conducto radicular (98,99).

Al analizar la capacidad de remoción de la capa de smear layer después del espacio para poste con activación ultrasónica, Srirekha y cols.(63) comprobaron que al activar los agentes irrigantes ácido cítrico y EDTA por 1 minuto permitía una mejor remoción y eliminación de escombros en el conducto radicular en los tercios cervical y medio, siendo menor en apical. Guissipe y cols. (9) observaron que la activación con ultrasonido de los irrigantes puede mejorar significativamente la eficiencia de los procedimientos de limpieza del espacio para el poste. Mientras que Poletto y cols. (61) no encontraron una diferencia significativa al remover ésta capa de smear layer con y sin activación ultrasónica con diferentes soluciones irrigantes.

2.6.3 Activación con láser

En la década de los 1990, los láseres revolucionaron en la odontología moderna, actualmente se utilizan para aplicaciones de diagnóstico (detección de caries), blanqueamiento dental, curado de resina y preparación de cavidades (102);

también se han propuesto como un método alternativo para desinfectar los conductos radiculares y eliminar la capa de smear layer durante el tratamiento endodóntico (6). Así como la utilización de láseres de alta potencia para el pretratamiento de la dentina antes de cementar un poste de fibra para mejorar la adhesión (103).

Se han investigado varias longitudes de onda de láser para la preparación del espacio para poste: granate de erbio: itrio aluminio (Er: YAG) a 2940 nm; erbio, cromo: itrio, escandio, galio, granate (Er, Cr: YSGG) a 2780 nm; neodimio: granate de itrio y aluminio (Nd: YAG) a 1064 nm; diodo 635 a 980 nm. (52) Las longitudes de onda de los láseres de erbio (Er: YAG, Er, Cr: YSGG) se absorben bien en agua e hidroxiapatita, es por eso que tienen esa capacidad para agitar el irrigante dentro del conducto (104,105).

2.6.4 Irrigación activada por láser (LAI)

La técnica de irrigación activada por láser (LAI) consiste en la formación de fenómenos de cavitación y transmisión acústica en irrigación intraconducto relacionados con los efectos fotomecánicos de los láseres en configuraciones bajas (52,106). La fuerte absorción de la energía del láser de erbio en agua y NaOCl provoca la vaporización y la formación de burbujas que implosionan después de 100 a 200 μ s, induciendo el efecto de cavitación (96,107). Posteriormente se inicia ondas de presión / ondas de choque en la pared dentinaria desprendiendo potencialmente la capa de smear layer y alterar las biopelículas bacterianas (107).

2.6.5 Láser de erbio: granate de itrio y aluminio (Er: YAG)

El láser de erbio: granate de itrio y aluminio (Er: YAG) se utiliza comúnmente para cortar el esmalte, dentina, también presenta efectos bactericidas y capacidad para causar un dolor mínimo (102).

Se han investigado varias longitudes de onda de láser para la limpieza y desinfección del conducto radicular. Entre ellos se ha estudiado a longitudes

comunes de onda de 2940 nms (96). El mecanismo de acción de los láseres de erbio (Er: YAG y Er, Cr: YSGG) es que las partículas de agua absorben su energía fotónica y luego se evaporan, aumentando rápidamente la presión, provocando la microexplosión de gotas de agua eliminando eficazmente la capa de smear layer, creando una superficie rugosa y porosa en la dentina radicular (54,96). Sin embargo, Arslan y cols. (108) mencionan que debido a la alta potencia durante el enjuague, el efecto térmico del cabezal de trabajo de la fibra en el conducto radicular tiene un efecto potencial de ablación y fusión en la pared del conducto radicular y puede causar daño térmico al tejido del conducto radicular.

Recientemente Divito y cols. inventaron el sistema de descarga de Flujo Fotoacústico Iniciado por Fotones (PIPS) (109), nueva técnica utilizado con el láser Er: YAG con energía subablativa (20 mJ, 15 Hz) y pulsos ultracortos (50 μ s), lo que conduce a un fenómeno de cavitación intraconducto y ondas de choque como resultado de efectos fotoacústicos y fotomecánicos en el conducto radicular (96,109), que a diferencia del LAI, las puntas específicas de PIPS se mantienen en la entrada del conducto radicular, lo que reduce la necesidad de instrumentación de lima grande y evitando daño por calor a la pared del conducto y al tejido periapical (96). Las ondas de choque fotoacústicas permiten que el irrigante fluya en direcciones 3D (109).

Al analizar la capacidad que tiene para la remoción de la capa de smear layer al activarse el irrigante con el láser Er:YAG solo o con la técnica PIPS después del espacio para poste, Wan Shu y cols. (54) comprobaron que al activarse con la técnica PIPS solo o combinado con MTAD mejora la eliminación de la capa de smear layer en la dentina radicular, mostrando una gran cantidad de túbulos dentinarios abiertos, mejorando aún más la propiedad adhesiva de la dentina raíz y mejorando la fuerza de unión del poste de fibra de vidrio.

Akyuz, S y cols. (110), observaron que la eliminación de la capa de smear layer aumentó significativamente la fuerza de unión del poste de fibra. Teniendo mayores fuerzas de unión con la técnica PIPS, pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre PUI, el láser Nd: YAG y el láser Er: YAG. Mientras que otro

estudio demostró que Er: YAG obtuvo la eliminación de la capa de smear layer más eficiente para la colocación de postes reforzados con fibra de vidrio, pero al final obtuvo los valores de fuerza de unión más bajos en comparación con LAI que usó el láser Er, Cr: YSGG o el grupo de control (59).

2.6.6 Láser de itrio-aluminio-granate dopado con neodimio

(Nd: YAG)

La irradiación con láser Nd: YAG, trabaja a una potencia de 1064 nm (111), y se ha demostrado que es eficaz para la eliminación de la capa de smear layer durante el tratamiento de conductos teniendo mejores resultados cuando se trabaja a una potencia alta de 1320 nm, ya que se puede absorber más en agua que el láser Nd: YAG de 1064 nm (107). Algunos autores mencionan que éste láser tiene un fuerte efecto térmico, pudiendo afectar la permeabilidad de la dentina al derretir la dentina y obstruir los túbulos dentinarios, ya que su energía es absorbida por estructuras minerales como el carbonato y el fosfato de hidroxapatita y gracias a su acción termomecánica causa destrucción de estas estructuras cristalinas provocando cambios morfológicos en la dentina (111,112). Se ha reportado que se puede utilizar para eliminar la capa de smear layer de los tejidos duros debido a su baja longitud de onda, genera calor por el láser acelera la descomposición del NaOCl en iones de cloro y oxígeno, aumentando así el efecto del NaOCl (101).

Kirmali y cols. (113) concluyeron que la técnica Nd: YAG cuando se utiliza con EDTA al 17% tuvo un efecto significativo en la cantidad de capa de smear layer eliminada de la dentina del conducto radicular después del espacio para el poste.

2.6.7 Láser diodo

Los láseres de diodo ofrecen fibras ópticas delgadas que pueden transmitir su energía a través de éstas fibras que siguen la morfología y las curvas de los conductos radiculares ayudando a obtener una mayor penetración en las áreas

menos accesibles de la red tubular (106,113). Las longitudes de onda con las que trabaja éste láser es de 635 nm y 980 nm (96). causando modificación de la topografía y composición de la dentina (103), Su potencia de salida varía de 0,5 a 7 W y se puede utilizar con diferentes modos de funcionamiento como onda continua, potencia pulsada y modo cortado (96).

Se han mostrado buenos resultados en la eliminación de la capa de smear layer y la desinfección del conducto radicular, aumentando la permeabilidad de la dentina, incrementando la penetración del cemento en los túbulos dentinarios y disminuyendo así las microfiltraciones (49,103). Se ha mencionado que el láser de diodo modifica la capa de smear layer pero sin abrir los túbulos dentinarios de las paredes del conducto, por lo que puede conducir a una disminución de los valores de resistencia de la unión del poste (103). Entre ellos Sefika N y cols (110) comprobaron que el láser de diodo no tuvieron ningún efecto en la mejora de la fuerza de unión de los postes de fibra al conducto radicular. Resultados similares obtuvieron Borges y cols. (103) donde el láser diodo presentó resultados similares a al láser Er, Cr: YSGG, no permitieron la penetración de los cementos a los conductos radiculares.

En el estudio de Strefezza Claudia y cols. (114) analizaron el láser de diodo de alta intensidad, con efecto de 830 nm y opera en modo continuo o pulsado, para observar la retención del poste dentro del conducto radicular, donde la fibra óptica se insertó a lo largo del conducto desde apical a cervical en movimientos en espiral a razón de 2 mm/s, con el canal irrigado con NaOCl al 2,5%. Cinco ciclos de irradiación con intervalos de tiempo de 20 segundos entre ciclos, y observaron que se presentaron mejores resultados que en los grupos no irradiados, debido a que la irradiación con láser permitió la eliminación de la capa de smear layer y gutapercha restante de la preparación de la raíz y selladores endodónticos de la superficie del conducto radicular de dentina, así también estandarizaron la intensidad del láser y sus parámetros ideales y seguros para los tejidos periodontales.

2.7 Irradiación láser a dentina

Actualmente, diferentes autores proponen realizar un pretratamiento dentinario con la utilización de láser de alta potencia antes de la cementación de un poste fibra para mejorar la adhesión (103,108), ya que a través de la utilización de varios agentes, técnicas ultrasónicas / sónicas o irradiación con láser puede afectar las propiedades estructurales de la dentina, lo que finalmente puede alterar la microdureza, la permeabilidad y la solubilidad de la dentina (115) causando desproteinización de la dentina intraconducto, afectando la fuerza de unión del poste (103) entre el cemento resinoso y la dentina tratada, disminuyendo la polimerización de los adhesivos (116)

Se han analizado el desempeño de remoción de smear layer después del tratamiento de conductos a través diferentes dispositivos como la alteración de la presión, se sistemas ultrasónicos y dispositivos láser, teniendo mejores resultados éste último (114). Así también, se ha descubierto que los efectos del calor producidos por los láser durante los procesos termomecánicos pueden influir en la fuerza de la unión entre la matriz dentinaria y el tejido sistema adhesivo (117). Por esta razón, el tratamiento de la superficie de la dentina requiere más investigación para elegir el método más apropiado que no ponga en peligro la retención de los postes de fibra a través de la irradiación con láser (115).

2.7.1 Láser Er CR: YAGG

El láser tiene fibras ópticas de zafiro, con espesores compatibles para las diferentes morfologías de los conductos radiculares (103), presenta longitudes de onda de 2780 nm interaccionando con el agua y la hidroxiapatita los principales componentes de la dentina y el esmalte, elevando rápidamente la temperatura, elevando la presión intersticial, por lo que se descompone el tejido en un proceso explosivo, eliminando todo el tejido y los contaminantes adheridos a él como es la capa de smear layer (111) capaz de abrir los túbulos dentinarios, de aumentar la permeabilidad de la dentina, y puede utilizarse para mejorar la desinfección del

conducto radicular (103) y favoreciendo a la penetración de los materiales selladores (111).

Borges y cols. (103) demostraron que el láser Er, Cr: YSGG aumenta la fuerza de unión del cemento de resina y el poste de fibra a la dentina, debido al proceso termomecánico donde el tejido se modificada por la ablación y la temperatura de la superficie aumenta, induciendo cambios estructurales y químicos, ya que la superficie se vuelve más rugosa y expone la matriz de colágeno de la dentina.

Quinto, J y cols.(111) utilizaron Er, Cr: láser YSGG (Waterlase; Biolase, San Clemente, CA), se utilizó la emisión a 2780 nm con una tasa de repetición de 20 Hz y observaron que láser mejora la exposición de los túbulos mediante la ablación de la superficie de la dentina en el lado del conducto radicular después del espacio para poste.

Mohammid et al (117) utilizaron el Er, Cr: láser YSGG (Waterlase; Biolasa Europa, Bayern, Alemania) con una potencia de salida de 0,5 W y un 20% de nivel de agua y aire. Luego se irradiaron con el mismo láser utilizando una potencia de salida de 2,5 W y un 50% de nivel de aire y agua y otro grupo sin irradiación y observando que los conductos que fueron irradiados antes de la cementación del poste, mejoraron su microretención en las POBS. Y esto pudo haber sucedido por los cambios de fase, de composición y microestructura de la dentina después de la irradiación con láser.

Borges y cols. (103) concluyeron que El láser Er, Cr: YSGG aumentó la fuerza de unión de cemento de resina y poste de fibra a la dentina para pruebas de pull-out y push-out tests, irradiando el conducto radicular con una potencia de salida de 1,5 W, frecuencia de 20 Hz, 93,25 J / cm², luz en modo continuo, con 50 / 50% de caudal de agua / aire, sin tener diferencia significativa en los tres tercios.

Kirmali et al. (115) utilizaron la aplicación de láser Er, Cr: YSGG en diferentes los parámetros de energía a 1W , 2W y 3W con flujos de agua / aire ambos del 50% se utilizaron continuamente durante la irradiación durante 10 segundos y obtuvieron como resultados que el tratamiento de la superficie de la dentina mediante la

irradiación con láser Er, Cr: YSGG con diferentes intensidades no mejoró la fuerza de adhesión de la dentina.

2.7.2 Láser Erbio Granate de itrio y aluminio (Er:YAG)

El láser Er:YAG Presenta una longitud de onda de emisión de 2940 nm, es absorbido por el agua, creando una capa porosa y superficie rugosa de la dentina quitando la capa de smear layer, y capacidad antibacteriana sin aumentar la temperatura (116).

Solamente un artículo a analizado este tipo de laser antes de la colocación de un poste de fibra como pretratamiento dentinario, Pelozo et al. (116) analizaron el uso del láser modo pulsado (duración de 50 μ s), con punta de fibra flexible Xpulse (1,0 mm grosor y 13,5 mm de longitud) insertado en el conducto radicular en movimientos helicoidales (de cervical a apical y de apical a cervical), utilizando una pieza de mano R14. La frecuencia de repetición del pulso fue de 4 Hz, energía de 150 mJ durante 40 s usando un rocío de agua de 4 mL / min, obteniendo buenos resultados en la retención del poste al conducto radicular pero sin diferencia significativa con ácido ascórbico.

3 JUSTIFICACIÓN

Los órganos dentales tratados endodónticamente, es de suma importancia su rehabilitación para aumentar así su longevidad en cavidad oral. Sin embargo, estos órganos dentales pueden presentar una gran pérdida de estructura coronal por extensas caries, fracturas, traumatismos o la forma de acceso; por lo que será necesario la colocación de un poste de fibra de vidrio para favorecer a la retención de la futura corona. De igual manera, se ha visto que usando acondicionamiento dentinario para la colocación de éstos postes favorece y/o aumentan su micro retención al conducto, por lo que es importante conocer que sustancias acondicionantes deben ser seleccionadas con esta finalidad.

Por esta razón se realizó una revisión bibliográfica de los diferentes estudios publicados que evalúan la fuerza de unión y acondicionamiento dentinarios para la colocación de postes de fibra de vidrio al conducto radicular.

Los resultados de esta investigación permitirán a los futuros estudiantes de la Facultad de Odontología, alumnos de Posgrado de Endodoncia, endodoncistas en general y protesistas, contar con una amplia herramienta bibliográfica, confiable y precisa, para aplicar protocolos adecuados durante la colocación de un poste de fibra de vidrio.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Realizar una revisión sistemática de literatura *in vitro* sobre la unión de los postes de fibra de vidrio al conducto radicular.

4.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar estudios *in vitro* analizados con pruebas de Push Out Bond Strength y/o Microscopio Electrónico de Barrido publicados entre los años 2011-2021
- Definir el agente acondicionante que promueve una mayor adhesión del poste al conducto radicular.
- Determinar si el uso de activación sónica, ultrasónica o láser mejora la adhesión del poste al conducto radicular.
- Identificar si el uso de agentes acondicionantes altera la dentina intrarradicular.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Metodología

Se realizó una búsqueda exhaustiva bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Science direct, Scielo, Scopus “Elsevier”, World Wide Science utilizando las palabras clave “glass fiber post”, “irrigant”, “remove smear layer after post space”, “laser push out bond strenght after post space”, “push out bond strenght glass fiber post”, “remove smear layer after post space”

5.2 Lugar de realización

Este trabajo se realizó en el edificio de la Facultad de Odontología en la Unidad de Posgrado, Especialidad en Endodoncia de la Universidad Autónoma de Sinaloa

5.3 Criterios de inclusión

Artículos que evalúan diferentes soluciones acondicionantes con o sin activación de los irrigantes realizados *in vitro*, así como también pretratamientos dentinarios con láser antes de la colocación de postes de fibra de vidrio *in vitro*, analizados bajo el Microscopio Electrónico de Barrido y pruebas de Push Out Bond Strenght.

6 RESULTADOS

6.1 Total de artículos obtenidos

Basado en nuestra estrategia de búsqueda, se encontraron 1056 artículos, de los cuales 24 fueron incluidos en este estudio, tomando como criterio de inclusión analizados a través de pruebas de POBS y/o MEB.

Tabla 1. Artículos evaluados de acuerdo a la línea de estudio.

Estudio	Número de artículos
Soluciones acondicionantes sin activadores	8
Soluciones acondicionantes con activadores	11
Pretratamiento dentinario con láser	5
Total	24

En la tabla 1 se muestra el número de artículos y los grupos divididos según lo evaluado, analizados a través de POBS y/o MEB.

6.1.1 Soluciones acondicionantes sin activación

Tabla 2. Agentes acondicionantes de dentina sin activación

Autor y año	Tamaño de muestra	Irrigantes	Grupos a analizar	Conclusiones
AKMAN, Melek y cols. 2016 (55)	48 O.D	Qmix EDTA Ácido cítrico	Grupo 1: 5 ml NaOCl 5.25% por 60 s, seguido de 5 ml Qmix por 90 s. Grupo 2: 5 ml de NaOCl 5.25% por 60 s, seguido de EDTA al 17% por 90 s. Grupo 3: 5 ml de NaOCl al 5.25% por 60 s, seguido de 5 ml de ácido cítrico al 10% por 90 s. Grupo 4: 5 ml de NaOCl al 5.25% por 60 s, seguido de 5 ml de solución salina por 90 s.	El grupo de NaOCl al 5.25% seguido de Qmix obtuvo los valores de unión más altos, por lo que se recomienda como acondicionante para aumentar la retención del poste.
Alkhdhairy, Fahad, y cols. 2018 (118)	52 O.D	NaOCl EDTA CHX	Grupo 1: 2 ml NaOCl al 6,15% por 20 s. Grupo 2: 2 ml EDTA al 17% por 20 s. Grupo 3: 2 ml de NaOCl al 6,15%, seguido de 2 ml de EDTA al 17% por 20 s cada uno Grupo 4: 2 ml de NaOCl al 6,15% seguido de 2 ml de clorhexidina al 0,12% por 20 s cada uno.	NaOCl tuvo un efecto adverso sobre la fuerza de unión del cemento de resina autoadhesivo a la dentina radicular. La solución de irrigación con EDTA produjo una mayor fuerza de unión y fue más eficaz para eliminar la capa de smear layer que el NaOCl
Baena E, y cols. 2017 (80)	20 O.D	Ácido ortofosfórico 35%	Grupo 1: sin tratamiento	La unión del cemento de resina al conducto radicular mejoró cuando la dentina radicular se trató con ácido fosfórico al 35% o PAA al 25%,

		EDTA al 17% Ácido poliacrílico al 25%	Grupo 2: grabado con ácido fosfórico en gel al 35% durante 10 s, seguido de lavado con agua 30 s. Grupo 3: aplicación de EDTA al 17% durante 60 s, seguido de lavado con agua 30 s. Grupo 4: acondicionamiento con PAA al 25% durante 30 s , seguido de lavado con agua 30 s.	antes de la cementación de los postes de fibra, independientemente de la profundidad de la raíz.
Elnaghy, A. M. 2014 (46)	90 O.D	NaOCl CHX EDTA 17% QMix	Grupo 1: 5 ml de agua destilada Grupo 2: 5 ml de hipoclorito de sodio al 5,25% (NaOCl) Grupo 3: 5 ml de digluconato de clorhexidina al 2% (CHX) Grupo 4: 5 ml de ácido etilendiaminotracético al 17% (EDTA). Grupo 5: 5 ml de EDTA al 17% seguido 5 ml de CHX al 2%. Grupo 6: 5 ml de QMix. Todos los grupos se lavaron y se secaron con puntas de papel.	Qmix eliminó completamente la capa de smear layer y detritos en cada nivel del conducto radicular y mejoró la unión del poste.
Fan, Fan, y cols. 2017 (91)	60 O.D	NaOCl al 2.5% EDTA al 17%	Grupo 1: 5 ml de solución salina al 0.9% por 1 minuto	Ácido maleico mejoró significativamente la fuerza de unión de los postes de fibra a la dentina radicular y es capaz de eliminar la capa de smear layer después de la preparación del espacio del

		Ácido maleico 2.5%	<p>Grupo 2: 5 ml de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2.5% por 1 min.</p> <p>Grupo 3: 5 ml de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% por 1 min, seguido de 5 ml de NaOCl al 2,5% por 1 min.</p> <p>Grupo 4: 5 ml de ácido maleico al 7% por 45 s, seguido de 5 ml de NaOCl al 2.5% por 1 min.</p> <p>Todos los conductos fueron secados con puntas de papel.</p>	<p>poste sin comprometer la fuerza de unión de los postes de fibra a la dentina del conducto radicular.</p>
Jalali Hamid, y cols. 2018 (69)	72 O.D	NaOCl EDTA 17% CHX MTAD	<p>Grupo 1: 5 ml de solución salina</p> <p>Grupo 2: 5 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% por 15 segundos.</p> <p>Grupo 3: 5 ml de EDTA al 17% por 60 seg.</p> <p>Grupo 4: 5 ml de clorhexidina al 2% por 5 min.</p> <p>Grupo 5: 5 ml de MTAD por 5 min.</p> <p>Grupo 6: Grabado de ácido ortofosfórico líquido al 37% por 15 seg, y se lavó con solución salina.</p> <p>Todos los grupos se lavaron y secaron con puntas de papel.</p>	<p>La irrigación después del espacio para poste con EDTA, MTAD o el grabado con ácido ortofosforico líquido al 37% aumentan significativamente la unión del poste al conducto radicular.</p>
Mirseifinejad Rahele, y cols. 2017 (6)	75 O.D	EDTA CHX NaOCl	<p>Grupo 1: 5 ml de solución salina</p> <p>Grupo 2: 5 ml de NaOCl al 5.25% por 60 seg.</p>	<p>EDTA al 17% seguido de NaOCl al 5,25% puede eliminar eficazmente la capa de smear layer después del espacio para poste.</p>

			<p>Grupo 3: 5 ml de EDTA al 17%, seguido de 5 ml de NaOCl al 5.25% por 60 seg, cada uno</p> <p>Grupo 4: 5 ml de EDTA al 17% por 60 seg</p> <p>Grupo 5: 5 ml de EDTA al 17%, seguido de 5 ml de CHX por 60 seg cada uno.</p> <p>Entre cada irrigante se desactivo con 2 ml de solución salina por 1 min. Se lavaron y secaron con puntas de papel</p>	
Salas M y cols. 2011 (79)	78 O.D	Ácido ortofosforico gel y líquido	Ácido ortofosfórico gel o líquido hasta rebosar el conducto por 15 seg, seguido de 15 ml de agua por 15 s.	El uso de un grabador ácido líquido creó valores de fuerza de unión más altos en la región apical.

O.D: órganos dentales

Tabla 2. Muestra los artículos encontrados donde se analizaron diferentes soluciones acondicionantes sin la utilización de activadores.

La utilización del irrigante NaOCl antes o después de cualquier agente acondicionante ya sea EDTA ó QMix elimina mejor la capa de smear layer, y mejorando la fuerza de unión del cemento resinoso del poste al conducto radicular. (6,55,68)

El ácido maleico tuvo mejores resultados que el EDTA al 17% para eliminar la capa de smear layer después de la preparación del espacio para poste (91).

Q-mix presentó mejores resultados que el EDTA al 17% y CHX, para favorecer a la apertura de los túbulos dentinarios y favoreciendo la unión del poste al conducto radicular (46).

El ácido ortofosfórico utilizado de forma líquida mejora la remoción de la capa de smear layer, siendo también más fácil de retirar del conducto radicular que en presentación en gel, por lo que no afecta la unión del cemento de resina al conducto presentando valores de unión más altos en el tercio apical (79).

La utilización de cualquier agente acondicionante dentinario como ácido ortofosfórico líquido al 37%, EDTA al 17% o MTAD después de la preparación del espacio para poste, promueven una eliminación de la capa de smear layer así también ayudan a unión del cemento resinoso al conducto radicular (69).

6.1.2 Soluciones acondicionantes con activación

Tabla 3. Soluciones acondicionantes con activadores

Autor y año	Tamaño de muestra	Irrigantes	Activación	Grupos a analizar	Conclusiones
Akyuz Ekim, y cols. 2015 (110)	32 O.D	EDTA al 17% + NaOCl 2.5%	CSI PUI ANP Diodo láser Nd:YAG Er:YAG PIPS	<p>Grupo 1: Agua destilada con irrigación convencional (CSI) por 80 seg.</p> <p>Grupo 2: se utilizó irrigación con jeringa convencional (CSI, sin activación) con NaOCl al 2,5% seguido de EDTA al 17% por 40 seg cada uno a 1 mm LT.</p> <p>Grupo 3: NaOCl al 2,5% seguido de EDTA al 17%, activados mediante irrigación ultrasónica pasiva (PUI) en periodos de tiempo de 5 s con cuatro intervalos de tiempo (irrigación de 5 s y activación de 5 s) en un tiempo completo de protocolo de 40 seg.</p> <p>Grupo 4: NaOCl se administró con una jeringa con una punta de aguja de calibre 30 durante 20 s. Luego, la punta de administración maestra (MDT) se ubicó en el orificio para administrar irrigantes en la cámara pulpar y se colocó una microcánula (# 32 / 0.00) debajo de ANP a 1 mm por debajo de la</p>	<p>La irrigación final para mejorar la fuerza de unión de los postes de fibra puede ser a través de NaOCl seguido de EDTA.</p> <p>La activación del láser Er: YAG utilizando la técnica PIPS en la solución de irrigación mostró una mayor eficiencia como activación final del irrigante</p> <p>La irrigación activada por láser PIPS mostró una mayor eficiencia como protocolo final de activación del irrigante en la fuerza de adherencia del poste de fibra.</p> <p>El uso de técnicas de PUI, Nd: YAG y Er: YAG para la activación del irrigante pueden ser técnicas alternativas adecuadas para aumentar la fuerza de adherencia de los postes de fibra.</p>

			<p>WL, y se completó la administración de la solución. durante 20 s. Este protocolo se repitió durante otro ciclo usando EDTA.</p> <p>Grupo 5: irrigación de 6 ml con NaOCl al 2,5%, seguido de EDTA al 17% activados con láser diodo a longitud de onda, 810 nm, con ajustes estándar (potencia media, 1,2 W). Durante la irradiación, se utilizó la punta de fibra flexible de 300 μm desde 1 mm antes de la LT por 80 seg.</p> <p>Grupo 6: irrigación de 6 ml con NaOCl al 2,5%, seguido de EDTA al 17% activados con láser Nd: YAG con punta de fibra flexible de 300 μm a 100 mJ, con una tasa de repetición de 15 Hz (potencia media, 1,5 W) para activar el irrigante a 1 mm de LT por 80 seg.</p> <p>Grupo 7: irrigación de 6 ml con NaOCl al 2,5%, seguido de EDTA al 17% activados con láser Er: YAG pulsado utilizando una punta de fibra endodóntica de 300 μm con una longitud de onda de 2940 nm según las recomendaciones del fabricante utilizando un pulso de 1000 μs, 50 mJ a</p>	
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>10 Hz (potencia media, 0,5 W) a 1 mm de LT por 80 seg.</p> <p>Grupo 8: irrigación de 6 ml con NaOCl al 2,5%, seguido de EDTA al 17% activados con láse Er: YAG con una longitud de onda de 2940 nm equipado con una punta de fibra endodóntica de 300 µm (PIPS) utilizando un pulso de 50 µs, 20 mJ a 15 Hz (promedio potencia, 0,3 W) colocado en la parte cervical del conducto por 80 seg.</p>	
Arisu Hacer, y cols. 2013 (68)	40 O.D	NaOCl EDTA	Láser diodo	<p>Grupo 1: Agua destilada por 1 min.</p> <p>Grupo 2: 5 ml de NaOCl 2.25% por 1 min, lavado final con agua destilada por 1 min.</p> <p>Grupo 3: 5 ml de NaOCl 2.25% por 1 min, lavado final con agua destilada por 1 min. seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 1 min lavado final con agua destilada por 1 min.</p> <p>Grupo 4: Irradiación diodo láser con 915 nm (1.25 W) con una punta de fibra óptica activando agua destilada en</p>	Los valores de fuerza de unión más altos se obtuvieron de NaOCl / EDTA y los valores de fuerza de unión más bajos se obtuvieron de NaOCl para ambas regiones.

				tiempos de 5 seg 3 veces en movimiento circular.	
Amižić, Ivana y cols. 2016 (59)	27 O.D	Solución salina	Er: YAG Er.Cr: YSGG	<p>Grupo 1: Irrigación con 5 ml de solución salina con irrigación convencional (CSI)</p> <p>Grupo 2: Se utilizó láser Er: YAG con una punta PIPS cónica de 14 mm de largo y 400 micrones de diámetro durante 40 s con 2 ml de solución salina en una jeringa desechable y una aguja de calibre 27 colocada sobre el láser punta, en la cara coronal del conducto radicular, a 20 mJ por pulso, 15 Hz y 50 μs de duración del pulso.</p> <p>Grupo 3: Se utilizó láser Er, Cr: YSGG con una punta RFT2, de 275 micrones de diámetro. Se insertó 1 mm antes de la LT, el láser se activó al retirar la punta coronalmente a aproximadamente 1 mm/s y la punta se mantuvo en contacto con la superficie lateral de la pared del conducto durante todo el paso apical a coronal. Los parámetros láser utilizados fueron: 1,25 W, 50 Hz, 24% de aire y 30% de agua (desmineralizada). Repetido 3 veces.</p>	El uso de LAI con láseres de erbio con punta PIPS o RFT2 no afecta la fuerza de unión de los postes de fibra de vidrio.

Costa Scholz, M y cols. 2020 (78)	44 O.D	Ácido ortofosfórico líquido y gel	Sónico	<p>Grupo 1: Ácido ortofosfórico líquido por 15 seg.</p> <p>Grupo 2: Ácido ortofosfórico gel por 15 seg.</p> <p>Grupo 3: Ácido ortofosfórico líquido activación sónica por 15 seg.</p> <p>Grupo 4: Ácido ortofosfórico gel activación sónica por 15 seg.</p>	Se logró una mejor unión del poste al conducto radicular cuando se acondicionó con ácido ortofosfórico líquido con activación sónica.
Fundaoğlu Küçükekenci, y cols. 2019 (101)	48 O.D	NaOCl 5.25% EDTA al 17%	PUI LAI (Nd: YAG.)	<p>Grupo 1: 15 ml de agua destilada</p> <p>Grupo 2: 5 ml de NaOCl al 5.25% seguido de 5 ml de EDTA al 17%, terminando con agua destilada 5 ml.</p> <p>Grupo 3: 5 ml de ml de NaOCl al 5.25% seguido de 5 ml de EDTA al 17%, terminando con 5 ml agua destilada, agitados ultrasónicamente con un alambre liso IRRI S de tamaño 25 a 1 mm de LT durante 3 min en total junto con 5 mL de EDTA al 17%, 5 mL de NaOCl al 5% y 5 mL de agua destilafa durante 1 min (3 ciclos de 20 s) para cada irrigante.</p> <p>Grupo 4: 5 ml de ml de NaOCl al 5.25% seguido de 5 ml de EDTA al 17%,</p>	En éste estudio los métodos de activación de irrigantes no aumentaron la fuerza de unión del poste de fibra al conducto, no hubo diferencia significativa entre los grupos de estudio.

				terminando con 5 ml agua destilada, activado durante 1 min (3 ciclos de 20 s) con láser de granate de itrio y aluminio dopado con neodimio (Nd: YAG) de 1064 nm de longitud de onda a 1 W / cm ² de potencia (frecuencia de 20 Hz , 50 mj / cm ² de densidad de energía) con una duración de pulso de 50 μs mediante una pieza de mano no refrigerada con fibra óptica de 300 μm.	
Lo Giudice, G, y cols. 2016 (9)	28 O.D	EDTA Ácido ortofosfórico	PUI	<p>Grupo 1: EDTA al 17% por 15 seg activados ultrasónicamente.</p> <p>Grupo 2: ácido ortofosfórico al 37% líquido por 15 seg activados ultrasónicamente.</p> <p>Grupo 3: EDTA al 17% por 15 seg activados ultrasónicamente seguido de ácido ortofosforico al 37% líquido por 15 seg activados ultrasónicamente.</p> <p>Grupo 4: EDTA al 17% por 15 seg activados ultrasónicamente seguido de ácido ortofosforico al 37% líquido por 15 seg.</p>	<p>Los protocolos que utilizaron EDTA activado por ultrasonido solo o en asociación con ácido ortofosfórico fueron los más efectivos.</p> <p>Cuando se utiliza adhesivo de autograbado, en el que la adhesión</p> <p>La interfaz está hecha por la capa de smear layer, está indicado un tratamiento menos agresivo del espacio del poste. En este caso el tratamiento con EDTA activado por ultrasonidos aparece como el mejor modo de irrigación.</p>

Poletto, Daniel y cols. 2017 (61)	45 O.D	NaOCl CHX PAA 11.5% EDTA 17%	PUI	<p>Grupo 1: 5 ml de solución salina 0.09% (NaCl)</p> <p>Grupo 2: 5 ml de hipoclorito de sodio al 2,5% (NaOCl)</p> <p>Grupo 3: 5 ml de clorhexidina al 2% (CHX)</p> <p>Grupo 4: 1 ml de ácido poliacrílico al 11,5% (PAA)</p> <p>Grupo 5: 5 ml de EDTA al 17%</p> <p>Grupo 6: 5 ml de hipoclorito de sodio al 2,5% activado ultrasónicamente por 60 seg.</p> <p>Grupo 7: 5 ml de clorhexidina al 2% activado ultrasónicamente por 60 seg.</p> <p>Grupo 8: 1 ml de ácido poliacrílico al 11,5% activado ultrasónicamente por 20 seg.</p> <p>Grupo 9: 5 ml de EDTA al 17% activado ultrasónicamente por 60 seg.</p>	<p>EDTA obtuvo mejores resultados para la eliminación de la capa de smear layer.</p> <p>Sin embargo, la activación ultrasónica no influyó significativamente en la eliminación de la capa de smear layer.</p>
SrIREkha A y cols. 2013 (63)	60 O.D	Ácido cítrico EDTA	PUI	<p>Grupo 1: 1 ml de ácido cítrico al 10% activado con ultrasonido (PUI) por 1 min, seguido de 3 ml de NaOCl al 3% e irrigación final solución salina.</p>	<p>El tercio coronal y medio del espacio del poste mostró una remoción de la capa de smear layer utilizando ácido</p>

		Ácido ortofosfórico		<p>Grupo 2: 1 ml de EDTA al 17% activado con ultrasonido (PUI) por 1 min seguido de 3 ml de NaOCl al 3% e irrigación final solución salina.</p> <p>Grupo 3: ácido fosfórico al 36% por seg e irrigación final con solución salina.</p> <p>Grupo 4: 1 ml de hipoclorito de sodio al 3% activado ultrasónicamente (PUI) por 1 min y lavado final solución salina.</p>	cítrico y EDTA, activados ultrasónicamente.
Vangala Amulya, y cols. 2016 (119)	30 O.D	NaOCl EDTA al 17%	flujo fotoacústico inducido por fotones (PIPS)	<p>Grupo 1: 5 ml de NaOCl al 2,5% por 1 min.</p> <p>Grupo 2: 5 ml de NaOCl al 2,5% por 1 min, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 1 min con lavado final con agua destilada por 1 min.</p> <p>Grupo 3: irradió con un láser Er: YAG de 2940 nm – PIPS irrigados por 5 ml de EDTA al 17% por 40 s, los ajustes del láser fueron de 20 Hz, 40 mJ, con pulverización de aire / agua.</p>	La eliminación de smear layer y los valores más altos de fuerza de unión se obtuvieron a partir de EDTA al 17% con activación manual y EDTA al 17% con PIPS.
Wan Shu, y cols. 2020 (54)	55 O.D	NaOCl 2.5% +EDTA al 17% MTAD	PIPS	Grupo 1: 10 ml de agua destilada por 2 min, enjuagados por 5 ml de agua destilada por 1 min y se secaron con puntas de papel absorbente.	El pretratamiento del espacio posterior con la solución MTAD o la técnica PIPS, o ambos tratamientos combinados, pueden eliminar significativamente la capa de frotis de

			<p>Grupo 2: 5 ml de NaOCl al 2.5%, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 2 min y enjuagados por 5 ml de agua destilada por 1 min y se secaron con puntas de papel absorbente</p> <p>Grupo 3: 10 ml de MTAD por 2 min y enjuagados por 5 ml de agua destilada por 1 min y se secaron con puntas de papel absorbente</p> <p>Grupo 4: Agua destilada activado con Er: láser YAG con una longitud de onda de 2940 nm equipó la punta de cuarzo especial para la técnica PIPS (17 mm de largo, 600 µm de cuarzo, los parámetros relacionados (0,4 W, 10 Hz, 40 mJ por pulso) y se secaron con puntas de papel absorbente.</p> <p>El volumen total de agua destilada fue de 10 ml y se controló todo el tiempo de enjuague en 2 min, luego se enjuagaron los conductos con 5 ml de agua destilada durante 1 min y se secaron con puntas de papel absorbente.</p> <p>Grupo 5: Mismo método que el grupo 4 pero con MTAD.</p>	<p>dentina raíz, mejorando aún más la propiedad adhesiva de la dentina raíz y mejorando la fuerza de unión de la fibra de vidrio</p> <p>La combinación de la solución MTAD y la técnica PIPS tiene el mejor efecto. Como resultado, se recomienda utilizar la solución MTAD con la técnica PIPS para mejorar la fuerza de unión de los postes de fibra de vidrio</p>
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pradhan Prasanti, y cols 2020 (49)	120 O.D	QMix EDTA al 17%	Láser diodo PUI	<p>Irrigantes QMix y EDTA fueron precalentados a 60°C.</p> <p>Grupo 1: Activados con ultrasonido utilizando punta D1 corriendo las 10 vueltas alrededor de ellos, con un 10% de potencia</p> <p>Grupo 2: láser de diodo</p> <p>Se irradió en el conducto radicular con los siguientes parámetros: potencia de salida de 1,5 W, frecuencia de 20 Hz, 238,85 J / cm² y luz en modo continuo. Se introdujo una punta de fibra óptica de 200 mm en el espacio del poste.</p>	Los irrigantes precalentados (QMix, EDTA) aumentan el POBS del poste de fibra a la dentina radicular. Tanto el láser como el ultrasónico son igualmente efectivos para aumentar el POBS.
------------------------------------	---------	---------------------	--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

O.D: órganos dentales

LT: longitud de trabajo

Tabla 3. Se muestra los artículos con soluciones acondicionantes los cuales se utilizaron con diferentes activadores.

La utilización de láser como activadores de soluciones acondicionantes como EDTA o MTAD, han tenido buenos resultados para mejorar la unión del cemento resinoso del poste al conducto radicular, mejorando la fuerza de unión del poste al conducto radicular (54,118).

La utilización de NaOCl seguido de EDTA activados con láser Er:YAG a través de la técnica PIPS mejora la adherencia del poste al conducto radicular, aunque también se puede utilizar alternativas para mejorar esta unión con activación ultrasónica pasiva, activación de irrigantes con láser Nd: YAGG y Er:YAG (110).

Se ha reportado que la activación con láser de las soluciones acondicionantes no mejoran la unión del poste al conducto radicular (59,68,101).

El acondicionamiento dentinario con EDTA y ácido cítrico activados ultrasónicamente por 60 segundos han mejorado la unión cemento resinoso del poste al conducto radicular (9,63) o activados sónicamente el ácido ortofosfórico líquido (78).

Las soluciones acondicionantes con QMix y EDTA precalentados a 60°C y activados con láser diodo o activación ultrasónica son efectivos para mejorar la unión del poste al conducto radicular (49).

6.1.3 Pretratamiento dentinario con láser

Tabla 4. Pretratamiento dentinario con irradiación láser

Autor y año	Tamaño de muestra	Láser	Método de análisis	Conclusiones
Borges Caroline, y cols. 2020 (103)	60 O.D	Er,Cr:YSGG Láser Diodo	<p>Grupo 1: Sin tratamiento dentinario, 5 ml de agua destilada por 60 seg</p> <p>Grupo 2: láser Er, Cr: YSGG 2,78 lm, irradiando el conducto radicular con una potencia de salida de 1,5 W, frecuencia de 20 Hz, 93,25 J / cm², luz en modo continuo, con caudal 50/50% agua / aire. Área focal de la punta era de 320 lm. Las muestras se irradiaron durante 20 segundos comenzando con la punta a 10 mm de profundidad y realizando un movimiento helicoidal a lo largo de la misma hasta el tercio cervical, llegando finalmente a la parte apical del espacio del poste.</p> <p>Grupo 3: Láser diodo de e 970 nm, con potencia de salida de 1,5 W, frecuencia de 20 Hz, 238,85 J / cm² y luz en modo continuo. Se introdujo una punta de fibra óptica de 200 lm hasta la región apical. El láser se activó durante 20 segundos realizando un movimiento helicoidal.</p>	El láser Er, Cr: YSGG aumenta la fuerza de unión del cemento de resina y el poste de fibra a la dentina en ambas pruebas, en comparación con el grupo de control sin tratamiento con láser. El láser de diodo solo mejora la unión para la prueba de extracción

Kirmali Omer, y cols. 2015 (115)	40 O.D	Er,Cr:YSGG	<p>Grupo 1: Sin tratamiento dentinario</p> <p>Grupo 2: láser Er,Cr:YSGG con una longitud de onda de 2780 nm a las paredes de la raíz</p> <p>Los parámetros del láser fueron 20 Hz (pulsos por segundo) e hidrocínética impulsada por láser. La duración del pulso varía de 140 a 200 ms.</p> <p>Grupo 2: parámetros de energía a 1W</p> <p>Grupo 3: parámetros de energía 2W</p> <p>Grupo 4: parámetro de energía 3W</p> <p>En todos los grupos flujos de agua / aire, ambos del 50%, se utilizaron continuamente durante la irradiación durante 10 s.</p>	La irradiación con láser Er, Cr: YSGG con diferentes intensidades no aumentó la fuerza de unión de los postes de fibra a las paredes de la dentina del conducto radicular.
Laís Lima Pelozo, y cols 2018 (116)	48 O.D	Er:YAG	<p>Grupo 1: Irrigación con agua destilada</p> <p>Grupo 2: 10% de ascorbato de sodio</p> <p>Grupo 3: láser Er: YAG en modo pulsado (duración de 50 μs), con la punta de fibra flexible Xpulse (1,0 mm de grosor y 13,5 mm de longitud) insertada en el conducto radicular en movimientos helicoidales (de cervical a apical y de apical a cervical), frecuencia de repetición del pulso fue de 4</p>	Los pretratamientos de dentina con láser Er: YAG o SA mejoraron la fuerza de unión de las interfaces cemento-post-dentina; sin embargo, no se observó ningún efecto sinérgico de ambos tratamientos combinados

			<p>Hz, energía de 150 mJ durante 40 s usando un rocío de agua de 4 mL / min.</p> <p>Grupo 4: Láser Er: con ácido ascórbico al 10%</p>	
<p>Mohammadi Narmin, y cols 2013 (117)</p>	<p>30 O.D</p>	<p>Er, Cr: YSGG</p>	<p>Grupo 1: irradiación láser Er, Cr: YSGG potencia de salida de 0,5 W y un 20% de nivel de agua y aire. Luego se irradiaron con el mismo láser utilizando una potencia de salida de 2,5 W y un 50% de nivel de aire y agua.</p> <p>Grupo 2: no se utilizó tratamiento con láser..</p>	<p>El tratamiento de la dentina del conducto radicular con el láser Er, Cr: YSGG aumentó la fuerza de unión del cemento autoadhesivo y la fuerza de unión del cementor resinoso no se vio afectado.</p>
<p>Quinto Jose, y cols. 2019 (111)</p>	<p>90 O.D</p>	<p>Er,Cr:YSGG laser</p>	<p>Grupo único: irradiación láser Er, Cr: láser YSGG a una emisión a 2780 nm con una tasa de repetición de 20 Hz. Se utilizó una punta de fibra axial intercambiable de 400 µm, modelo Z4 (Biolase) con ajustes para 37: 34% (agua: aire) La potencia media del láser fue de 1,2 W con una frecuencia de repetición de 15 Hz y una duración de pulso de 140 µs (59,14 J / cm²) con ajustes de 37: 34% (agua: aire). La fibra se insertó en el conducto radicular hasta el ápice y se extrajo desde el extremo apical hasta el coronal en movimientos helicoidales (2 mm / seg), cinco</p>	<p>El uso del láser Er, Cr: YSGG para procedimientos protésicos clínicos mejora la fuerza de unión posterior de los cementos de resina.</p>

			veces con descansos de 20 segundos entre cada irradiación láser.	
--	--	--	------------------------------------------------------------------	--

O.D: órganos dentales

Tabla 4. Muestra los artículos encontrados y analizados bajo POBS y MEB acerca de pretratamiento dentinario con láser antes de la cementación de un poste de fibra de vidrio.

La irradiación dentinaria antes de la colocación de un poste de fibra con láser Er, Cr: YSGG aumenta la fuerza de unión del cemento resinoso del poste al conducto radicular utilizándolo con potencias de salida de 1.2 W a una frecuencia 20 Hz (92,103,111).

También el acondicionamiento dentinario con irradiación láser Er: YAG mejora la unión del poste al conducto radicular, utilizado en modo pulsado con una punta de fibra a una frecuencia de 4 Hz (116).

También se demostró que la irradiación dentinaria con láser Er, Cr: YSGG no mejora la microretención del poste al conducto radicular (113).

7 CONCLUSIÓN

Gracias a todo lo anterior, podemos interpretar que lo más importante para poder llevar a cabo una buena microretención del poste de fibra de vidrio al conducto radicular es retirar la capa de smear layer secundario a través de la utilización de diferentes técnicas de acondicionamiento dentinario, pero sin causar alteración en la estructura de la dentina.

Dentro de los agentes acondicionantes que se mostraron con mejores resultados fueron el ácido cítrico al 10%, MTAD y EDTA al 17% activados ultrasónicamente o activados con láser Er:YAG a través de la técnica PIPS mejoraron la adherencia del poste al conducto radicular, así también el acondicionamiento dentinario a través de la irradiación con láser Er, Cr:YSGG sin importar la intensidad de su frecuencia.

Sin embargo, se ha comprobado que el exceso de tiempo más de 1 min el EDTA al 17% en contacto con la estructura dentinaria causa erosión en su estructura, por lo que se debe de usar con un determinado tiempo menor.

8 PROPUESTA

Evaluar si el uso de agentes acondicionantes modifica la microretención de diferentes cementos resinosos utilizados en la colocación de postes de fibra de vidrio.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. Kermanshah H, Bolhari B, Sedaghat F, Omrani LR. Effect of Intracanal Post Space Treatments on Push-Out Bond Strength of Fiber Posts to Root Dentin. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2017 Jan [cited 2021 May 11];14(1):55–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28828018>
2. Marques EF, Marceliano-Alves MFV, Pelegrine RA, Pinheiro SL, Bueno CEDS. Influence of the chelating solutions in the resistance of glass fiber posts to the root dentin. *Eur J Dent* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Mar 2];14(4):584–9. Available from: </pmc/articles/PMC7541334/>
3. Zarow M, Vadini M, Chojnacka-Brozek A, Szczeklik K, Milewski G, Biferi V, et al. Effect of fiber posts on stress distribution of endodontically treated upper premolars: Finite element analysis. *Nanomaterials* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2021 Feb 5];10(9):1–17. Available from: </pmc/articles/PMC7559636/?report=abstract>
4. Ruschel GH, Gomes ÉA, Silva-Sousa YT, Pinelli RGP, Sousa-Neto MD, Pereira GKR, et al. Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2020 Mar 31];82:187–92. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S175161611830376X>
5. Bitter K, Kielbassa A, Weiger R, Krastl G. Cementado de pernos intrarradiculares reforzados con fibra. *Quintessence Publicación Int Odontol*. 2011;24(5):217–26.
6. Mirseifinejad R, Tabrizzade M, Davari A, Mehravar F. Efficacy of different root canal irrigants on smear layer removal after post space preparation: A scanning electron microscopy evaluation. *Iran Endod J* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2021 Mar 2];12(2):185–90. Available from: </pmc/articles/PMC5431723/>
7. Lazari PC, de Oliveira RCN, Anchieta RB, de Almeida EO, Freitas Junior AC, Kina S, et al. Stress distribution on dentin-cement-post interface varying root canal and glass fiber post diameters. A three-dimensional finite element

- analysis based on micro-CT data. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2013 [cited 2021 Feb 12];21(6):511–7. Available from: [/pmc/articles/PMC3891274/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24847494/)
8. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and metaanalysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014;39(1):31–44.
 9. Lo Giudice G, Lizio A, Lo Giudice R, Centofanti A, Rizzo G, Runci M, et al. The effect of different cleaning protocols on post space: A SEM study. *Int J Dent* [Internet]. 2016 [cited 2021 Mar 2];2016. Available from: [/pmc/articles/PMC5059547/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24847494/)
 10. Revisión sistemática del papel de los láseres en la terapia endodóntica: ¿un tratamiento adjunto valioso? [Internet]. [cited 2021 Feb 3]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7559699/>
 11. Evaluación de la fuerza de unión por empuje del poste de fibra después de tratar el espacio del poste intrarradicular con diferentes técnicas de tratamiento del espacio posterior: un ensayo in vitro controlado aleatorizado [Internet]. [cited 2021 Feb 3]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5731012/>
 12. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP. The Effectiveness of Different Acid Irrigating Solutions in Root Canal Cleaning After Hand and Rotary Instrumentation. *J Endod* [Internet]. 2006 Oct [cited 2020 Apr 13];32(10):993–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239906004961>
 13. Suzuki TYU, Gallego J, Assunção WG, Briso ALF, Dos Santos PH. Influence of silver nanoparticle solution on the mechanical properties of resin cements and intrarradicular dentin. *PLoS One*. 2019;14(6).
 14. Trushkowsky RD. Restoration of endodontically treated teeth: criteria and technique considerations. *Quintessence Int* [Internet]. 2014;45(7):557–67. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24847494>

15. Dds KO, Dds HA, Dds SB. Evaluation of Related Factors in the Failure of Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional. *J Endod* [Internet]. 2018;44(1):38–45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.029>
16. Huang TJG, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* [Internet]. 1992 [cited 2021 Feb 10];18(5):209–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1402574/>
17. Ratnakar P, Bhosgi R, Metta KK, Aggarwal K, Vinuta S, Singh N. Survey on restoration of endodontically treated anterior teeth: a questionnaire based study. *J Int oral Heal JIOH* [Internet]. 2014 [cited 2021 Feb 10];6(6):41–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25628482>
18. Isufi A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with a bulkfill flowable material and a resin composite. *Ann Stomatol (Roma)* [Internet]. 2016 [cited 2021 Feb 5];7(1–2):4. Available from: </pmc/articles/PMC4955920/?report=abstract>
19. Gbadebo, Ajayi DM, Oyekunle OOD, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2014 [cited 2021 Oct 9];25(1):58. Available from: <https://www.ijdr.in/article.asp?issn=0970-9290;year=2014;volume=25;issue=1;spage=58;epage=63;aulast=Gbadebo>
20. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: A critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003;14(1):13–29.
21. Xu C, Wang Y. Chemical composition and structure of peritubular and intertubular human dentine revisited. *Arch Oral Biol* [Internet]. 2012 Apr [cited 2021 Feb 22];57(4):383–91. Available from: </pmc/articles/PMC3276734/>
22. Wang R, Niu L, Li Q, Liu Q, Zuo H. The peritubular reinforcement effect of porous dentine microstructure. *PLoS One* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2021 Feb 22];12(8). Available from: </pmc/articles/PMC5578600/>

23. Giannini M, Soares CJ, De Carvalho RM. Ultimate tensile strength of tooth structures. *Dent Mater*. 2004;20(4):322–9.
24. Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of Irrigant Sequence on Mechanical Properties of Human Root Dentin. *J Endod* [Internet]. 2007 Nov [cited 2020 Mar 28];33(11):1325–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239907007492>
25. Özcan M, Valandro LF. Fracture Strength of Endodontically-treated Teeth Restored with Post and Cores and Composite Cores Only. *Oper Dent* [Internet]. 2009 Jul [cited 2020 Apr 2];34(4):429–36. Available from: <http://www.jopdentonline.org/doi/10.2341/08-110>
26. Maroulakos G, He J, Nagy WW. The Post–endodontic Adhesive Interface: Theoretical Perspectives and Potential Flaws. *J Endod* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2020 Apr 13];44(3):363–71. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239917312347>
27. Perdigão Jorge. *Restoration of Root Canal-Treated Teeth*. Springer. org Perdigão, editor. Minneapolis , MN; 2016. 262 p.
28. Una Fuerza De Tracción A DE. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE ODONTOLOGÍA CARRERA DE ODONTOLOGÍA ANÁLISIS DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE PERNOS DE FIBRA DE VIDRIO INTRARRADICULARES PREVIA IRRIGACION CON CLORHEXIDINA AL 2% Y HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25% ANTE LA.
29. Baldasso FER, Roletto L, Silva VD da, Morgental RD, Kopper PMP. Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 May 15 [cited 2021 Feb 22];31:e40. Available from: <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0040>
30. Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, et al. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod* [Internet]. 2011;37(1):80–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.10.004>

31. Taneja S, Kumari M, Anand S. Effect of QMix, peracetic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on calcium loss and microhardness of root dentine. *J Conserv Dent* [Internet]. 2014 Mar [cited 2021 Mar 5];17(2):155–8. Available from: [/pmc/articles/PMC4001273/](#)
32. Keine KC, Kuga MC, Coaguila-Llerena H, Palma-Dibb RG, Faria G. Peracetic acid as a single endodontic irrigant: effects on microhardness, roughness and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech*. 2019;(October):1–6.
33. Paulson L, Ballal NV, Bhagat A. Effect of Root Dentin Conditioning on the Pushout Bond Strength of Biodentine. *J Endod* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2020 Mar 28];44(7):1186–90. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239918302474>
34. De-Deus G, Namen F, Galan J, Zehnder M. Soft Chelating Irrigation Protocol Optimizes Bonding Quality of Resilon/Epiphany Root Fillings. *J Endod* [Internet]. 2008 Jun [cited 2020 Mar 28];34(6):703–5. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239908001878>
35. Mai S, Kim YK, Arola DD, Gu L, Kim JR, Pashley DH, et al. Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. *J Dent* [Internet]. 2010 Mar [cited 2020 Mar 28];38(3):201–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571209002450>
36. Baldasso FER, Roletto L, Silva VD da, Morgental RD, Kopper PMP. Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 May 15 [cited 2020 Mar 28];31:e40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28513789>
37. Shamseddine L, Chaaban F. Impact of a Core Ferrule Design on Fracture Resistance of Teeth Restored with Cast Post and Core. *Adv Med* [Internet]. 2016 [cited 2021 Feb 5];2016:1–8. Available from: [/pmc/articles/PMC4933856/?report=abstract](#)
38. Alenzi A, Samran A, Samran A, Nassani MZ, Naseem M, Khurshid Z, et al.

- Restoration strategies of endodontically treated teeth among dental practitioners in Saudi Arabia. A nationwide pilot survey [Internet]. Vol. 6, Dentistry Journal. MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2018 [cited 2021 Feb 5]. Available from: [/pmc/articles/PMC6162440/?report=abstract](https://pmc/articles/PMC6162440/?report=abstract)
39. Rajambigai A, Kumar A, Sabarinathan, Raja R. Comparison of stress distribution in a maxillary central incisor restored with two prefabricated post systems with and without ferrule using finite element method. J Clin Diagnostic Res [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2021 Feb 5];10(9):ZC52–5. Available from: [/pmc/articles/PMC5072080/?report=abstract](https://pmc/articles/PMC5072080/?report=abstract)
 40. Padmanabhan P. A comparative evaluation of the fracture resistance of three different pre-fabricated posts in endodontically treated teeth: An in vitro study. J Conserv Dent [Internet]. 2010 [cited 2021 Feb 11];13(3):124. Available from: [/pmc/articles/PMC2980606/](https://pmc/articles/PMC2980606/)
 41. Sharma S, Attokaran G, Singh KS, Jerry JJ, Ahmed N, Mitra N. Comparative evaluation of fracture resistance of glass fiber reinforced, carbon, and quartz post in endodontically treated teeth: An in-vitro study. J Int Soc Prev Community Dent [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Feb 11];6(4):373–6. Available from: [/pmc/articles/PMC4981941/](https://pmc/articles/PMC4981941/)
 42. Chauhan NS, Saraswat N, Parashar A, Sandu KS, Jhajharia K, Rabadiya N. Comparison of the effect for fracture resistance of different coronally extended post length with two different post materials. J Int Soc Prev Community Dent. 2019 Mar 1;9(2):144–51.
 43. Sonkesriya S, Olekar ST, Saravanan V, Somasunderam P, Chauhan RS, Chaurasia VR. An in vitro comparative evaluation of fracture resistance of custom made, metal, glass fiber reinforced and carbon reinforced posts in endodontically treated teeth. J Int oral Heal JIOH [Internet]. 2015 May [cited 2021 Feb 11];7(5):53–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26028904>
 44. Amarnath GS, Swetha MU, Muddugangadhar BC, Sonika R, Garg A, Rao

- TRP. Effect of Post Material and Length on Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolars: An In-Vitro Study. *J Int oral Heal JIOH* [Internet]. 2015 Jul [cited 2020 Nov 7];7(7):22–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26229366>
45. Saritha MK, Paul U, Keswani K, Jhamb A, Mhatre SH, Sahoo PK. Comparative evaluation of fracture resistance of different post systems. *J Int Soc Prev Community Dent* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2021 Feb 11];7(6):356–9. Available from: </pmc/articles/PMC5774057/>
 46. Elnaghy AM. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int Endod J*. 2014;47(3):280–9.
 47. Shu X, Mai Q-Q, Blatz M, Price R, Wang X-D, Zhao K. Direct and Indirect Restorations for Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis, IAAD 2017 Consensus Conference Paper. *J Adhes Dent* [Internet]. 2018;20(3):183–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29984369>
 48. Chen X, Liu H, He Y, Luo T, Zou L. Effects of Endodontic Sealers and Irrigation Systems on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. *J Endod* [Internet]. 2018;44(8):1293–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.05.014>
 49. Pradhan P, Dipallini S, Sahoo K, Patri G, Lata S. Effect of temperature and activation techniques of irrigating solutions on push-out bond strength of fiber post. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2021 Mar 2];23(3):295–8. Available from: </pmc/articles/PMC7861073/>
 50. Meng Q, Ma Q, Wang T, Chen Y. An in vitro study evaluating the effect of ferrule design on the fracture resistance of endodontically treated mandibular premolars after simulated crown lengthening or forced eruption methods. *BMC Oral Health* [Internet]. 2018 May 10 [cited 2021 Feb 10];18(1). Available from: </pmc/articles/PMC5946484/>
 51. Demiryürek EÖ, Külünk Ş, Saraç D, Yüksel G, Bulucu B. Effect of different

surface treatments on the push-out bond strength of fiber post to root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2009;108(2):e74–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.03.047>

52. Mirseifinejad R, Tabrizzade M, Davari A, Mehravar F. Efficacy of different root canal irrigants on smear layer removal after post space preparation: A scanning electron microscopy evaluation. *Iran Endod J* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2021 Feb 23];12(2):185–90. Available from: </pmc/articles/PMC5431723/>
53. Kaushal R, Bansal R, Malhan S. A comparative evaluation of smear layer removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Feb 16];23(1):71–8. Available from: </pmc/articles/PMC7657419/>
54. Wan S, Tan Y, Xie J, Huang X, Guo L. The effect of a root-dentin pretreatment technique combining PIPS with MTAD aiming to improve the bond strength of glass fiber post. *Microsc Res Tech*. 2020;(January):1–10.
55. AKMAN M, ELDENIZ AU, INCE S, GUNESER MB. Push-out bond strength of a new post system after various post space treatments. *Dent Mater J* [Internet]. 2016 [cited 2020 Mar 30];35(6):876–80. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/35/6/35_2015-372/_article
56. Terumi R, Fortes B, Reis A, Gomes C. Effect of Root Canal Irrigants on Fiber Post Bonding Using Self-adhesive Composite Cements. 2019;21(6):537–44.
57. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: A literature review. *Aust Dent J*. 2011;56(SUPPL. 1):77–83.
58. Belizário LG, Kuga C, Castro-núñez GM, Escalante-otárola WG, Reis V, Pereira JR. Effects of different peracetic acid formulations on post space radicular dentin. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2018;120(1):92–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.08.002>
59. Amižić IP, Miletić I, Ionescu AC, Brambilla E, Gabrić D, Baraba A. Utjecaj

ispiranja aktiviranog erbijskim laserima na čvrstocu vezivanja individualnog kompozitnog kolčića ojačanog vlaknima na dentin korijenskog kanala. *Acta Stomatol Croat* [Internet]. 2016 [cited 2021 Feb 28];50(4):321–8. Available from: /pmc/articles/PMC5328648/

60. Gupta N, Singh N. Evaluation and Comparison of smear layer removal and dentin microhardness using Maleic acid, EDTA and MTAD as irrigant. *J Dent Indones* [Internet]. 2018 Aug 26 [cited 2021 Mar 8];25(2):91–8. Available from: <https://scholarhub.ui.ac.id/jdi>
61. Poletto D, Poletto AC, Cavalaro A, Machado R, Cosme-Silva L, Garbelini CCD, et al. Smear layer removal by different chemical solutions used with or without ultrasonic activation after post preparation. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2017 [cited 2021 Mar 2];42(4):324. Available from: /pmc/articles/PMC5682149/
62. Abuhaimed TS, Neel EAA. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. *Biomed Res Int*. 2017;2017.
63. Srirekha A, Rashmi K, Hegde J, Lekha S, Rupali K, Reshmi G. An in vitro evaluation of passive ultrasonic agitation of different irrigants on smear layer removal after post space preparation: A scanning electron microscopic study. *J Indian Prosthodont Soc* [Internet]. 2013 Sep [cited 2021 Mar 2];13(3):240–6. Available from: /pmc/articles/PMC3732731/
64. Khoroushi M, Amirkhani Najafabadi M, Feiz A. Effects of Calcium Hypochlorite and Sodium Hypochlorite, as Root Canal Irrigants, on the Bond Strength of Glass Fiber Posts Cemented with Self-Adhesive Resin Cement. *Front Dent* [Internet]. 2019 Oct 15 [cited 2021 Mar 8];16(3):214. Available from: /pmc/articles/PMC6911663/
65. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* [Internet]. 2014 Mar 21 [cited 2020 Apr 4];216(6):299–303. Available from: <http://www.nature.com/articles/sj.bdj.2014.204>
66. Kaushal R, Bansal R, Malhan S. A comparative evaluation of smear layer

removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Feb 23];23(1):71–8. Available from: [/pmc/articles/PMC7657419/](#)

67. Yumi T, Suzuki U, Pereira MA, Eduardo J. Do Irrigation Solutions Influence the Bond Interface Between Glass Fiber Posts and Dentin? 2019;106–16.
68. Arisu HD, Kivanç BH, Sağlam BC, Şimşek E, Görgül G. Effect of post-space treatments on the push-out bond strength and failure modes of glass fibre posts. *Aust Endod J* [Internet]. 2013 Apr [cited 2021 Mar 3];39(1):19–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23551509/>
69. Jalali H, Farid F, Kulivand S, Nokar S, Dadgar K. Effect of Different Irrigants Applied After Post Space Preparation on Push-Out Bond Strength of a Self-Etch Resin Cement. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2018 Jul [cited 2020 Apr 19];15(4):222–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30405731>
70. Suzuki TYU, Pereira MA, Filho JEG, Wang L, Assunção WG, dos Santos PH. Do irrigation solutions influence the bond interface between glass fiber posts and dentin? *Braz Dent J* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2021 Mar 16];30(2):106–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201901963>
71. Estudio in vitro del grado de erosión que provoca el EDTA sobre la dentina del conducto radicular [Internet]. [cited 2021 Feb 25]. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2012000100002
72. Ramachandran N, Podar R, Singh S, Kulkarni G, Dadu S. Effect of ultrasonic activation on calcium ion quantification, smear layer removal, and canal cleaning efficacy of demineralizing irrigants. *J Conserv Dent* [Internet]. 2018 [cited 2021 Mar 9];21(5):551. Available from: [/pmc/articles/PMC6161526/](#)
73. Gandolfi MG, Taddei P, Pondrelli A, Zamparini F, Prati C, Spagnuolo G. Demineralization, collagen modification and remineralization degree of human

- dentin after EDTA and citric acid treatments. *Materials* (Basel). 2019;12(1).
74. Demirel A, Yüksel BN, Ziya M, Gümüş H, Doğan S, Sari Ş. The effect of different irrigation protocols on smear layer removal in root canals of primary teeth: a SEM study. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2019;77(5):380–5. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1577491>
 75. Gupta N, Singh N. Evaluation and Comparison of smear layer removal and dentin microhardness using Maleic acid, EDTA and MTAD as irrigant. *J Dent Indones*. 2018;25(2):91–8.
 76. Prado M, Gusman H, Gomes BPFA, Simão RA. Scanning Electron Microscopic Investigation of the Effectiveness of Phosphoric Acid in Smear Layer Removal When Compared with EDTA and Citric Acid. *J Endod* [Internet]. 2011 Feb [cited 2020 Apr 13];37(2):255–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239910009192>
 77. Costa Scholz MF, Aboud Matos de Almeida R, Scholz N, Mongruel Gomes G, Masson-P MJ, Dourado Loguercio A, et al. <p>The Effect of Viscosity and Application Mode of Phosphoric Acid on Bond Strength of GlassFiber Post</p>. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2020 Feb;Volume 12:61–70.
 78. Costa Scholz MF, Aboud Matos de Almeida R, Scholz N, Mongruel Gomes G, Masson-P MJ, Dourado Loguercio A, et al. <p>The Effect of Viscosity and Application Mode of Phosphoric Acid on Bond Strength of GlassFiber Post</p>. *Clin Cosmet Investig Dent* [Internet]. 2020 Feb [cited 2021 Mar 5];Volume 12:61–70. Available from: </pmc/articles/PMC7049749/>
 79. Salas MMS, Bocangel JS, Henn S, Pereira-Cenci T, Cenci MS, Piva E, et al. Can viscosity of acid etchant influence the adhesion of fibre posts to root canal dentine? *Int Endod J*. 2011;44(11):1034–40.
 80. Baena E, Flores A, Ceballos L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. *Odontology*. 2017;170–7.
 81. Feiz A, Samimi P, Karami A, Badrian H, Goroohi H, Swift EJ. Effect of surface treatments on fracture resistance of root filled teeth with bonded fibre posts.

- Dent Traumatol [Internet]. 2014 Aug [cited 2020 Apr 12];30(4):302–5. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/edt.12084>
82. Matos F de S, Khoury RD, Carvalho CAT, Martinho FC, Bresciani E, Valera MC. Effect of EDTA and QMIX Ultrasonic Activation on the Reduction of Microorganisms and Endotoxins in Ex Vivo Human Root Canals. *Braz Dent J* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2020 Apr 14];30(3):220–6. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402019000300220&tlng=en
83. Gundogar M, Sezgin GP, Erkan E, Ozyilmaz OY. The influence of the irrigant QMix on the push-out bond strength of a bioceramic endodontic sealer. *Eur Oral Res* [Internet]. 2019 Jan 22 [cited 2020 Apr 12];64–8. Available from: <http://eor.istanbul.edu.tr/en/yazi/10-26650-eor-2018-446-560052006A00440049004D0052004B0052004D004D003100>
84. Irmak Ö, Orhan EO, Görgün K, Yaman BC. Nuclear magnetic resonance spectroscopy and infrared spectroscopy analysis of precipitate formed after mixing sodium hypochlorite and QMix 2in1. Webster T, editor. *PLoS One* [Internet]. 2018 Aug 15 [cited 2020 Apr 14];13(8):e0202081. Available from: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0202081>
85. Aksel H, Serper A, Kalayci S, Somer G, Erisken C. Effects of QMix and ethylenediaminetetraacetic acid on decalcification and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2016 Nov 1 [cited 2020 Apr 5];79(11):1056–61. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jemt.22745>
86. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Martín-Peinado FJ, González-López S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *Int Endod J* [Internet]. 2008 May [cited 2020 Apr 9];41(5):418–23. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2591.2007.01371.x>
87. Gandolfi MG, Taddei P, Pondrelli A, Zamparini F, Prati C, Spagnuolo G. Demineralization, collagen modification and remineralization degree of human dentin after EDTA and citric acid treatments. *Materials (Basel)* [Internet]. 2019

Dec 21 [cited 2021 Mar 8];12(1):25. Available from: /pmc/articles/PMC6337713/

88. Balasubramanian SK, Saraswathi V, Ballal NV, Acharya SR, Sivakumar Sampath J, Singh S. A comparative study of the quality of apical seal in resilon/epiphany se following intra canal irrigation with 17% EDTA, 10% citric acid, and mtad as final irrigants – A dye leakage study under vacuum. *J Clin Diagnostic Res* [Internet]. 2017 Feb 1 [cited 2021 Mar 9];11(2):ZC20–4. Available from: /pmc/articles/PMC5376903/
89. Kaushal R, Bansal R, Malhan S. A comparative evaluation of smear layer removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Mar 8];23(1):71–8. Available from: /pmc/articles/PMC7657419/
90. Wright PP, Kahler B, Walsh LJ. Alkaline sodium hypochlorite irrigant and its chemical interactions [Internet]. Vol. 10, *Materials*. MDPI AG; 2017 [cited 2021 Mar 9]. Available from: /pmc/articles/PMC5666953/
91. Fan F, Ibrahim M, Dai P, Mao Y, He B, Wu G, et al. Effect of maleic acid on the bond strength of fibre posts to root dentine. *Eur J Oral Sci*. 2017;125(5):396–402.
92. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Kinoshita JI. Unusual root canal irrigation solutions. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2017 [cited 2021 Mar 14];18(5):415–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28512283/>
93. Kaushal R, Bansal R, Malhan S. A comparative evaluation of smear layer removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Jun 26];23(1):71–8. Available from: /pmc/articles/PMC7657419/
94. Ballal NV, Jain I, Tay FR. Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *J*

- Dent [Internet]. 2016;51:62–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2016.06.001>
95. Wang L, Zhao Y, Mei L, Yu H, Muhammad I, Pan Y, et al. Effect of application time of maleic acid on smear layer removal and mechanical properties of root canal dentin. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2017;75(1):59–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00016357.2016.1248789>
 96. Do QL, Gaudin A. The efficiency of the ER: YAG laser and photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) as an activation method in endodontic irrigation: A literature review. *J Lasers Med Sci* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2021 Mar 9];11(3):316–31. Available from: [/pmc/articles/PMC7369550/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3369550/)
 97. Kharouf N, Pedullà E, La Rosa GRM, Bukiet F, Sauro S, Haikel Y, et al. In Vitro Evaluation of Different Irrigation Protocols on Intracanal Smear Layer Removal in Teeth with or without Pre-Endodontic Proximal Wall Restoration. *J Clin Med* [Internet]. 2020 Oct 16 [cited 2021 Feb 28];9(10):3325. Available from: [/pmc/articles/PMC7602818/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/342818/)
 98. Plotino G, Grande NM, Mercade M, Cortese T, Staffoli S, Gambarini G, et al. Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2021 Mar 17];27. Available from: [/pmc/articles/PMC6322636/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/322636/)
 99. Eggmann F, Vokac Y, Eick S, Neuhaus KW. Sonic irrigant activation for root canal disinfection: Power modes matter! *BMC Oral Health* [Internet]. 2020 Apr 10 [cited 2021 Mar 16];20(1). Available from: [/pmc/articles/PMC7147034/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/347034/)
 100. Eggmann F, Vokac Y, Eick S, Neuhaus KW. Sonic irrigant activation for root canal disinfection: power modes matter! *BMC Oral Health* [Internet]. 2020 Apr 10 [cited 2021 Jul 7];20(1). Available from: [/pmc/articles/PMC7147034/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/347034/)
 101. Fundaoğlu Küçükkekenci F, Küçükkekenci AS. Effect of ultrasonic and nd: Yag laser activation on irrigants on the push-out bond strength of fiber post to the root canal. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 [cited 2021 Mar 17];27. Available from: [/pmc/articles/PMC6534367/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34367/)

102. Zamanian AH, Hakimaneh SMR, Mojahedi SM, Taghavi Damghani F, Shayegh F, Shayegh SS. Efficiency of Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser in Debonding Cemented Glass Fiber Posts: an in vitro Study. *J Dent (Shiraz, Iran)* [Internet]. 2021 Mar [cited 2021 Mar 21];22(1):1–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33681416>
103. Borges CC, Palma-Dibb RG, Rodrigues FCC, Plotegher F, Rossi-Fedele G, De Sousa-Neto MD, et al. The Effect of Diode and Er,Cr:YSGG Lasers on the Bond Strength of Fiber Posts. *Photobiomodulation, Photomedicine, Laser Surg.* 2020;38(2):66–74.
104. Vohra F, Bukhari IA, Sheikh SA, Naseem M, Hussain M. Photodynamic activation of irrigation (using different laser prototypes) on push out bond strength of fiber posts. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2020;30(January):101716. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101716>
105. Zamanian AH, Hakimaneh SMR, Mojahedi SM, Taghavi Damghani F, Shayegh F, Shayegh SS. Efficiency of Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser in Debonding Cemented Glass Fiber Posts: an in vitro Study. *J Dent (Shiraz, Iran)* [Internet]. 2021 Mar [cited 2021 Jul 4];22(1):1–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33681416>
106. Yu HH, Zhang L, Xu S, Li F, Yu F, Liu ZY, et al. Effects of Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) on the bond strength of fiber posts to Sodium hypochlorite (NaOCl) treated intraradicular dentin. *Sci Rep* [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2021 Jun 14];7(1). Available from: [/pmc/articles/PMC5484673/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3544673/)
107. Moon YM, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Shon WJ, Lee W. Effect of laser-activated irrigation of 1320-nanometer Nd:YAG laser on sealer penetration in curved root canals. *J Endod* [Internet]. 2012;38(4):531–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.008>
108. Arslan D, Guneser MB, Dincer AN, Kustarci A, Er K, Siso SH. Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *J Endod.* 2016 Aug 1;42(8):1279–85.

109. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci.* 2012;27(2):273–80.
110. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Effect of different irrigant activation protocols on push-out bond strength. *Lasers Med Sci.* 2015;30(8):2143–9.
111. Quinto J, Amaral MM, Francci CE, Ana PA, Moritz A, Zezell DM. Evaluation of Intra Root Canal Er,Cr:YSGG Laser Irradiation on Prosthetic Post Adherence. *J Prosthodont.* 2019;28(1):e181–5.
112. Khoshbin E, Donyavi Z, Atibeh EA, Kasraei S, Yousefimashouf R, Roshanaei G, et al. Effect of Nd:YAG and Diode Lasers on Apical Seal of Root Canals Filled with AH Plus and Mineral Trioxide Aggregate-Based Sealers. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2018 Jan [cited 2021 Mar 22];15(1):30–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29971119>
113. Kirmalı Ö, Üstün Ö, Kapdan A, Kuştarıcı A. Evaluation of Various Pretreatments to Fiber Post on the Push-out Bond Strength of Root Canal Dentin. *J Endod.* 2017;43(7):1180–5.
114. Strefezza C, Amaral MM, Quinto J, Gouw-Soares SC, Zamataro CB, Zezell DM. Effect of 830 nm diode laser irradiation of root canal on bond strength of metal and fiber post. *Photomed Laser Surg.* 2018;36(8):439–44.
115. Kirmali O, Kustarci A, Kapdan A, Er K. Effects of dentin surface treatments including Er,Cr:YSGG laser irradiation with different intensities on the push-out bond strength of the glass fiber posts to root dentin. *Acta Odontol Scand.* 2015;73(5):380–6.
116. Laís Lima Pelozo1&Reinaldo Dias Silva-Neto. Dentin pretreatment with Er:YAG laser and sodium ascorbateto improve the bond strength of glass fiber post. 2018; Available from: <chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fcontent%2Fpdf%2F10.1007%2Fs10103-018-2579-5.pdf>

117. Mohammadi N, Savadi Oskoe S, Abed Kahnamoui M, Bahari M, Kimyai S, Rikhtegaran S. Effect of Er,Cr: YSGG pretreatment on bond strength of fiber posts to root canal dentin using a self-adhesive resin cement. *Lasers Med Sci.* 2013;28(1):65–9.
118. Vangala A, Hegde V, Sathe S, Dixit M, Jain P. Effect of irrigating solutions used for postspace treatment on the push-out bond strength of glass fiber posts. *J Conserv Dent [Internet].* 2016 Jan 1 [cited 2021 Jul 5];19(1):82–6. Available from: </pmc/articles/PMC4760022/>