



RESINAS COMPUESTAS EN POSTERIORES: BASES CAVITARIAS, ELIMINACIÓN PARCIAL DE CARIES Y TERAPIA EN LESIONES PROFUNDAS. ¿FIN DE UN ARQUETIPO?

POSTERIOR COMPOSITE RESINS: CAVITARY BASES, PARTIAL CARIES REMOVAL AND THERAPY IN DEEP INJURIES. END OF AN ARCHETYPE?

Recibido para arbitraje: 20/04/2021

Aprobado para su publicación: 26/05/2021

Luis Alonso Calatrava Oramas. Profesor Titular UCV (J). Ave. Rio Manapire. Res. El Guacharo / Club Hípico Caracas

RESUMEN Las resinas compuestas se han convertido en el material principal para las restauraciones dentales colocadas directamente en dientes anteriores y posteriores. Existe evidencia significativa a partir de revisiones sistemáticas y metanálisis de que estas restauraciones son muy exitosas y disfrutan de bajas tasas de fallas. Las principales razones para su reemplazo son la recurrencia de caries y la fractura del material de restauración. Además al colocarlas ocurre una contracción que resulta en la generación de tensiones dentro del material y en la interfaz con el diente. Existe evidencia de que no son estables en el ambiente oral, están sujetas a hidrólisis y degradación por exposición a enzimas presentes en la saliva y producidas por biopelículas bacterianas adheridas al material y al diente.

Estos materiales tiene baja conductividad térmica, pero la hipersensibilidad posoperatoria a veces sigue siendo un problema. Históricamente se ha colocado una capa aislante para prevenir el dolor de la conductividad térmica y proteger la pulpa de efectos tóxicos. Sin embargo autores han manifestado que existe evidencia inconsistente con respecto a la hipersensibilidad posterior a su colocación debajo de las restauraciones posteriores de resina compuesta. Tampoco hay demostración de diferencias en longevidad de las restauraciones colocadas con o sin bases. El objetivo fue revisar la literatura actual sobre las bases cavitarias en restauraciones de resina compuestas posteriores sobre la perspectivas de las nuevas tecnologías en el

tratamiento de caries y terapia de la exposición pulpar, visto que estos procedimientos despiertan debate e inconsistencia en la docencia y el ejercicio clínico de la profesión.

Palabras clave: Bases cavitarias; materiales de revestimiento; protección pulpar; resinas compuestas posteriores.

SUMMARY Composite resins have become the main material for dental restorations placed directly on anterior and posterior teeth. There is significant evidence from systematic reviews and meta-analyses that these restorations are very successful and enjoy low failure rates. The main reasons for its replacement are the recurrence of caries and the fracture of the restorative material. However, when placing them, a contraction occurs that results in the generation of tensions within the material and at the interface with the tooth. Also, there is evidence that they are not stable in the oral environment, they are subject to hydrolysis and degradation by exposure to enzymes present in saliva and produced by bacterial biofilms adhered to the material and the tooth.

These materials have low thermal conductivity, but postoperative hypersensitivity sometimes remains a problem. Historically an insulating layer has been placed to prevent pain from thermal conductivity and protect the pulp from toxic effects. However, authors have stated that there is inconsistent evidence regarding hypersensitivity after placement under posterior composite resin restorations. There is also no demonstration of differences in longevity of restorations placed with or without bases. The objective was to review the current literature on cavitory bases in posterior composite resin restorations on the perspectives of new technologies in the treatment of caries and pulp exposure therapy, since these procedures arouse debate and inconsistency in teaching and exercise of the profession.

Keywords: Cavity bases; cavity liners; pulp protection; posterior composite resins.

INTRODUCCIÓN

El continuo desarrollo de nuevos materiales y técnicas en la odontología estética alienta a conocer los principios básicos de su aplicación clínica. Es claro que se pueden utilizar varias tecnologías y equipos para restaurar los dientes permanentes afectados por las caries, y es una realidad que los clínicos con frecuencia eligen los procesos en su ejercicio, en función de la educación y las experiencias clínicas que reciben en su Facultad. Pero Mjor señaló variaciones evidentes en el tiempo dedicado a enseñar indicaciones, contraindicaciones, y procedimientos para preparar e insertar restauraciones de resina compuesta en 54 universidades norteamericanas.¹

Una encuesta también mostró que existía una diversidad significativa en lo que se indicaba en las escuelas de odontología en diferentes países del mundo, con respecto a la colocación de restauraciones en el sector posterior.² Adicionalmente, investigaciones recientes en centros de enseñanza informan de multiplicidad de criterios en la selección de materiales y técnicas. Tal incoherencia en la educación podría ser un reflejo de la falta de consenso en la comunidad investigadora, sobre los protocolos apropiados de protección pulpar en los materiales de restauración. Las inconsistencias se mostraron

en un estudio que indagó la enseñanza actual: solo tres escuelas de las 18 encuestadas instruyen sin revestimiento ni base en cavidades profundas. Dos tercios enseñaron una base vidrio ionomérico en la cavidad moderada, mientras que un tercio enseñó a no usarlas en cavidades poco profundas.³

Los revestimientos de cavidades dentales se han utilizado históricamente para proteger la pulpa de los efectos tóxicos de algunos materiales de restauración dentales y para prevenir el dolor originado por la conductividad térmica, colocando una capa aislante entre el material de restauración y la estructura dental restante. La hipersensibilidad postoperatoria se define como el dolor asociado al calor, frío y alimentos o bebidas dulces, que se presenta una semana o más después del tratamiento y relacionado con la restauración del diente. La sensibilidad se puede medir clínicamente, mediante el propio informe del paciente o a través del método Escala Visual Analógica (EVA) que ofrece una gama más amplia de respuestas e instrucciones más uniformes para evitar descriptores como leve, moderado y grave, que pueden interpretarse de manera muy diferente de un participante a otro.

Sin duda una de las razones porque las resinas compuestas se han aceptado, es que su conductividad térmica se aproxima mucho a la de la estructura natural del diente, pero la hipersensibilidad postoperatoria a veces sigue siendo un problema en estas restauraciones; sin embargo, pareciera que existe evidencia inconsistente y de baja calidad con respecto a la que ocurre posterior a la colocación de una base debajo de estas restauraciones de Clase I y Clase II en adultos⁴; más aún, algunos autores afirman que la colocación de una base es un paso superfluo, incluso sin ningún ahorro de costos, afirmando que el conocimiento actual no respalda la inclusión del paso innecesario de colocarlas⁵

El objetivo de esta revisión sistemática cualitativa, es mostrar en forma descriptiva diferentes puntos de vista sobre el uso o no de bases, terapia en lesiones profundas y criterios en cavidades de restauraciones posteriores de resina compuesta en dientes permanentes, ya que este protocolo despierta controversia e inconsistencia en la docencia y el ejercicio clínico de la profesión.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó una búsqueda electrónica de la literatura en idioma inglés publicada entre 1973 y febrero de 2021 en las bases de datos PubMed, y Google Scholar. Se utilizó una combinación de palabras de texto libre: bases cavitarias, materiales de recubrimiento, resinas compuestas en posteriores. Se esbozó un grupo de artículos para mayor verificación con respecto a su contribución al tema; el autor se centró en artículos relacionados con bases cavitarias, sensibilidad, microfiltración, protección pulpar, biocompatibilidad, eliminación parcial de caries, indicaciones, citotoxicidad y evaluación clínica. Posteriormente, se seleccionó la lista de referencias y se acotó en el alcance de la relevancia en el campo del tema seleccionado y sus características.

USO CLÍNICO DE RESINAS COMPUESTAS. Micro filtración-sensibilidad

Existe una tendencia mundial a reemplazar las restauraciones de amalgama con materiales sin mercurio, que son adhesivos y promueven la estética. Autores latinoamericanos han afirmado que el uso clínico de resinas compuestas activadas por luz directa en dientes posteriores se ha vuelto indispensable en odontología, por su alta tasa de éxito clínico y tiempo medio de supervivencia a largo plazo, pudiendo considerarse el material de elección para restaurar preparaciones medianas, extendidas y, en algunas situaciones clínicas, grandes en dientes posteriores.⁶

Estos materiales, aunque tienen buenas propiedades de resistencia, estética y adhesión, tienen una propiedad indeseable, no superada por el momento: *la contracción de polimerización* que se produce al pasar del estado plástico al sólido. Si esta fuerza de contracción supera a la adhesión se producen fallas, por donde se inician los fenómenos de micro filtración marginal y de sensibilidad postoperatoria. Si en cambio la fuerza de contracción no supera la adhesión ella se transmite en forma de estrés a las paredes cavitarias.⁷⁻⁹

También la carga del relleno, su forma y tamaño, la composición de la matriz de resina, y las condiciones de manipulación, son factores que influyen en la polimerización, además del espesor de la capa, la intensidad de la unidad de curado y los tiempos de exposición.¹⁰ Esa fotoactivación adecuada, para que las resinas alcancen las propiedades deseadas, es un requisito básico para el éxito clínico predecible a largo plazo, ya que, existe una diferencia significativa en los valores de grado de conversión al aumentar la profundidad de los incrementos, apreciando que es mejor cuando se usa una exposición de 40 segundos en comparación con 20 segundos, sugiriendo que, si usa un fotoactivador de menor potencia, aumente el tiempo de exposición.¹¹ Por lo cual los fabricantes deben informar la potencia radiante espectral, información sobre la compatibilidad del espectro de emisión, el diámetro de la punta óptica activa, la salida radiante, el efecto de la distancia desde la punta y el perfil del haz de irradiancia de las lámparas.^{12,13} La calidad de la red de polímero dentro de la capa híbrida también puede ser problemática. A pesar de que se han reportado valores de conversión por encima del 80%, la realidad puede ser insatisfactoria.

El sellado en la superficie del diente - interfaz de restauración es esencial para minimizar la microfiltración. La mala adaptación puede provocar decoloración marginal, sensibilidad posoperatoria, penetración bacteriana, caries secundaria, falla de la restauración e inflamación pulpar. Para evaluarla se han utilizado diferentes métodos que incluyen la penetración de tintes, la presión del aire, isótopos radiactivos y la microscopía electrónica de barrido (SEM). La penetración del tinte se considera un método simple, ya que penetra con éxito en los defectos y hendiduras del objeto de prueba.

En teoría, parece que el uso de resina compuesta fluida, con más humectabilidad provoca una mejor adaptación de la restauración a las paredes de la cavidad, y también a la reducción del factor C, menos tensiones en las paredes de la cavidad y,

posteriormente, menos microfiltraciones.¹⁴ Por el contrario, algunos estudios han indicado que el uso de material fluido como capa intermedia no reduce las microfiltraciones en las restauraciones de resinas compuestas.

Por todo lo anterior, la sensibilidad postoperatoria resultante de las restauraciones de Clase II que utilizan resina compuesta en el tratamiento clínico diario, posiblemente esté relacionada con la técnica empleada en el procedimiento restaurador. En ese sentido ya en 2005 Sobral y col., afirmaron: “La sensibilidad postoperatoria resultante de las restauraciones de Clase II que utilizan resina compuesta, no puede eliminarse por completo con el uso de bases. En el tratamiento clínico, la sensibilidad postoperatoria posiblemente esté relacionada con la técnica empleada”¹⁵

RESINAS COMPUESTAS, adhesión, biopelículas y desmineralización

Estos materiales de colocación directa, como se ha expresado, son técnicas populares en la odontología restauradora; no obstante, la caries recurrente en las interfaces de los dientes restaurados sigue siendo una razón sobresaliente para su pérdida y reemplazo; se ha señalado que casi el 70% del fracaso de estas restauraciones son substituciones, por caries recurrente o secundaria y fracturas.¹⁶

Otro estudio concluyó que, de todas las restauraciones, 2.816 (2.585 Clase II y 231 Clase I) incluidas en una investigación, 569 fallaron durante el período de observación; las principales razones del fracaso también fueron la caries y fracturas. Los análisis de regresión mostraron un riesgo significativamente mayor de falla para las restauraciones en individuos con alto riesgo de caries y aquellos con un mayor número de superficies restauradas.¹⁷

Las resinas compuestas se fundamentan en la polimerización de radicales de monómeros de metacrilato multifuncional e, iniciado por la exposición a la luz visible, resultando en elementos estéticos resistentes, con adecuada biocompatibilidad. Sin embargo, están delimitados por la polimerización en cadena, y efectos nocivos vinculados a los sistemas de metacrilato: la conversión delimitada del grupo reactivo, el estrés de contracción específico y la absorción de humedad.¹⁸

Para adherirse de manera eficiente a la estructura dental (dentina y esmalte), requieren la aplicación de adhesivos; inicialmente se formularon separados los agentes de grabado, imprimadores y adhesivos, pero han evolucionado que en algunos se combinan el adhesivo y la imprimación, en otros se preparan el grabador y la imprimación, mientras que, en algunos se combinan los 3. Esto permite denominarlos como sistemas adhesivos de grabado total (grabado y lavado) y auto grabado.¹⁹

En los procedimientos de grabado total, el grabado ácido y el acondicionador / adhesivo de la dentina, son pasos separados, mientras que los sistemas adhesivos de autograbado combinan el grabado y el acondicionador / adhesivo en un solo paso. La adhesión se ha explicado por la formación de las capas híbridas, cuando los comonómeros se infiltran en superficies de dentina que han sido previamente grabadas con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos, o por el monómero ácido (self-etching). El grabado descubre la matriz de colágeno y activa las proteinasas de la dentina. Si la resina no reemplaza toda

el agua, las porciones de la capa híbrida incluirán fibrillas de colágeno llenas de agua y pobres en resina que contienen proteasas activadas, que destruyen lentamente las mismas fibrillas, que anclan el adhesivo/ resina a los tejidos duros dentales, provocando una pérdida de retención de las restauraciones.

Además se ha determinado que las resinas compuestas tienden a acumular más biopelículas, que otros elementos usados para realizar restauraciones. “El porcentaje de estreptococos mutans del recuento total en la placa fue mayor en restauraciones de resina compuesta (media 13.7), versus amalgamas (media 4.3) y en las restauraciones de ionómero de vidrio (media 1.1)”.²⁰ Y debido a la mayor acumulación sobre ellas “Las resinas compuestas mejoran el crecimiento bacteriano”, y “existe un impacto potencial de estos materiales en la ecología de los microorganismos en la biopelícula”.²¹ También la saliva humana contiene diferentes tipos de esterasa, que degradan las resinas compuestas y adhesivos que contienen BisGMA.

Un estudio *in vitro* demostró la penetración de la biopelícula cariogénica por la interfaz resina-dentina.²² Del mismo modo se ha indicado que el *S. mutans* tiene actividades de esterasa en niveles comparables con los encontrados en la saliva humana.²¹ Más reciente se ha concluido que la biodegradación de las interfaces resina-diente es acelerada por esterasas, modulada por la inhibición de MMP y depende de la química del material y el modo de adhesión.²³⁻ De lo anterior se concluye que la unión adhesiva es otro punto débil de la restauración, ya que la microfiltración proporciona un sitio para la invasión bacteriana que conduce a caries recurrente y sensibilidad. Sin embargo, todavía existen interrogantes: ¿La formación o gravedad de la lesión depende del tamaño de la brecha? ¿La carga mecánica de la interfaz mejora o facilita la formación de lesiones? ¿Puede la aparición o la gravedad de la lesión verse afectada por la formulación del material?

Se ha realizado numerosos modelos, en busca de respuestas, tanto *in vitro*, con geles ácidos o biopelículas bacterianas, como *in situ*, con prótesis dentales, para estudiar la formación de caries alrededor de las resinas compuestas dentales,²⁴ y se ha señalado, aunque no es concluyente, que ciertos materiales *in vitro*, posean características antimicrobianas, que pudieran reducir la gravedad de la formación de lesiones, lo que sugiere posibles vías para desarrollar nuevos materiales compuestos y adhesivos para restauraciones, con una longevidad potencialmente mejorada. De allí que en los años recientes ha habido un desarrollo de materiales dentales bioactivos que contengan aditivos con capacidades remineralizantes y antimicrobianas, para la modificación de los materiales adhesivos y abordar su inestabilidad en el entorno bucal.²⁵

Por lo anterior, como medida para evitar re-intervenciones frecuentes para el reemplazo de la restauración, se necesitan resinas compuestas con algún tipo de mecanismo de defensa contra la formación de biopelículas y desmineralización, así como materiales con menor susceptibilidad a la propagación de grietas. Además, los procedimientos de restauración requieren tiempo y son técnicamente exigentes, especialmente en lo que respecta a la aplicación del sistema adhesivo.

NUEVOS MATERIALES BIOACTIVOS

Dentro del campo de la terapéutica biomédica, el concepto de ingeniería de tejidos se refiere al desarrollo de procedimientos y biomateriales que tienen como objetivo idear nuevos tejidos para reemplazar los dañados, siguiendo los principios de la biología celular y molecular, tomando como premisa la búsqueda de "soluciones biológicas para problemas biológicos"

En la actualidad, se han propuesto una variedad de mecanismos antibacterianos de nanopartículas, incluida la liberación de iones metálicos, el estrés oxidativo y los mecanismos no oxidativos; estas se pueden combinar con polímeros o recubrir con diferentes biomateriales. Cuanto menor sea el diámetro de las nanopartículas, mayor será la superficie específica y mayores propiedades mecánicas y efecto antibacteriano. Se pueden utilizar como portadores de fármacos antibacterianos con menores efectos secundarios en el huésped.²⁶ De particular importancia para la filosofía mínimamente invasiva es el potencial de suministro de iones de los materiales restauradores, desde la hidratación inicial hasta la polimerización, pudiendo apoyar la reparación y remineralización de la dentina que queda después de la caries y la preparación de la cavidad, siguiendo los conceptos de intercambio iónico.²⁷

La nanotecnología en materiales anticaries, especialmente resina nanoadhesiva y nanocompuesta, se ha desarrollado rápidamente en los últimos años. Estos nanomateriales pueden interferir con el metabolismo de las bacterias, inhibir la formación de biopelículas, reducir la desmineralización y promover la remineralización, que se espera que sea una estrategia eficaz para el tratamiento de la caries. Un avance prometedor incluye la adición de nuevos biomateriales que pueden regular eficazmente la deposición de minerales en la dentina y promover la remineralización y resistencia a la degradación por agua. La utilización de polímeros biomiméticos sintéticos del mejillón puede mejorar significativamente la resistencia al cizallamiento y al agua.²⁸ Además, la adición de antimicrobianos puede reducir la formación de biopelículas y la penetración dentro de las interfaces adhesivas.²⁹

Estudios in vitro han señalado que los materiales a base de ionómero de vidrio con cobre mejoran en gran medida sus propiedades antibacterianas y reducen la degradación del colágeno; la adición de dióxido de titanio (TiO₂) mejora significativamente la actividad mecánica y antibacteriana y la incorporación de hexametáfosfato es eficaz sobre las propiedades antibacterianas.²⁶

Por los problemas descritos de formación de polímeros y la susceptibilidad del colágeno a la degradación enzimática existe vulnerabilidad de la capa híbrida con el tiempo. Por ello se han investigado el efecto de nuevos pretratamientos mediante soluciones binarias de dimetilsulfóxido (DMSO), que contienen agua o etanol, a diferentes concentraciones, que optimizan simultáneamente la fuerza de unión a largo plazo, la calidad de la capa híbrida, la conversión de monómeros y la estructura del colágeno.³⁰

Un grupo chino ha presentado nuevos adhesivos dentales antibacterianos, que contienen 5.0% de relleno inorgánico nanoantibacteriano, con una fuerza de unión, propiedades mecánicas y capacidad antibacteriana prometedoras in vitro.³⁰ También

un grupo egipcio evaluó el efecto de la adición de un nanobiovidrio a un adhesivo de autograbado sobre la reducción de la sensibilidad postoperatoria señalando que el grupo experimental mostró una sensibilidad postoperatoria significativamente menor en 1 día y 1 semana, pero no en períodos de 1 mes y 3 meses.³¹

Recientemente se investigó la efectividad de un adhesivo antibacteriano utilizando 3 materiales de restauración diferentes (n = 20 por material): resina compuesta con adhesivo convencional, con adhesivo antibacteriano y amalgama. La mitad de las muestras se envejecieron artificialmente y se midió la profundidad de la lesión mediante microradiografía transversal. Concluyeron que el envejecimiento de los materiales de restauración puede influir en la progresión de la caries y que los materiales adhesivos antibacterianos pierden su eficacia con el tiempo.³²

La literatura disponible compara una amplia gama de materiales biocerámicos para la bioactividad, que consisten principalmente en ensayos in vitro; sumada a la rápida introducción de nuevas composiciones de materiales hace de este tema sea un claro candidato para futuras investigaciones.³³

USO TRADICIONAL DE BASES CAVITARIAS

Summit³⁴ propuso una definición para una base, como aquel material de reemplazo de dentina utilizado para la sustitución de la estructura del diente faltante, permitiendo que la restauración tenga menos volumen, o para bloquear retenciones en las restauraciones indirectas. Agregaron que el material debe tener una resistencia y un módulo de elasticidad adecuados.

Desde el siglo XIX, la educación dental recomendaba el uso de bases debajo de las restauraciones, principalmente para prevenir la sensibilidad postoperatoria. Se ha creído que protegen a la pulpa viva de los materiales de obturación y del potencial para permitir el paso del calor o frío al diente natural. Aunque muchos estiman que los materiales de obturación de resinas compuestas son similares al diente en términos de cómo conducen el calor, la sensibilidad al cambio de temperatura sigue siendo un problema después del tratamiento. Sin embargo, ya en 1996 se afirmaba que los nuevos desarrollos de materiales, así como la mejor comprensión de la biología pulpar, cambiaban estas indicaciones, al comprender las propiedades de los materiales y su interacción con los tejidos pulpares.³⁵

También las publicaciones de Brännström hace casi 50 años señalaban que el éxito de la vitalidad dentinaria estaba en obtener una restauración sin microfiltración y con los túbulos sellados.³⁶ Más adelante señaló, que la función principal de una base es prevenir la formación de un espacio bacteriano cerca de las paredes de la cavidad, afirmando que, ninguno de los sistemas disponibles para el momento, para el aislamiento de cavidades cumplía este requisito básico.³⁷ Luego, los conceptos en odontología propuestos por Fusayama en 1997, abrieron nuevas estrategias de

tratamiento mediante el conocimiento avanzado en cariológica y la introducción de adhesivos dentales.³⁸

Más adelante se mostró en un estudio in vitro SEM, que la colocación de cementos de ionómero de vidrio modificado con resina mediante una técnica de sándwich, podía proporcionar una adhesión química confiable a la dentina, unión micromecánica a la resina superpuesta, protección pulpar y anticariogenicidad por liberación de fluoruro y reducción del volumen de resina utilizada, reduciendo así el grado de tensión de contracción en la resina compuesta, concluyendo que diferentes marcas demostraron una íntima adaptación a la superficie de la dentina, estuviera acondicionada o no.³⁹

La preservación de la vitalidad de la pulpa dental es parte integral de nuestras terapias diarias. El éxito depende de la situación clínica y de los biomateriales utilizados. En cuanto a los tratamientos dentales, es ventajoso mantener la máxima vitalidad de los tejidos y se deben prevenir las reacciones citotóxicas. Actualmente se reconoce que el esmalte y la dentina desmineralizados, pero no cavitados pueden "curarse", y que el enfoque quirúrgico para el tratamiento de una lesión de caries junto con la "extensión para la prevención" propuesto por G V Black ya no es sostenible.⁴⁰

ESTUDIOS RECIENTES SOBRE BASES CAVITARIAS

Las bases en cavidades dentales, como se ha señalado, se han utilizado históricamente para proteger la pulpa de los efectos tóxicos de algunos materiales de restauración dentales y para prevenir el dolor de la conductividad térmica colocando esta capa aislante entre el material de restauración y la estructura dental restante. Sin embargo, la práctica de colocar una base debajo de las restauraciones de resina compuesta parece extrapolarse de los principios de preparación de la cavidad y protección pulpar, debajo de las restauraciones de amalgama.

Un grupo suizo en 2009 investigó la influencia del espesor de dentina restante después de la preparación de la cavidad, el revestimiento de hidróxido de calcio y dos sistemas de restauración en la aparición de dolor postoperatorio o hipersensibilidad. Las cavidades se asignaron a tres grupos diferentes (superficial, medio y profundo) sobre la base de los resultados de un dispositivo denominado Prepometer. La regresión logística no mostró influencia estadísticamente significativa de ninguna de las tres variables: "profundidad de la cavidad", "revestimiento de hidróxido de calcio" y "material de restauración", sobre la aparición de dolor o hipersensibilidad, concluyendo que esta, no depende del espesor restante de la dentina, del revestimiento de hidróxido de calcio o del sistema restaurador utilizado en el estudio.⁴¹

El mismo año, en un estudio restauraron las cavidades con cuatro procedimientos asignados al azar: 1) adherido con un adhesivo de grabado total de dos pasos (Single Bond 2); 2) con una base de cemento de ionómero de vidrio (CIV) modificado con resina (Fuji Lining LC), luego adherido con adhesivo de grabado total; 3) un adhesivo de autograbado de dos pasos (Clearfil SE Bond) y 4) un liner CIV, luego un adhesivo de

autograbado. Las cavidades se restauraron con una resina compuesta híbrida de nanorrelleno. La sensibilidad postoperatoria se evaluó al momento, la semana y al mes. En general, la sensibilidad fue rara o en respuesta a un estímulo frío, al comparar los procedimientos de restauración con o sin la base de CIV, independientemente del adhesivo utilizado ($p > 0,05$). Además, no se observaron diferencias en la sensibilidad posoperatoria entre el uso del adhesivo de autograbado y el de grabado total.⁴²

Luego, otro grupo indagó y determinó si el uso de un revestimiento de ionómero de vidrio modificado con resina (RMGI) reducía la hipersensibilidad postoperatoria en restauraciones de resina compuesta Clase I y Clase II, así como identificar otros factores asociados. Concluyeron que luego de dos años, la ausencia de base no aumentó el riesgo de complicaciones pulpares en cavidades oclusales profundas restauradas con resina en el corto o largo plazo.⁴³

Los miembros de la red Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) realizaron un análisis sobre el uso de bases de RMGI en restauraciones Clase I y Clase II de profundidad moderada; no se redujo la sensibilidad post operatoria medida clínicamente o informada por el paciente, y los resultados de la estimulación clínica con aire y frío fueron similares entre los grupos. Los autores señalan el tiempo, el esfuerzo y el gasto que implica colocar una base de RMGI en estas restauraciones de profundidad moderada pueden ser innecesarios, ya que la base no mejoró los resultados de hipersensibilidad.⁴⁴

El propósito de otra publicación fue evaluar el desempeño clínico de las restauraciones de resina compuesta en lesiones cariosas de la superficie radicular con o sin revestimiento de ionómero de vidrio modificado con resinas. Dos clínicos experimentados evaluaron la tasa de adaptación marginal (retención), la forma anatómica, la caries secundaria, la sensibilidad y la tinción marginal de las restauraciones al final de la primera semana y a los seis, 12 y 18 meses después del tratamiento. Concluyeron que, ambas aplicaciones restauradoras fueron aceptadas como clínicamente apropiadas.⁴⁵

El mismo grupo presentó resultados a los 5 años; en el seguimiento, fallaron 12 restauraciones, pero igual no hubo una diferencia significativa en el rendimiento clínico de las restauraciones con o sin base.⁵

Un reporte Cochrane (2016) incluyó más de 700 participantes en investigaciones en EE UU, Tailandia, Alemania, en Arabia Saudita y Turquía. Los estudios compararon el uso de bases debajo de resinas compuestas en dientes permanentes Clase I y Clase II. Concluyeron que existe evidencia inconsistente y de baja calidad con respecto a la diferencia en la hipersensibilidad posterior a la colocación de una base debajo de las restauraciones de resina compuesta de Clase I y Clase II en dientes posteriores permanentes. Además, no encontraron evidencia para demostrar una diferencia en la longevidad de las restauraciones colocadas con o sin bases.⁴

En 2019 Schenkel AB, Veitz-Keenan realizaron una actualización de Cochrane, publicada por primera vez en 2016, llegando a las mismas conclusiones⁴⁶

Una revisión (2020) enfatiza que la literatura disponible proporciona muy poca evidencia para apoyar el uso rutinario de una base debajo de restauraciones de resina compuesta, afirmando "no más bases" en preparaciones de cavidades moderadas y poco profundas. Señalan que una excepción podría ser una "base protectora" de RMGI después de la aplicación de hidróxido de calcio en cavidades profundas.⁴⁷

También es importante destacar una investigación reciente en el Reino Unido que informa existe una confusión considerable sobre la necesidad de colocar un revestimiento antes de la colocación de las restauraciones de resina compuesta en cavidades de profundidad moderada y poco profundas, mientras que la mayoría favoreció la colocación de un revestimiento en cavidades posteriores profundas, lo que resulta en la necesidad de generar datos más convincentes y relevantes para la práctica sobre el uso de materiales de revestimiento para informar a la profesión dental ⁴⁸

Importancia clínica: la toma de decisiones y las técnicas operativas para revestimientos de cavidades debajo de restauraciones de resinas compuestas posteriores en cavidades moderadamente profundas y profundas, son polémicas entre los odontólogos. .

ELIMINACIÓN PARCIAL DE CARIES Y BASES CAVITARIAS.

La naturaleza destructiva del tratamiento dental convencional y la preocupación por el sobretratamiento y el "ciclo restaurativo" han llevado a la profesión a promover estrategias de tratamiento de base biológica mínimamente invasivas; de allí el principal desafío en el enfoque moderno de la odontología restauradora es inducir la remineralización de la dentina cariada hipomineralizada y, por lo tanto, proteger y preservar la pulpa vital.

Tradicionalmente, el manejo de la caries profunda a menudo resultaba en la exposición de la pulpa y el posterior tratamiento del conducto radicular. Con los avances en la comprensión de la biopelícula, las mejoras en materiales y tecnologías adhesivas, el concepto convencional de eliminación completa de caries combinado con extensión al tejido sano para la prevención, se ha reemplazado con el mínimo invasivo. La técnica de eliminación parcial de caries es más conservadora, y al menos igualmente exitosa, requiere menos tiempo y es más rentable que el procedimiento de "extirpación completa". Más aun se ha defendido la promoción de esta estrategia de tratamiento con el objetivo de evitar la exposición pulpar cariada. De hecho, informes recientes han declarado que la eliminación completa o no selectiva de caries ahora se considera un sobretratamiento. ^{49,50}

Por lo anterior, para las lesiones cariosas profundas, ya no se recomienda la extracción tradicional no selectiva ("completa") de tejido cariado. En cambio, se cree que la extracción selectiva ("incompleta"), reduce el riesgo de exposición pulpar y complicaciones pulpares postoperatorias y, por lo tanto, retiene los dientes durante más tiempo.⁴⁹ Más aun se ha afirmado que -- los odontólogos deben tratar de evitar la exposición de la pulpa, dejando dentina afectada en las áreas pulpo-proximales-

Este procedimiento clínico involucra solo los tejidos cercanos a la pulpa dental, y los márgenes de la cavidad deben estar limpios de tejido cariado para evitar la recurrencia de la lesión en la interfaz diente-restauración para garantizar una mejor adhesión. La eliminación de caries parcial tiene una alta tasa de éxito al tratar lesiones cariosas profundas en dientes permanentes, después de 12 meses de seguimiento, lo que indica que la retención de dentina cariada no interfiere con la vitalidad pulpar o la supervivencia de la restauración. En otras palabras, la extracción parcial de caries es un método mediante el cual se extrae dentina cariada de las paredes periféricas de una lesión de caries cavitada profunda (excavada hasta dentina dura), seguida de la extracción parcial de dentina blanda de la pared pulpar con un instrumento manual o fresa redonda. El tratamiento está indicado para las lesiones dentinarias profundas para evitar la exposición pulpar.⁵¹

Se ha informado que la fuerza de unión de los adhesivos de dentina al sustrato de dentina afectado por caries es significativamente menor que la de los adheridos a dentina no cariada. Esto se atribuye a la obliteración de los túbulos dentinarios por cristales minerales resistentes al ácido, una zona más gruesa de colágeno expuesto después de la aplicación del adhesivo y la menor rigidez y mayor contenido de agua de la dentina afectada por caries.⁵²

La remineralización de la dentina es más compleja y menos eficaz que la remineralización del esmalte; existen cristales minerales residuales en el esmalte, pero ausentes en las lesiones de la dentina. Dado que el espesor de dentina sobre la pulpa no se puede evaluar clínicamente con precisión, se ha recomendado el uso de un material de base biológica, como un silicato de calcio hidratado, capaz de generar una unión íntima con la dentina a través de una zona de infiltración mineral, con formación de tags minerales y difusión de calcio y silicio a la dentina; el material es capaz de estimular la formación de puentes dentinarios en caso de cavidades profundas, y en terapias de recubrimiento pulpar directo e indirecto.⁵³

El advenimiento de esta eliminación selectiva de tejido cariado, ha planteado una pregunta: ¿Qué materiales de restauración se deben utilizar sobre el tejido cariado que queda debajo de la restauración?

Un argumento para el uso de revestimientos de cavidades antes de colocar una restauración, es reducir el número de bacterias restantes. Ya en 2009, un grupo brasileño usó revestimientos de ionómero de vidrio modificados con resina, después de la eliminación incompleta de caries, así como un cemento de hidróxido de calcio; las evaluaron clínica y microbiológicamente, informando que se promovió una reducción significativa de las bacterias cariogénicas residuales viables, además de cambios clínicos favorables en la dentina cariada restante.⁵⁴

Pero más reciente se evaluó sistemáticamente los estudios que compararon los efectos antibacterianos de diferentes revestimientos entre sí o sin revestimiento, De 113 estudios identificados, se incluyeron 14 (500 lesiones tratadas). El riesgo de sesgo fue alto o incierto. Basado en 11 estudios, el metanálisis encontró que el revestimiento de

trióxido mineral ofrece la mayor probabilidad de lograr lesiones estériles después de un período de revestimiento / sellado (73%), seguido por antibiótico / desinfectante (8%) y óxido de zinc eugenol (7%). Afirman que no hay pruebas suficientes para recomendar el uso de una base específica en función de sus efectos antibacterianos, dado que no está respaldado por estudios clínicos.⁵⁵

En una publicación utilizaron tres tipos de bases; Hidróxido de calcio (CH), vidrio ionomérico modificado con resina (RMGIC) y sin base, después de la eliminación parcial de caries. Concluyeron que el éxito del tratamiento fue independiente del material de revestimiento utilizado sobre la dentina desmineralizada.⁵⁶

Hasta la fecha, la literatura carece de consenso sobre qué revestimiento sería adecuado y no existen estudios controlados aleatorios a largo plazo que comparen la tasa de éxito clínico y radiográfico con otros materiales de revestimiento. La odontología de intervención mínima y la preservación de la vitalidad pulpar podrían proporcionar recomendaciones claras para la práctica odontológica.

TERAPIA EN LESIONES DE CARIES PROFUNDA

La caries profunda presenta un dilema en cuanto a qué tratamiento ofrecerá un pronóstico óptimo al mantener la vitalidad pulpar con ausencia de patología apical. Por lo anterior, las lesiones cariosas profundas representan un desafío para los odontólogos, en los que normalmente se eliminan cantidades excesivas de dentina para garantizar la longevidad de la restauración posterior. Las opciones de manejo de las lesiones cariosas profundas generalmente varían desde terapias pulpares vitales, como recubrimiento pulpar indirecto, recubrimiento pulpar directo, pulpotomías a pulpectomía seguidas de tratamiento de conducto, dependiendo de la extensión de la penetración de la caries, el estado inflamatorio de la pulpa y la capacidad de restauración de la pulpa.⁵⁷

Los cementos de silicato de calcio (hCSC) introducidos recientemente como Biodentine (Septodont) e iRoot BP (Innovative Bioceramix) han mostrado resultados prometedores, pero se necesitan más estudios para confirmar su idoneidad. Sin embargo, en general, tienen muchas desventajas, como tiempo de fraguado prolongado, falta de adhesión a las estructuras dentales, alta solubilidad y alto riesgo de decoloración, lo que los hace difíciles de manipular y menos amigables para el usuario y el paciente.⁵⁸

Pedano y colaboradores señalan que también los materiales de cementos de silicato de calcio a base de resina, Theracal LC (Bisco) y Biocal Cap (Harvard).}, deben mejorar la bioactividad y la biocompatibilidad, mejorar su capacidad de unión a la dentina y sellado, con una reducción de la microfiltración bacteriana a largo plazo, recomendando no utilizarlos hasta que se haya proporcionado suficiente evidencia científica, afirmando que incluso cambios menores en la composición pueden tener consecuencias drásticas en los resultados clínicos de los tratamientos.⁵⁸

Otra investigación reportó mediante microscopía electrónica de barrido y la resistencia al cizallamiento que la superficie de Biodentine se modificó mediante el grabado, mientras que el Theracal LC y Fuji IX no varió y el calcio fue más estable. La fuerza de

unión entre Theracal LC y la resina compuesta utilizando una técnica de grabado total logró los mejores valores de resistencia de unión, mientras Biodentine exhibió la unión más débil luego del termociclado. Conclusiones: La unión de resina compuesta a materiales de reemplazo de dentina a base de agua sigue siendo un desafío, y es necesario desarrollar alternativas con dichos materiales.⁵⁹

Un artículo analizó la investigación disponible y comparó las propiedades de los materiales bioinductivos en procedimientos de recubrimiento pulpar directos e indirectos. Analizaron cuatro cementos de silicato de calcio (ProRoot MTA, MTA Angelus, RetroMTA, Biodentine), un material a base de silicato de calcio fotopolimerizable (TheraCal LC) y un ionómero de vidrio modificado con resina mejorado (ACTIVA BioACTIVE). Al correlacionar datos in vitro e in vivo concluyeron, que el material más validado para los procedimientos de recubrimiento pulpar sigue siendo MTA. A pesar de la superioridad de Biodentine en una manipulación relativamente más fácil, precios competitivos y resultados clínicos predecibles, se necesitan más estudios clínicos a largo plazo. Según la investigación, tampoco hay pruebas suficientes para respaldar el uso de TheraCal LC o ACTIVA BioACTIVE BASE / LINER en la terapia pulpar vital.⁶⁰

Un estudio dirigido a evaluar la interfaz entre un cemento de silicato de calcio (CSC), Biodentine y adhesivos dentales en términos de capacidad de sellado, observaron una tendencia hacia una menor microfiltración cuando se grabó Biodentine (2,47%) y cuando las restauraciones se realizaron sin demora. Concluyeron que el sellado no depende de la familia de adhesivos del sistema utilizado ni de la maduración del cemento antes de la restauración, y que Biodentine se puede utilizar como sustituto de la dentina.⁶¹

Las aplicaciones propuestas para estos materiales, como el remplazo de dentina, todavía no poseen suficiente evidencia científica clínica, sin embargo, los estudios in vitro muestran resultados prometedores. Las propiedades de biocompatibilidad y bioactividad sitúan a los silicatos de calcio como uno de los materiales restauradores que generan una respuesta más favorable por parte del tejido pulpar, sin embargo se debe tener cuidado se apliquen, ya que pequeños cambios en su composición pueden tener grandes consecuencias en su eficacia clínica.⁶²

CONCLUSIONES

En base a la literatura disponible revisada se puede concluir:

1-Existe muy poca evidencia para apoyar el uso rutinario de una base debajo de restauraciones de resinas compuestas. No se encontró evidencia para demostrar una diferencia en la longevidad de las restauraciones colocadas con o sin revestimientos de cavidades dentales

2-Cuando se considera la hipersensibilidad posoperatoria y el fracaso de la restauración, pareciera existir un fuerte consenso en favorecer la adopción de “no más revestimientos o bases” en preparaciones de Clase I y II, ya que la evidencia es inconsistente con

respecto a la diferencia entre las restauraciones de resina compuesta colocadas con y sin bases. En el tratamiento clínico, la sensibilidad postoperatoria posiblemente esté relacionada con la técnica empleada.

3- Sin embargo, una excepción podría ser una "base protectora" de RMGI después de la aplicación de revestimientos de hidróxido de calcio (CH) en cavidades profundas.

4- Para evitar re-intervenciones frecuentes para el reemplazo de las restauraciones, existe una clara necesidad de mejorar la bioactividad de los materiales dentales de restauración con algún tipo de mecanismo de defensa contra la formación de biopelículas y desmineralización..

5- Existen sistemas adhesivos químicamente sólidos, pero una buena química no superará una mala técnica clínica. Es necesario identificar nuevos métodos sencillos para extender la calidad y, por lo tanto, la longevidad de las uniones resina-dentina.

6- La evidencia clínica e in vitro disponible no respalda ningún método o tipo de material específico para lograr un rendimiento óptimo al restaurar preparaciones de cavidad de clase II con las resinas compuestas actuales.

7- Existe confusión en la literatura en cuanto a la indicación y la justificación del abordaje en casos de terapia de pulpa vital. Los cementos de silicato de calcio promueven la bioactividad cuando se exponen a las células de la pulpa dental humana, pero se debe tener cuidado al aplicarlos, ya que pequeños cambios en su composición pueden tener grandes consecuencias en su eficacia clínica.

8- Se deben hacer esfuerzos para promover la armonización de los planes de estudio de odontología para garantizar que satisfagan las necesidades de sus pacientes al ingresar a la práctica independiente.

BIBLIOGRAFIA

1- Mjör IA, Wilson NH. Teaching Class I and Class II direct composite restorations: results of a survey of dental schools. *J Am Dent Assoc.* 1998;129(10):1415-21.

2- Lynch CD, McConnell RJ, Wilson NH. Teaching the placement of posterior resin-based composite restorations in U.S. dental schools. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(5):619-25.

3- Lynch CD, Blum IR, McConnell RJ, Frazier KB, Brunton PA, Wilson NHF. Teaching posterior resin composites in UK and Ireland dental schools: do current teaching programmes match the expectation of clinical practice arrangements? *Br Dent J.* 2018;224(12):967–972.

4- Schenkel AB, Veitz-Keenan A. Dental cavity liners for Class I and Class II resin-based composite restorations. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019; 5;3:CD010526.

- 5- Koc Vural U, Gokalp S, Kiremitci A. Effect of cavity lining on the restoration of root surface carious lesions: a split-mouth, 5-year randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2020;24(2):979-989.
- 6- Borgia E, Baron R, Borgia JL. Quality and Survival of Direct Light-Activated Composite Resin Restorations in Posterior Teeth: A 5- to 20-Year Retrospective Longitudinal Study. *J Prosthodont*. 2019;28:e195–e203
- 7- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987;66(11):1636-9.
- 8- Calheiros FC, Braga RR, Kawano Y, Ballester RY: Relationship between contraction stress and degree of conversion in restorative composites. *Dent Mater*. 2004;20(10):939-46
- 9- Soares CJ, Faria-E-Silva AL, Rodrigues MP, Vilela ABF, Pfeifer CS, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? *Braz Oral Res*. 2017;28;31(suppl 1):e62.
- 10- Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater*. 2013;29:139–56
- 11-. Tsuzuki FM, de Castro-Hoshino LV, Lopes LC, Sato F, Baesso ML, Terada RS. Evaluation of the influence of light-curing units on the degree of conversion in depth of a bulk-fill resin. *J Clin Exp Dent*. 2020; 1(12):e1117-e1123.
- 12- Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res*. 2015;94:1179–86
- 13-Price RB, Ferracane JL, Hickel R, Sullivan B. The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. *Int Dent J*. 2020;70(6):407-417.
- 14- Bore Gowda V, Sreenivasa Murthy BV, Hegde S, Venkataramanaswamy SD, Pai VS, Krishna R. Evaluation of Gingival Microleakage in Class II Composite Restorations with Different Lining Techniques: An In Vitro Study. *Scientifica (Cairo)*;2015:896507.
- 15-Sobral MA, Garone-Netto N, Luz MA, Santos AP. Prevention of postoperative tooth sensitivity: a preliminary clinical trial. *J Oral Rehabil*. 2005;32(9):661–668
- 16- Nedeljkovic I, De Munck J, Vanloy A, Declerck D, Lambrechts P, Peumans M, Teughels W, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Secondary caries: prevalence, characteristics, and approach. *Clin Oral Investig*. 2020;24(2):683-691
- 17- Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014;93(10):943-9.
- 18- Ferracane JL. (2011). Resin composite—state of the art. *Dent Mater*; 27:29-38

- 19- Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004; 15(3):176-84
- 20- Svanberg M, Mjör IA, Orstavik D. Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. *J Dent Res.* 1990; 69(3):861-4
- 21- Bourbia M, Ma D, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y. Cariogenic bacteria degrade dental resin composites and adhesives.. *J Dent Res.* 2013; 92(11):989-94.45
- 22- Kermanshahi S, Santerre JP, Cvitkovitch DG, Finer Y. Biodegradation of resin-dentin interfaces increases bacterial microleakage. *J Dent Res.* 2010; 89(9):996-1001
- 23- Huang B, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y. Biodegradation of resin-dentin interfaces is dependent on the restorative material, mode of adhesion, esterase or MMP inhibition. *Dent Mater.* 2018; 34(9):1253-1262
- 24- Ferracane JL Models of Caries Formation around Dental Composite Restorations. *J Dent Res.* 2017;96(4):364-371
- 25- Maas MS, Alania Y, Natale LC, Rodrigues MC, Watts DC, Braga RR. Trends in restorative composites research: what is in the future? *Braz Oral Res.* 2017; 28;31(suppl 1):e55
- 26- Song W, Ge S. Application of Antimicrobial Nanoparticles in Dentistry. *Molecules.* 2019 Mar 15; 24(6):1033
- 27- Watson TF, Atmeh AR, Sajini S, Cook RJ, Festy F. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease. *Dent Mater.* 2014;30(1):50-61.
- 28- Chen H, Gu L, Liao B, Zhou X, Cheng L, Ren B. Advances of Anti-Caries Nanomaterials. *Molecules.* 2020; 25(21):5047.
- 29- Khan AS, Ur Rehman S, AlMaimouni YK, Ahmad S, Khan M, Ashiq M. Bibliometric Analysis of Literature Published on Antibacterial Dental Adhesive from 1996-2020. *Polymers (Basel).* 2020; 12(12):2848. Published 2020 Nov 29.
- 30- Scarabello Stape, TH, et al. The pursuit of resin-dentin bond durability: Simultaneous enhancement of collagen structure and polymer network formation in hybrid layers. *Dental materials.* 13;S0109-5641(21)00113-5
- 31- AZ, Riad MI, Haridy MF. Effect of a Self-Etch Adhesive Containing Nanobioglass on Postoperative Sensitivity of Posterior Composite Restorations - A Randomized Trial. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019; 7(14):2313-2320.
- 32- Hollanders ACC, Kuper NK, Huysmans MCDNJM. Het cariës remmende effect van antibacteriële bonding in vitro gaat verloren door veroudering [The anticaries effect of antibacterial bonding in vitro is lost with aging]. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2020; 127(7-08):417-423..

- 33- Sanz JL, Rodríguez-Lozano FJ, Llena C, Sauro S, Forner L. Bioactivity of Bioceramic Materials Used in the Dentin-Pulp Complex Therapy: A Systematic Review. *Materials* (Basel). 2019;12(7):1015.
- 34- Summitt JB, William Robbins J, Hilton TJ, Schwartz RS, Dos Santos J. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd Edition. Hanover Park: Quintessence Publishing, 2006.
- 35- Hilton TJ. Cavity sealers, liners, and bases: current philosophies and indications for use. *Oper Dent*. 1996;21(4):134-46.
- 36- Brännström M, Nyborg H. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosthet Dent*. 1973; 30: 303-310
- 37- Brännström M, Mattsson B, Torstenson B. Materials techniques for lining composite resin restorations: a critical approach. *J Dent*. 1991; 19(2):71–79
- 38- Fusayama T. The process and results of revolution in dental caries treatment. *Int Dent J*. 1997; 47(3):157-66
- 39- Tanumiharja M, Burrow MF, Cimmino A, Tyas MJ. The evaluation of four conditioners for glass ionomer cements using field-emission scanning electron microscopy. *J Dent*. 2001; 29(2):131–8
- 40- Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry--a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J*. 2000; 50(1):1-12.
- 41- Wegehaupt F, Betke H, Solloch N, Musch U, Wiegand A, Attin T. Influence of cavity lining and remaining dentin thickness on the occurrence of postoperative hypersensitivity of composite restorations. *J Adhes Dent*. 2009; 11(2):137-41.
- 42- Burrow MF, Banomyong D, Harnirattisai C, Messer HH. Effect of glass-ionomer cement lining on postoperative sensitivity in occlusal cavities restored with resin composite--a randomized clinical trial. *Oper Dent*. 2009; 34(6):648-55.
- 43- Banomyong D, Messer H. Two-year clinical study on postoperative pulpal complications arising from the absence of a glass-ionomer lining in deep occlusal resin-composite restorations. *J Investig Clin Dent*. 2013;4(4):265-70.
- 44- Strober B, Veitz-Keenan A, Barna JA, Matthews AG, Vena D, Craig RG, Curro FA, Thompson VP. Effectiveness of a resin-modified glass ionomer liner in reducing hypersensitivity in posterior restorations: a study from the practitioners engaged in applied research and learning network. *J Am Dent Assoc*. 2013; 144(8):886-97. .
- 45- Koc Vural U, Gökalp S, Kiremitci A. Clinical Performance of Composite Restorations with Resin-modified Glass Ionomer Lining in Root Surface Carious Lesions. *Oper Dent*. 2016;41(3):268-75.
- 46- Schenkel AB, Veitz-Keenan A. Dental cavity liners for Class I and Class II resin-based composite restorations. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019; 5(3):CD010526.

- 47- Arandi NZ, Rabi T. Cavity Bases Revisited. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2020;12:305-312.
- 48- Blum IR, Younis N, Wilson NH. Use of lining materials under posterior resin composite restorations in the UK. *J Dent*. 2017; 57:66-72.
- 49- Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona AF, Innes NP. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*. 2016; 28(2):58-67.
- 50- Elhennawy K, Finke C, Paris S, Reda S, Jost-Brinkmann PG, Schwendicke F. Selective vs stepwise removal of deep carious lesions in primary molars: 24 months follow-up from a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2021; 25(2):645-652
- 51- Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon S, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth CH, Tenuta LMA, Ferreira Zandona A, Nyvad B. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries Res*. 2020; 54(1):7-14.
- 52- Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, Carvalho RM, Nakajima M, Pashley DH. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res*. 2002; 81(8):556-60.
- 53- Corral-Núñez C, Fernández-Godoy E, Martín-Casielles J, Estay J, Bersezio-Miranda C, Cisternas-Pinto P et al Revisión del estado actual de cementos de silicato de calcio en odontología restauradora. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2016; 27(2): 425-441
- 54- Duque C, Negrini Tde C, Sacono NT, Spolidorio DM, de Souza Costa CA, Hebling J. Clinical and microbiological performance of resin-modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal. *Clin Oral Investig*. 2009; 13(4):465-71.
- 55- Schwendicke F, Tu YK, Hsu LY, Göstemeyer G. Antibacterial effects of cavity lining: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent*. 2015 Nov;43(11):1298-307.
- 56- Singh S, Mittal S, Tewari S. Effect of Different Liners on Pulpal Outcome after Partial Caries Removal: A Preliminary 12 Months Randomised Controlled Trial. *Caries Res*. 2019; 53(5):547-554.
- 57- European Society of Endodontology (ESE) developed by:, Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, Krastl G, Dammaschke T, Fransson H, Markvart M, Zehnder M, Bjørndal L. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J*. 2019;52(7):923-934.
- 58- Pedano MS, Li X, Yoshihara K, Landuyt KV, Van Meerbeek B. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A

Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials (Basel)*. 2020; 13(12):2670

59- Meraji N, Camilleri J. Bonding over Dentin Replacement Materials. *J Endod*. 2017; 43(8):1343-1349.

60- Kunert M, Lukomska-Szymanska M. Bio-Inductive Materials in Direct and Indirect Pulp Capping-A Review Article. *Materials (Basel)*. 2020; 13(5):1204.

61- Pradelle-Plasse N, Mocquot C, Semennikova K, Colon P, Grosgeat B. Interface between calcium silicate cement and adhesive systems according to adhesive families and cement maturation. *Restor Dent Endod*. 2020; 46(1):e3..

62- Pedano MS, Li X, Yoshihara K, Landuyt KV, Van Meerbeek B. Cytotoxicity and Bioactivity of Dental Pulp-Capping Agents towards Human Tooth-Pulp Cells: A Systematic Review of In-Vitro Studies and Meta-Analysis of Randomized and Controlled Clinical Trials. *Materials (Basel)*. 2020;13(12):2670.