

CASO CLÍNICO

EQUIA FORTE HT FIL. NUEVO MATERIAL DE OBTURACIÓN BIOACTIVO EQUIA FORTE HT FIL. NEW BIOACTIVE FILLING MATERIAL

Cedillo, J.¹ Cedillo, V.² Espinosa, R.³

1. Maestro del Posgrado de Prótesis Bucal Fija y Removible. Universidad Autónoma de Cd. Juárez
2. Egresado de la Universidad de la Salle Bajío
3. Profesor del Posgrado de Protopodología, Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara.

Volumen 12.
Número 1.
Enero - Abril 2023

Recibido: 17 octubre 2022
Aceptado: 25 noviembre 2022

RESUMEN

Las técnicas de restauración dental han evolucionado con el paso de los años. Anteriormente consistían en restaurar las cavidades con metales, como el oro y la amalgama y, por cierto, de acuerdo al tratado de Minamata, Japón, la amalgama en este año, queda prohibido usarse como material de obturación. De acuerdo a esto se tendrá que buscar materiales alternos a la amalgama, y distintos a las resinas convencionales, principalmente que sean económicos y fáciles en la técnica de obturación. También se trata de evitar la contaminación al organismo y al medio ambiente. Esto también conlleva a evitar el uso de materiales de resina, que contengan bisfenoles, en su composición, por sus efectos secundarios tóxicos principalmente evitarlos usar en niños y mujeres embarazadas. Los pasos para lograr una obturación óptima son complejos y los investigadores no se han puesto de acuerdo a cuál es la mejor técnica de obturación y cuáles son los mejores materiales involucrados. Hoy en día, los materiales de obturación más usados son inertes, lo cual significa que no tienen compuestos benéficos para la estructura dental. En la actualidad se necesitan materiales restauradores que no únicamente reemplacen el tejido perdido, sino que además sean bioactivos, es decir, que remineralicen las estructuras adyacentes por su alta liberación de flúor.

De acuerdo con la filosofía de la odontología de mínima intervención, los ionómeros de vidrio están resurgiendo en la odontología restauradora por sus ventajas actuales, tales como dureza, estética y liberación activa de flúor. Se ha comprobado, gracias a estudios y trabajo clínico, que estos nuevos ionómeros de vidrio, llamados ionómeros de vidrio de alta densidad, tienen un periodo de duración importante, similar a las resinas, con más ventajas y con una muy simplificada técnica de colocación llamada EQUIA, la cual es bien conocida y referenciada.

Esta técnica ha tenido varias modificaciones. Ahora dan a conocer una evolución más de este material. Equia Forte HT Fil. Sus principales diferencias a sus antecesoras, es que tienen más translucencia (HT), ya es opcional colocar previamente el ácido poliacrílico y también la colocación del barniz.

Palabras Clave: bioactivo, ionómero de vidrio, obturación, flúor, resina.

EQUIA FORTE HT FIL. NUEVO MATERIAL DE OBTURACIÓN BIOACTIVO EQUIA FORTE HT FIL. NEW BIOACTIVE FILLING MATERIAL

Cedillo, J.¹ Cedillo, V.² Espinosa, R.³

1. Maestro del Posgrado de Prótesis Bucal Fija y Removible. Universidad Autónoma de Cd. Juárez
2. Egresado de la Universidad de la Salle Bajío
3. Profesor del Posgrado de Protopodología, Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara.

Volumen 12.
Número 1.
Enero - Abril 2023

Recibido: 17 octubre 2022
Aceptado: 25 noviembre 2022

ABSTRACT

Dental restoration techniques have evolved over the years. Previously it consisted of restoring cavities with metals, such as gold and amalgam and according to the treaty of Minamata in Japan, amalgam this year will be prohibited as a filling material. According to this, it will be necessary to look for alternative materials to amalgam, and different from conventional resins, mainly that are economical and easy in the filling technique. It is also about avoiding contamination to the body and the environment. This also entails avoiding the use of resin materials, which contain bisphenols, in their composition, due to their toxic side effects, mainly to avoid using in children and pregnant women. The steps to achieve an optimal shutter are complex and researchers have not agreed on which is the best shutter technique and answers are the best materials involved. Today, the most widely used filling materials are inert, which means that they do not have beneficial compounds for the dental structure. Restorative materials are currently needed that cannot replace lost tissue, but are also bioactive, that is, they remineralize adjacent structures due to their high fluoride release. In keeping with the philosophy of minimal intervention dentistry, glass ionomers are making a comeback in restorative dentistry for their current benefits, tales like toughness, aesthetics, and active fluoride release. It has been proven, thanks to studies and clinical work, that these new glass ionomers, called high-density glass ionomers, have an important duration period, similar to resins, with more advantages and with a very simplified shipping technique called EQUIA, which is well known and referenced.

This technique has had several modifications. Now they reveal a further evolution of this material. Equia Forte HT Fil. Its main differences to its disadvantages, are more translucency (HT), it is already optional to previously place the polyacrylic acid and also to apply the varnish.

Key Words: bioactive, glass ionomer, filling, fluorine, resin.



INTRODUCCIÓN

La operatoria dental es una especialidad de la Odontología que practicamos a diario. Dentro de la operatoria, las restauraciones de resina son el procedimiento más usual, comparado con el resto de los procedimientos restauradores, en nuestros consultorios. Debido a que es el procedimiento restaurador más barato, también es más común retirar caries, cuando no están avanzadas y muchos de los pacientes también prefieren los tratamientos más conservadores, etc. En la actualidad se ha posicionado la resina como material restaurador, ya que con frecuencia a los pacientes no les gustan las obturaciones de amalgama, además de que presentan desventajas como muy baja estética, adhesión, cambios dimensionales, escurrimiento, pigmentación y corrosión, entre otras.¹ De acuerdo al tratado de Minamata, Japón,^{2,3,4} se deberá cumplir con ese acuerdo de retirar la amalgama del mercado odontológico, por ese motivo, se estarán buscando materiales alternos y similares, que sean tan baratos como la amalgama y fáciles de colocar a los pacientes. Sin embargo, la obturación con resina es el tipo de procedimiento que genera mayores problemas postoperatorios, como dolor, dificultad para masticar, desalajo de las restauraciones, pigmentación de los márgenes, sensibilidad a los cambios térmicos, etc. Desafortunadamente, muchos de los casos terminan en tratamientos de endodoncia.

En la práctica clínica diaria, la restauración de lesiones cariosas enfrenta al odontólogo a distintos retos que deberá solventar teniendo en cuenta los principios biológicos del sustrato sobre el que trabaja, así como el conocimiento profundo de los biomateriales dentales que emplea.⁵ Por lo tanto, al estar ante una cavidad profunda, el odontólogo enfrenta a una dentina vital con grandes túbulos dentinarios temporalmente bloqueada por tapones de barrillo dentinario. Si aplicamos la técnica de grabado total o un sistema adhesivo que incluya acondicionamiento ácido, el barrillo será eliminado dejando salir a la superficie una mayor cantidad de fluido tubular que podría impedir la infiltración del adhesivo⁶, su polimerización completa,^{7,8} y poner en peligro la retención micromecánica y el sellado de la restauración,⁹ así como conducir a la inflamación pulpar por microfiltración bacteriana¹⁰ causando finalmente sensibilidad postoperatoria.^{8,11,12}

En la práctica clínica diaria la restauración de lesiones cariosas enfrenta al odontólogo a distintos retos que deberá solventar, teniendo en cuenta los principios biológicos del sustrato sobre el que trabaja así como el conocimiento profundo de los biomateriales dentales que emplea.^{5,13}

La estrategia restauradora a seguir debería tener tres objetivos: sustituir el tejido dental perdido con un material lo más compatible posible, tanto que le permita una homeostasis al órgano dentino-pulpar, proteger la pulpa contra estímulos nocivos como choques térmicos, traumas mecánicos, toxicidad de agentes químicos y microfiltración,¹⁴ y, finalmente, devolver características superficiales lo más similares posibles a la estructura dental (anatomía, color y propiedades físico-mecánicas).

Desde los trabajos de Brännstrom y colaboradores,¹⁵ y a partir de la introducción de la técnica de grabado total de la cavidad por Takao Fusayama,¹⁶ se sabe que lo realmente importante para el éxito de la vitalidad dentaria es obtener antes de la obturación final

una cavidad desinfectada y unos túbulos dentinarios sellados.

Debemos hacer una verdadera reflexión sobre el hecho de que la odontología pasa por un proceso sumamente interesante de búsqueda del conocimiento, y acerca de lo verdaderamente determinante para la durabilidad de las restauraciones basadas en procedimientos adhesivos. Como es bien sabido, el agua desempeña un papel fundamental en la obtención de adhesión, pero, al mismo tiempo, establece las situaciones que determinan los mecanismos de degradación de la interfase adhesiva. Además de dificultar la penetración de los monómeros y comprometer su polimerización en el momento de la hibridación, el agua deteriora el adhesivo degradando el colágeno a lo largo del tiempo.¹⁷

Cuando se revelaron los detalles de la formación de la capa híbrida en la dentina¹⁸ aparecieron las evidencias de que la zona de dentina desmineralizada no quedaba completamente infiltrada por los agentes adhesivos,¹⁹ permitiendo que las fibrillas de colágeno expuestas por la desmineralización queden desprotegidas de la acción de los fluidos orales. La demostración de que el área de dentina desmineralizada y no infiltrada por la resina era porosa y permeable a los fluidos externos²⁰ fue denominada “nanofiltración”. Este fenómeno contribuyó a formular la hipótesis de que la pérdida de resistencia adhesiva a la dentina observada a largo plazo²¹ se debía a la degradación de las fibrillas de colágeno expuestas y desprotegidas.

En la actualidad, los composites han tomado un protagonismo indudable entre los materiales de obturación que se usan mediante técnicas directas. Sus grandes posibilidades estéticas le dan variadas indicaciones terapéuticas, que se incrementan gracias a la gran versatilidad de presentaciones que ofrecen; por otra parte, al tratarse de materiales cuya retención se obtiene por técnica adhesiva y no depende de un diseño cavitario, la preservación de la estructura dentaria es mayor, aunque todo esto no debe hacernos olvidar que son materiales muy sensibles a la técnica, por lo que la necesidad de controlar aspectos como son: una correcta indicación, un buen aislamiento, la selección del composite adecuado a cada situación, el uso de un buen procedimiento de unión a los tejidos dentales, y una correcta polimerización van a ser esenciales para obtener resultados clínicos satisfactorios.²²

MATERIALES DE OBTURACIÓN BIOACTIVOS

A lo largo del tiempo, en la odontología se han investigado infinidad de materiales de restauración para cavidades provocadas por la caries dental; la caries dental constituye una de las enfermedades crónicas que con mayor frecuencia afecta a los seres humanos, según la OMS existen en el mundo un número aproximado de 5 mil millones de personas con caries dental. Existe la idea que en países industrializados se ha ido erradicando, pero en realidad afecta a entre el 60% y 90% de la población escolar y a la mayoría de los adultos;²³ En México, según estudios del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patología Bucal (SIVEPAB) del año 2015, aproximadamente 7 de cada 10 prescolares padecen caries dental. La pérdida de tejido dental en función o por lesión, deja en falta un remanente dentario con desequilibrio anatómico, funcional, histológico y hasta en veces estético.²⁴



La caries dental es un proceso o enfermedad dinámica crónica, que ocurre en la estructura dentaria en contacto con los depósitos microbianos y, debido al desequilibrio entre la sustancia dental y el fluido de placa circundante, dando como resultado una pérdida de mineral en la superficie dental, cuyo signo es la destrucción localizada de tejidos duros. Fejerskov define a la lesión cariosa como un mecanismo dinámico de desmineralización y remineralización como resultado del metabolismo microbiano agregado sobre la superficie dentaria, en la cual, con el tiempo, puede resultar una pérdida neta del mineral y es posible que posteriormente se forme una cavidad.²⁵

El concepto de materiales bioactivos no es algo nuevo, desde hace 40 años comenzaron a aparecer materiales con liberación de Flúor como los ionómeros de vidrio; dados a conocer por primera vez en el *British Dental Journal*; ²⁶ Los fluoruros tópicos, aplicados profesionalmente vieron la luz alrededor del año 1940; dicha medida intentaba beneficiar a aquellas personas que residían en áreas sin fluoruros en el agua y así incorporar esta medida de protección inespecífica para reducir los índices de caries dental. El primer agente tópico fue el fluoruro de sodio neutro, estudiado por Knutson y Amstron en 1943 y Bibby en el 1944. La Federación Dental Americana (FDA) aprobó el uso del barniz con flúor para la odontología en 1994 para ser usado solamente como una base cavitaria o como un agente desensibilizante.

El uso actual de la tecnología en la odontología restauradora se basa en el desarrollo de materiales bioactivos, es decir, materiales que sustituyan tejidos perdidos principalmente por caries dental y que tengan un intercambio molecular entre las dos interfases, la vital y la sustituta, integrándose mutuamente.²⁷

En todo el desarrollo de estos materiales, han pasado tres generaciones:

1. Primera generación. Biopasivos. Estos materiales no se colocaban para interactuar con el mundo biológico, se buscaba solo remplazar el tejido dañado con el material más análogo permisible, posiblemente provocan una respuesta tóxica mínima al organismo, tradicionalmente se utilizaban materiales inertes como las resinas compuestas, oro y las amalgamas.^{28,29}

2. Segunda generación. Bioreparadores. Buscan reparar los tejidos afectados, es decir, bioactivos y biodegradables. Contienen elementos químicos que le hacen falta al diente como el calcio, fosfato y fluoruro, estos componentes provocan una acción y reacción específica y controlada en un ambiente fisiológico. Los materiales bioactivos reaccionan químicamente con los tejidos y la saliva formando un fuerte enlace entre el material y el huésped. Los materiales biodegradables se plantean para degradarse paulatinamente y ser reemplazados por el tejido acogido. Ejemplos de estos materiales son: Triage Fuji, Riva Protect. Barnices como Mi Varnish, Clinpro Xt, Crema tópica Remin Pro, etc.²⁸

3. Tercera generación. Materiales que al estar en contacto con tejido vivo tienen una réplica positiva, promoviendo respuestas celulares específicas a nivel molecular en el huésped. Tiene como objetivo regenerar y biointegrar en vez de reparar. La modificación molecular de los sistemas de polímeros genera interacciones específicas en las integrinas de la superficie celular y así estimular la proliferación, diferenciación, producción y organización de matriz extracelular. Ejemplo de estos materiales

son: resina compuesta Activa, coronas inteligentes (Zirconia con resina bioactiva en proximal) y MDP (10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado) monómero en adhesivos que forman nanocapas de apatita.^{28,30}

Al desarrollar materiales que inducen la activación de células y tejidos, es decir, biomateriales regeneradores, la ingeniería de tejidos se vincula a la rama de la bioingeniería que se enfoca en la recuperación de las funciones biológicas. Estos materiales requieren soportes para guiar la proliferación celular, que se categorizan en tres clases: conductiva, inductiva y trasplante de células semejantes.

Conductiva: utiliza biomateriales de una manera pasiva para facilitar el crecimiento o capacidad regenerativa de un tejido existente.

Inductiva: comprende la activación de células en estrecha proximidad con el sitio del defecto a través de señales biológicas específicas.

Trasplante: consiste en el traslado de células cultivadas en el laboratorio.^{31,32}

Los materiales bioactivos son una sustancia que al contacto con tejido vivo provocan un efecto positivo, interacciona una respuesta biológica específica en la interfase del material que resulta en la formación de una unión entre los tejidos y los materiales al contacto con los fluidos del cuerpo, ocurre un inmediato intercambio de iones que resulta en unión físico-química entre el material bioactivo, tejido blando y hueso.^{33,34} La característica principal que debe cumplir un biomaterial es su biocompatibilidad con los tejidos del cuerpo humano, de tal manera que no existan fenómenos de toxicidad o de rechazo; con esta definición, se entiende una gran diferencia de concepto entre biocompatible, que es un material que no tiene ningún efecto negativo sobre el sustrato que toca y bioactivo que es un material que induce a que desarrolle una actividad biológica específica sobre pulpa o dentina.

Todos los materiales bioactivos necesitan 3 propiedades fundamentales:

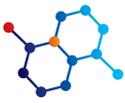
1. Material alcalino. Todo material alcalino es bueno y tiene que ser duradero, este ambiente aleja a las bacterias y crea un muy buen medio para la formación de tejido calcificado.

2. Sellado duradero interno y/o externo, ejemplos de esto es cuando hay exposición pulpar, perforación de raíz, cerrar un ápice, cavidades profundas.

3. Compatible con agua. Buscan la humedad del sustrato que están tocando o en la misma composición del producto, esta capacidad los hace que sean materiales inteligentes ya que reaccionan a cambios en el ambiente para llevar cambios benéficos en las propiedades dentro del material mismo o en el complejo material-sustrato dental.

IONÓMEROS DE VIDRIO

El cemento de ionómero de vidrio o polialquenoato de vidrio, se desarrollaron y patentaron en 1969 por Wilson y Kent en el



laboratorio de Química del Gobierno Inglés, quienes combinando el polvo del cemento de silicato y el líquido del cemento de policarboxilato de zinc crearon un nuevo material dental basado en la reacción del aluminosilicato con el ácido poliacrílico, conjugando las propiedades de ambos cementos: adhesión específica y liberación de fluoruro. Este producto fue llamado originalmente cemento ASPA (Aluminio, Silicato y Poliacrilato). Los primeros resultados de las investigaciones fueron publicados en 1972 en el *British Dental Journal* con el título "Un nuevo cemento translucido".¹³ A principios de 1977 fue introducido en Estados Unidos y en los países latinoamericanos hacia finales de la década de 1970;³⁵ sin embargo, se mostraron ciertas desventajas como textura irregular, fraguado lento, sensibilidad a la humedad por ende el prematuro deterioro de la superficie, y en ciertas ocasiones dolor postoperatorio. A pesar de ello, sus ventajas como liberación de fluoruro, adhesión específica a esmalte y dentina, motivaron el mejoramiento del material hasta conseguir el cemento que conocemos como ionómero de vidrio.³⁶⁻⁴⁰

Desde los años 70s y hasta el presente, los ionómeros vítreos quizás constituyan el grupo de materiales restauradores que más han evolucionado no sólo por las modificaciones introducidas en sus componentes, sino por el constante mejoramiento de sus propiedades; principalmente por su excelente unión al sustrato dental y por el intercambio iónico a la dentina y esmalte, lo que se ha traducido en la amplia gama de sus indicaciones clínicas.³⁵ En un principio, estos cementos fueron propuestos como materiales obturadores alternativos a las resinas compuestas, además, de otros usos múltiples, pero hoy en día han ido resurgiendo como una opción más en la restauración de dientes a partir del planteamiento no competitivo, sino complementario con los compuestos adhesivos, ya que poseen propiedades únicas que los distinguen como su estética, dureza, y alta liberación de fluoruro.^{41,42}

Su composición fundamentalmente se da por óxido de silicio, óxido de aluminio, fluoruros de calcio, aluminio y sodio, más fosfato de aluminio, mientras que el líquido es una solución acuosa de ácido poliacrílico, itacónico y ácido tartárico. Su estructura guarda similitud con los cementos de silicato, pues al mezclarlos se produce una reacción de gelificación, estructurándose una matriz en forma de gel donde se mantienen las partículas unidas sin reaccionar.^{42,43}

El funcionamiento del ionómero de vidrio consiste en una reacción ácido-base y en la formación de una sal de estructura nucleada, lo que significa que lleva un polvo compuesto por un vidrio que es la base y un líquido constituido por una suspensión acuosa de ácidos llamado, polialquenoicos.¹³

El mecanismo de adhesividad se da de manera bio-físico-química, que plantea la unión química de los radicales carboxilos con los iones de calcio existentes en el esmalte, dentina y cemento, y que al igual que las resinas compuestas, la infiltración del material en las micro retenciones producidas se debe a la acción de un acondicionador en la superficie del esmalte y la dentina, con la particularidad de que la dentina no debemos reseca, pues las bandas de colágeno que forman parte de dicho tejido y conforman la pared de los canalículos dentinarios, se colapsan y los bloquean. Esto es de vital importancia, ya que la dentina posee el 25 % de agua dentro de sus componentes, y los ionómeros son hidrofílicos, la conservación de humedad en

el tejido facilita su infiltración a planos más profundos de la capa superficial de la dentina.⁴⁴

Con base en sus indicaciones clínicas, los ionómeros de vidrio, de acuerdo con Mount (1990),⁴⁵ se dividen en:

Tipo I. Para cementado de restauraciones indirectas como coronas metálicas o de zirconia.

Tipo II. Para restauraciones directas.

Tipo III. Para base cavitaria o recubrimiento.

La clasificación más práctica y sencilla ha sido sugerida por Mclean y sus colaboradores (1994),⁴⁵ quienes, basándose en su composición y reacción de endurecimiento, propusieron dividirlos en:

I. Ionómeros vítreos convencionales o tradicionales, que incluyen dos subgrupos:

- Ionómeros de alta densidad.
- Ionómeros remineralizantes.

II. Ionómeros vítreos modificados con resinas que incluyen también a dos subgrupos:

- Ionómeros vítreos modificados con resinas fotopolimerizables
- Ionómeros vítreos modificados con resinas autopolimerizables.

La ventaja principal de los ionómeros de vidrio es su alto efecto cariostático,⁴⁸ debido a la liberación de flúor y su actividad antibacteriana,^{48,49} por ello existe una relación directa del fluoruro presente en los ionómeros de vidrio y la cantidad de flúor que libera.⁵⁰⁻⁵² La habilidad de recarga de iones de flúor es una cualidad muy importante en los ionómeros de vidrio, los cuales permiten aplicar sus reservas recargables para su continua liberación.⁵³ Por su alta capacidad bioactiva, además de su primera indicación como material de restauración, actualmente pueden emplearse ionómeros de vidrio para bases y rellenos cavitarios, reconstrucción de muñones dentarios, recubrimientos cavitarios, restauraciones intermedias e inactivación de lesiones de caries, cementado o fijación de restauraciones indirectas, cementado de bandas y brackets de ortodoncia. A ellos se sumó la posibilidad de aplicar ionómeros para el sellado de fosas y fisuras, así como para remineralizar lesiones en el esmalte y en la dentina, basada esencialmente en el concepto de desmineralización/remineralización, que hace patente la naturaleza dinámica de la caries y, consecuentemente, el anhelo de revertir el proceso de desmineralización dentaria, en estadio incipiente.^{35,54}

El subsecuente intercambio de iones durante el endurecimiento del ionómero de vidrio en una cavidad y las fibras de colágeno parcialmente desmineralizadas, se lleva a cabo la formación de una superficie intermedia entre la dentina intacta y el barrillo dentinario acondicionado, creando una capa similar a la que encontramos en la capa híbrida de los adhesivos dentinarios.⁵⁵ Los ionómeros de vidrio remineralizantes fueron descubiertos y propuestos en 1988 por Purton y Rodda, y en 2006 por el Dr.



Ngo demostró que también interactúan con iones de calcio (Ca) y fosfato (P) al ser colocados en una cavidad, no sólo remineralizan la lesión, sino también la estructura circundante. Además, se recargan con enjuagues y pastas a base de fluoruros de sodio y de fosfato de calcio, además ayudan a neutralizar el pH de la saliva y funcionan como bacteriostáticos.⁵⁶

Los ionómeros de vidrio, con gran cantidad de relleno y de tamaño de partículas reducidas, se indican más comúnmente en reconstrucciones que no soportan estrés, en caries radiculares, restauraciones en túnel, y restauraciones provisionales a largo plazo en dentición primaria y permanente.⁵⁷

IONÓMEROS DE ALTA DENSIDAD

Con el advenimiento de los ionómeros de vidrio de alta densidad (Ketac Molar EM, 3M-ESPE; Fuji IX GP, GC; Ionofil Molar ART, VOCO) que permiten tiempos de trabajo más convenientes, mejor resistencia compresiva, resistencia flexural y al desgaste, junto con una solubilidad mínima manteniendo la activación química,⁴⁷ son materiales de muy alta viscosidad o consistencia, cuyos vidrios han sido mejorados (no contienen calcio, sino estroncio e incluso circonio), reduciendo sus tiempos de trabajo y endurecimiento y mejorando notablemente sus propiedades físico-químicas y mecánicas. Por ello, son empleados en procedimientos preventivos y de inactivación de la caries dental y asociados a procedimientos de instrumentación manual de invasión mínima, como la Técnica Restauradora Atraumática (TRA).⁵⁸ Su empleo comenzó en Tanzania a mediados de 1980, como parte de un programa de salud bucal de la Facultad de Dar es Salaam, en donde Jo Frencken realizó cavidades sólo con instrumentos manuales y obtuvo con un cemento de policarboxilato. A partir de entonces se utilizaron distintos materiales, pero había una disminución significativa en el éxito de las restauraciones, principalmente debido al desgaste, hasta que aparecieron en el mercado los ionómeros de vidrio de alta viscosidad, los cuales presentan mayor resistencia al desgaste que los ionómeros de vidrio convencionales, pues poseen propiedades mecánicas y físicas mejoradas, además de una mayor adhesividad a las estructuras dentarias.⁵⁸ Los ionómeros vítreos de alta densidad son ionómeros convencionales que se caracterizan por endurecer más rápido, aunque su tiempo de trabajo es menor, por liberar altas y sostenidas cantidades de fluoruros, así como por presentar mejores propiedades mecánicas, especialmente resistencia al desgaste y a la abrasión.

EQUIA

El nombre de esta técnica proviene de las siglas en inglés de Easy, Quick, Unique, Intelligent y Aesthetic. La técnica de obturación EQUIA tiene un beneficio dual, ya que combina la utilización de dos materiales, el Fuji IX GP Extra y el G-Coat Plus, convirtiéndolo en un vidrio híbrido cuyas principales características y ventajas se describirán a continuación, y significa una nueva opción de tratamiento para obturar cavidades.⁴¹

Existen tres generaciones de Fuji IX. El primero, el Fuji IX GP, tiene como principal característica la de poderse colocar como

obturbación permanente o sustituto de dentina logrando su endurecimiento a los seis minutos. Después se desarrolló el Fuji IX GP FAST, con las mismas características que el anterior pero cuyo endurecimiento es más rápido —a los tres minutos 35 segundos—. Posteriormente, salió al mercado el Fuji IX GP EXTRA, diferenciándose de los anteriores en que el endurecimiento se presenta a los dos minutos y medio; además, tiene translucidez y un elevado desprendimiento de flúor, el cual es seis veces mayor por su contenido del 10% al 23% de este elemento.⁵⁹ Por ello, su principal ventaja es su alto efecto cariostático,²⁸ debido a la liberación de flúor y su actividad antibacteriana,^{48,49} existiendo una relación directa del fluoruro presente en el ionómero y la cantidad de flúor que libera.⁵⁰⁻⁵² La habilidad de recarga de iones de flúor es una cualidad muy importante en los ionómeros de vidrio, los cuales permiten aplicar sus reservas recargables para la continua liberación de flúor.⁵³ Entre las principales características de los ionómeros de vidrio Fuji IX GP EXTRA, está la unión que presenta a la dentina, gracias a los nanorellenos vítreos que se encuentran en este producto, lo que provoca una precipitación de las sales de fosfato y calcio durante el proceso de intercambio de iones, entre la dentina y el ionómero.⁶⁰

El subsecuente intercambio de iones durante el endurecimiento del ionómero de vidrio y las fibras de colágeno parcialmente desmineralizadas, lleva a la formación de una superficie intermedia entre la dentina intacta y el barrillo dentinario acondicionado,⁶¹ creando una capa similar a la que encontramos en la capa híbrida de los adhesivos dentinarios.

Estudios anteriores de fuerza de adhesión de los ionómeros convencionales indican que solamente han alcanzado una fuerza de 5 Mpa.⁶²⁻⁶⁴ Por otro lado, a partir de la aparición de los ionómeros de vidrio de alta viscosidad, se ha observado que pueden alcanzar un rango de 12 a 15 Mpa, aumentando significativamente la fuerza de adhesión.⁶⁴

El segundo componente de este sistema es G-COAT PLUS, que es un material para glasear y sellar las restauraciones de resinas, ionómeros, coronas, veneers y provisionales.⁶⁵ Se trata de un sellador con monómeros adhesivos y nanorellenos de formulación única que provee muchos beneficios clínicos. La homogeneidad de los nanorellenos dispersos es un factor esencial para dar resistencia al desgaste y tersura a la superficie, ya que penetra e incrementa la dureza del Fuji IX GP EXTRA.⁶⁶ Es un sellador versátil porque tiene una excelente adhesión a esmalte, dentina, resinas, ionómeros de vidrio y ionómeros de vidrio modificados con resina, por lo que provee superficies suaves y evita el depósito de mancha, protegiendo los márgenes.⁶⁷ Al sellar los márgenes y penetrar en el ionómero, reduce el riesgo de sensibilidad postoperatoria, protegiéndolos del agua y humedad durante el endurecimiento inicial.⁶⁶ Otra ventaja que tiene sobre otros selladores es que es compatible con diferentes tipos de unidades de fotocurado (halógenas, led y plasma).⁶⁵

A partir de la unión de estos dos materiales, se logró desarrollar una técnica alternativa a las ya conocidas, EQUIA, que permite realizar obturaciones de una manera más rápida, segura y fácil, en la que ya no es necesario utilizar adhesivos dentinarios, técnicas y lámparas de fotopolimerizado, técnicas de incrementos,⁶⁸ etc., eliminando los principales problemas que tienen las resinas, es decir, la contracción y tensión por polimerización.⁶⁹ Sabemos por la práctica diaria que realizar una verdadera obturbación con



resina es muy difícil y conlleva una gran responsabilidad, debido a todos los factores que deben tenerse en cuenta. Por esta razón, el empleo de esta técnica simplificada supera a otras y es comparable en resultados a los obtenidos al realizar obturaciones de resina.

Las principales indicaciones de la técnica EQUIA son para restaurar cavidades clase V, I y II sin compromisos de oclusión, reemplazar obturaciones de resina y amalgama, para reconstrucción de dientes muy destruidos, en pacientes geriátricos, infantiles, así como personas de alto riesgo de caries y con capacidades especiales.

EQUIA proporciona las siguientes ventajas:

- Estética
- Autoadhesivo
- No contracción
- Condensable
- No pegajosa
- Provee fuerza
- Sellado marginal
- No se usa la técnica de incrementos
- Es autocurable en 2 1/2 minutos y se protege por 30 segundos
- Resistente a la microfiltración y decoloración
- Alto desprendimiento de flúor y recargable

EQUIA FORTE

Recientemente, con la introducción de la nanotecnología en la odontología, se han presentado cambios significativos en la estructura y en algunos materiales dentales, como materiales de impresión,⁷⁰ resinas^{71,72} y, en particular, para los cementos de ionómeros de vidrio.^{70,72} Los límites de dureza y resistencia al estrés de los cementos de ionómeros de vidrio (GICs) han sido significativamente mejorados, y los GICs modernos pueden dar también una mejor translucencia y un color más estable a la restauración, lo que representa una mejor estética.^{73,74}

Además, los fabricantes han mejorado el desprendimiento de flúor de estos GICs modernos con el fin de incrementar su uso en el tratamiento y la prevención de caries. Como una consecuencia, recientes estudios identificaron altas concentraciones de flúoruro y otros iones en la dentina adyacente a las restauraciones de GICs.^{75,76} Esto también es demostrado por el desprendimiento de iones de flúor, que los GICs pueden remineralizar fuertemente la dentina desmineralizada cuando una capa de este material es colocada directamente en la superficie de la dentina afectada.⁷⁷

En 2014 GC introdujo Equia Forte™ un ionómero de vidrio híbrido basado en la técnica de obturación en masa (bulk fill); es un sistema rápido, fácil y sencillo de restauración basado en el rendimiento notable en los ensayos clínicos del EQUIA y presenta una alternativa viable para restauraciones de amalgama en di-

entes posteriores. Se trata de un ionómero de vidrio de endurecimiento rápido, lo que le da la característica del incremento a la resistencia de la fractura y a la fuerza flexural. Este nuevo ionómero de vidrio como material de obturación tiene un manejo y una estética muy similares a los del Fuji IX GP Extra, pero con mejores propiedades físicas, mayor resistencia a la fractura y durabilidad.

Es más resistente, ya que la matriz que rodea a los rellenos de vidrio es más fuerte, lo que se logra a través de la introducción de la nueva tecnología de vidrio híbrido. Además de las partículas de vidrio convencionales, presenta partículas ultrafinas de reactivos que se dispersan en el ionómero de vidrio de alta densidad.

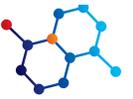
En combinación con un ácido poliacrílico de peso molecular superior, este nuevo vidrio híbrido tiene en su fórmula la capacidad de aumentar la disponibilidad de iones mejorando la formación de la matriz, lo que genera que ésta tenga una estructura mucho más fuerte.

Equia Forte Coat™ es una resina de nanorrelleno fotocurable que se utiliza para proteger, pulir y sellar el Equia Forte y es altamente resistente al desgaste. Complementa a este ionómero de vidrio dejando una superficie tersa y lisa y aumenta su resistencia. Es más fluido que el G Coat plus, por lo que da como resultado una superficie lisa y tersa. Esta resina de sellado está diseñada para darle una humedad adecuada, mejorar la adhesión, un color más estable y ser más resistente a la pigmentación.

Equia Forte Coat cuenta con una nueva fórmula química de monómeros de reticulación con mejores características de polimerización para producir una matriz de resina más dura, la cual se ve reforzada por una sola dispersión de nanopartículas. Este nuevo monómero también mejora su manejo y crea una superficie más lisa al terminar la restauración.

Así, este producto marca el próximo paso en el futuro de tratamientos restaurativos. Este nuevo sistema tiene las ventajas de combinar distintos tamaños de relleno, muy similar a las resinas híbridas. Los rellenos de vidrio más grandes de Equia Forte se complementan con los rellenos pequeños altamente reactivos para fortalecer la restauración. Estos parámetros pueden ser documentados no sólo descriptivamente, sino también cuantitativamente. El relleno principal de Equia Forte logra por sí mismo un 10% más de dureza flexural que el tradicional Equia combinado con el Equia Coat. El Equia Forte combinado con el Equia Forte Coat, de tecnología de nanorrelleno, incrementa la fuerza flexural un 17%, y la energía flexural hasta un 30% comparado con el Equia estándar.

Adicionando el monómero funcional de Equia Forte Coat, aumenta la dureza de superficie aproximadamente un 30%, y la resistencia al desgaste más de un 40% comparado con el Equia Coat, lo que le da un mejor manejo y manipulación y es un beneficio significativo para la práctica dental. Con Equia Forte, GC ha agregado otra opción más de obturación de cavidades a las ya existentes, como la amalgama y resina, con las virtudes que tiene la técnica de restauración de Equia que ya se han mencionado en este artículo. Los odontólogos disfrutan esta técnica simple y de rápida aplicación, mientras que los pacientes reciben una restauración estética y, además, bioactiva. Es un procedimiento de Odontología de Mínima Intervención, el cual es recomendado para los pacientes de todas las edades.



Equia Forte continúa con el éxito del concepto que ha dejado la ya conocida técnica de Equia, pero sus componentes tienen ya muchos años. La técnica de Equia de dos componentes consiste de un ionómero de vidrio de alta densidad y de un barniz de resina con tecnología de nanorrelleno. Esto ya ha sido probado en numerosos consultorios, así como en algunos trabajos de investigación desde su introducción en el IDS en 2007. Por ejemplo, en un artículo publicado por Biffar y sus colaboradores⁷⁸ (Fuji IX GP Fast plus Fuji Coat LC, both GC) se demuestran sus superiores propiedades físicas comparándolo con los ionómeros de vidrio convencionales, especialmente en cavidades clase II. En un trabajo a tres años de Diem y sus colaboradores, por su parte, se demuestra el efecto del barniz de nanorrelleno colocado en la superficie del ionómero de vidrio de alta densidad.⁷⁹ En un estudio de 2014 de Gurgan y sus colaboradores,⁸⁰ que abarca un periodo de cuatro años, se expone que este material de innovación ofrece el mismo comportamiento clínico que una restauración de resina (referencia del material: Gradia Direct Posterior plus G-Bond, de GC). EQUIA ForteTM ha sido aprobado para restauraciones clase I y clase II abarcando menos de la mitad de la distancia intercuspídea.

El nuevo EQUIA ForteTM, comparado con el EQUIA Fil, tiene mejor comportamiento en restauraciones clase II, siempre y cuando no estén afectadas las cúspides. Ofrece una obturación con alto brillo, traslúcida y, junto con el recubrimiento de la resina de nanorrelleno fluida, nos ahorra el tiempo de pulido.

La sinergia de estos dos materiales permite que logremos una excelente estética en un tiempo mínimo.

EQUIA FORTE HT

Siguiendo el éxito de EQUIA Forte, GC presentó en 2019 una versión mejorada llamada EQUIA Forte HT (Hybrid Technology-Tecnología Híbrida) (Figura 1) el cual es un ionómero de vidrio híbrido (EQUIA Forte Fil) reforzado con resina de nano relleno (EQUIA Forte Coat) tipo bulk con mejores propiedades mecánicas y ópticas por su alta translucidez, mayor liberación de flúor, mayor endurecimiento secundario, sellado marginal óptimo y una mejora en el manejo de material.

Debido a que una de las principales fortalezas del sistema EQUIA Forte son los rellenos de vidrio ultrafinos y la tecnología de vidrio híbrido con la resina de nanorelleno EQUIA Forte Coat, también tiene aspectos que mejorar como un resultado final más natural, estético y menos opaco por estas razones se desarrolló EQUIA Forte HT.

Gracias al control inteligente de la distribución e interacción entre las partículas de vidrio finas y ultra finas que hace al material más fluido, más resistente a la fractura, compresión, desgaste.⁸¹ Tiene una fuerza de compresión de 233 MPa y fuerza flexural de 35 MPa en donde ambos aspectos mejoran con respecto a la versión anterior^{82,83} Se mejoraron las propiedades ópticas, gracias a que se mejoró la translucidez por el índice refractivo entre las partículas de vidrio y la matriz ha sido reducido esto significa que más luz pasa a través del material y da como resultado un mejor resultado óptico con más translucencia, más estética, más natural y menos opaco.

Equia Forte HT en comparación con la versión previa y que el resto de los materiales restaurativos de ionómero de vidrio,⁸⁴ exhibe mayor liberación de flúor de una manera prolongada (Hasta 160 días) y si se recarga con MI Paste, esto le otorga al ionómero de vidrio, que sea más efectivo.⁸⁵ Otra mejora en esta versión es la maduración secundaria del ionómero ya que después que el barniz de nanorelleno se disuelve hay un incremento considerable en la dureza⁸⁶ por lo cual lo hace más resistente a las fuerzas de oclusión.

Además en esta versión aplicar ácido poliacrílico (Cavity Conditioner) es opcional ya que no se necesita remover el barrillo dentinario. La presentación del EQUIA Forte Coat fue rediseñado para una mejor aplicación, menos pérdida del material, mayor protección de la luz externa y mayor tiempo de caducidad.

La compañía GC vuelve a demostrar con EQUIA Forte HT que los ionómeros de vidrio híbrido son un excelente material restaurativo por su facilidad de usar pero especialmente por sus características bioactivas y mecánicas actuales.



FIGURA 1. EQUIA Forte HT Fil y Coat

Equia Forte HT representa décadas de éxito, investigación y desarrollo. GC es una compañía que trabaja mucho con materiales restaurativos a base de ionómeros de vidrio.

CASO CLÍNICO

Se presenta en la oficina dental un paciente femenino de 25 años de edad. El motivo de la consulta es “Tengo un dolor en una muela”, se realiza un examen intraoral y el segundo molar inferior presenta sensibilidad a los cambios térmicos, leve molestia a la percusión, sin alteraciones periapicales por lo cual se diagnóstica una pulpitis reversible además se observa la restauración previa con filtración marginal, márgenes abiertos, sin adaptación y sin estética (Figura 2) por lo cual se decide remover la restauración previa. En el momento de interrogación el paciente comenta



FIGURA 2. Restauración previa con pulpitis reversible

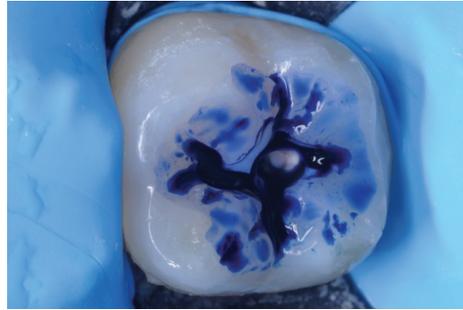


FIGURA 3. Azul de metileno

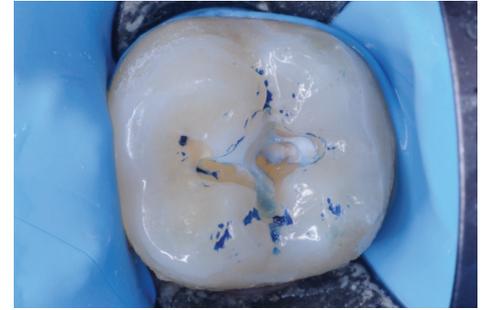


FIGURA 4. Restos de resina pigmentados

que tiene una dieta alta en carbohidratos, ingiere múltiples bebidas carbonatadas y alcohol por lo cual el paciente es de alto riesgo de caries por esto se decide colocar un ionómero de vidrio híbrido EQUIA Forte HT ya que va a ser mucho más beneficioso que una simple resina compuesta por todas las ventajas ya mencionadas.

Primero se realizó un aislamiento absoluto del campo operativo con la técnica convencional, e inmediatamente se procedió a retirar la restauración previa con una fresa de redonda número 2 de diamante con alta velocidad. Al estar removiendo la resina en las partes más profundas de la cavidad era difícil distinguir entre la restauración previa y la dentina por lo cual se aplica azul de metileno al 1%, (Figura 3) que es utilizado para identificar fisuras y cracks pero se le ha encontrado uso como un detector de resina ya que tiñe de azul las restauraciones de resina compuesta 87 se enjuaga por 20 segundos el azul de metileno y los restos de resina compuesta se tiñen (Figura 4). Al remover toda la restauración previa se utiliza indicador de caries para asegurar que no haya dentina infectada, después de remover todo el tejido desmineralizado se hace un bisel recto en esmalte con una fresa de diamante de fisura para remover los prismas del esmalte sin soporte y recordar que no es necesario que la cavidad sea retentiva.

Después de terminar la preparación de la cavidad se aplica ácido poliacrílico al 20% (Figura 5 y 6), se enjuaga abundantemente, se seca la cavidad y es indispensable dejar la dentina húmeda con una esponja (Figura 7) para que las fibras de colágeno no se colapsen y nuestro ionómero de vidrio se adhiera mejor, al ver dentina brillante-glaseada (Figura 8) se puede aplicar el EQUIA Forte Fil.

Primero la cápsula se agita por 2 segundos, se presiona la parte roja de la cápsula sobre la mesa de trabajo, se coloca en el mezclador de cápsulas por 10 segundos con un tiempo de trabajo de 1 minuto y medio desde la mezcla, luego se coloca en la pistola de aplicación, se presiona el clicker dos veces y al tercer click saldrá el material, se inyecta el material desde lo más profundo de la cavidad hasta el margen de la preparación y asegurarnos de sobreobturar la cavidad. En este momento, el operador cuenta con un minuto y 15 segundos de tiempo de trabajo a una temperatura de 23° C. Es importante recordar que las altas temperaturas del ambiente reducen el tiempo de trabajo. Una vez colocado el ionómero de vidrio en la cavidad, se condensa con un microbrush®, un condensador de plástico o un instrumento metálico con vaselina.

Después de obturar la cavidad se deben dejar transcurrir dos minutos y medio para su endurecimiento final (Figura 9). Es im-

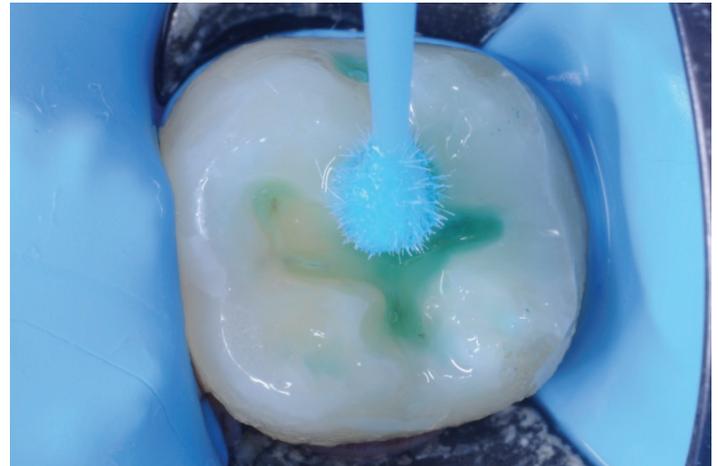


FIGURA 5. Acido Poliacrílico - Cavity Conditioner



FIGURA 6. Cavity Conditioner, EQUIA FORTE Fil y Coat



portante mencionar que el material no debe estar en contacto con el agua hasta no colocar la resina de nanorelleno EQUIA Forte Coat. Después de transcurrir el tiempo mencionado, se coloca el EQUIA Forte Coat fotopolimerizando por 20 segundos con una lámpara de QTH a $>500\text{mW}/\text{cm}^2$; no se debe adelgazar el sellador (Figura 10). Se debe observar el ionómero de vidrio glaseado; de no ser así, se debe reaplicar el sellador.

Una vez polimerizado el sellador se lleva a cabo el desgaste del excedente del ionómero de vidrio. Simultáneamente, se va conformando la anatomía primaria del órgano dental. Es muy importante mencionar que este procedimiento se debe realizar con abundante agua para no deshidratar el cemento. El desgaste y la anatomía deben realizarse con fresa de diamante ultrafina o con fresa de terminado de 12 hojas.

Después del primer desgaste de la restauración se coloca una segunda capa de EQUIA Forte Coat (Figura 12), se recomienda no secar con aire el sellador una vez colocado, se fotopolimeriza por 20 segundos con una lámpara de QTH a $>500\text{mW}/\text{cm}^2$. Se retira el aislamiento y dique, se coloca el papel articular para retirar los contactos prematuros con una fresa de diamante ultrafina o con fresa de terminado de 12 hojas para que pula y desgaste al mismo tiempo.

Después de retirar los contactos prematuros y que la paciente sienta cómoda la restauración en máxima intercuspidad y movimientos laterales mandibulares, realizar un aislamiento relativo con rollos de algodón, desecar el ionómero de vidrio para que absorba la mayor cantidad del sellador, dispensar el EQUIA Forte Coat (Figura 6) en un godete y se coloca el sellador en toda la restauración con un microbrush, si antes de fotopolimerizar se contamina con agua, sangre o saliva, se lava, se seca y se vuelve a colocar el sellador. Se recomienda no secar con aire el sellador una vez colocado, se fotopolimeriza por 20 segundos y

la restauración está terminada (Figura 13). Se indica a la paciente no masticar o ejercer presión en la restauración hasta después de una hora.

DISCUSIÓN

Con el paso de los años, recientes investigaciones y trabajos clínicos los ionómeros de vidrio de alta densidad han mejorado sus propiedades mecánicas, ópticas y bioactivas por esto han resurgido como una opción restaurativa bioactiva en la operatoria dental gracias a sus excelentes cualidades mientras se respeten sus límites.

EQUIA Forte HT es un ionómero de vidrio híbrido con excelentes características como la alta translucencia, más estética, mayor fuerza de compresión, el elevado y prolongado desprendimiento de flúor, más las propiedades del EQUIA Forte Coat como un sellador con tecnología de nanorelleno, que incrementa la dureza, el pulido y brillo final, así como el sellado marginal, hacen que EQUIA Forte deba ser considerada como una muy buena alternativa de restauración definitiva posterior, especialmente en los pacientes con alto riesgo de caries, pediátricos, geriátricos y en prácticas privadas de mucha demanda.

Varios estudios de seguimiento^{80,81,88,89} de hasta 10 años de Equia Fil han tenido un éxito clínico aceptable y en comparación con otros⁹⁰ ionómeros de vidrio de alta densidad han sido los que tienen mejores resultados, esto se debe a que el sistema es un vidrio híbrido que es único en el mercado más las características ya mencionadas.

Con base en la experiencia de los autores, las restauraciones con resinas son muy sensibles y dependientes del operador pero



FIGURA 7. Secar dentina



FIGURA 8. Dentina Húmeda



FIGURA 9. Condensación

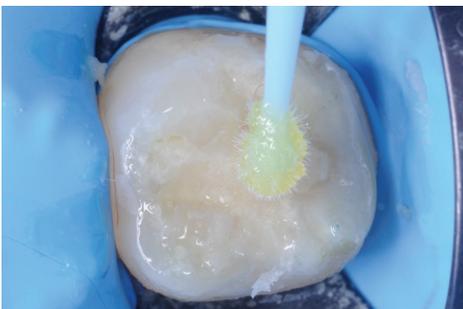


FIGURA 10. Primera capa de EQUIA Forte Coat



FIGURA 11. Remover excesos y detallar anatomía primaria



FIGURA 12. Segunda capa EQUIA Forte Coat



logran mejores resultados estéticos y son la primera opción para la mayoría de los tratamientos en pacientes ideales con bajo o moderado riesgo de caries; sin embargo EQUIA Forte HT es una técnica práctica, sencilla y de constante liberación de flúor, convirtiéndola en una restauración bioactiva y, de acuerdo con los conceptos de Odontología de Mínima Intervención, es una restauración de elección mientras se respeten sus límites. Conforme el clínico obtenga experiencia, al realizar más restauraciones con esta técnica, logrará mejorarla y conseguirá que las obturaciones tengan una mejor estética.

CONCLUSIÓN

EQUIA Forte HT es un ionómero de vidrio híbrido con un futuro prometedor en el campo de la operatoria dental, en donde se emplea un ionómero de vidrio de alta densidad (EQUIA Forte Fil) con un sellador de nanorrelleno (EQUIA Forte Coat). Combinando las propiedades de ambos materiales, hacen de esta técnica una opción excelente mientras se respeten sus límites para los pacientes con alto riesgo de caries, pediátricos, geriátricos, prácticas privadas de alta demanda. Es importante mencionar que la técnica de obturación de EQUIA ha tenido éxito desde su aparición en el área odontológica, a partir de 2007, como lo mencionan los estudios clínicos y microscópicos citados en este artículo, por lo que la técnica de EQUIA Forte HT desarrollada recientemente supera la versión previa, principalmente por las mejoras de sus propiedades físicas, mecánicas, estéticas y bioactivas.



FIGURA 13. Restauración final

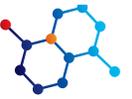


BIBLIOGRAFÍA

1. Zeballos, L. L., y P.A.Valdivieso. "Materiales dentales de restauración". Revista de Actualización Clínica Investiga. 2013; v. 30.
2. Dairo J. Marín Zuluaga. A propósito del acuerdo de minamata y la eliminación de la amalgama dental. Acta Odontológica Colombiana. 7-9.
3. Asociación Dental Americana (ADA). Statement on Dental Amalgam [línea]. Statement adopted by the ADA Council on Scientific Affairs, August 2009. [Consultado: junio de 2018]. Disponible en: <https://www.ada.org/en/about-the-ada/ada-positions-policies-and-statements/statement-on-dental-amalgam>.
4. ONU – Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. Convenio de Minamata sobre el mercurio. Texto y anexos [en línea]. Septiembre de 2017. [Consultado: junio de 2018]. Disponible en: <http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/COP1%20version/Mina>.
5. Hidalgo, L. R., y R. M. Méndez. "Ionómeros de vidrio convencionales como base en la técnica restauradora de sándwich cerrado: su optimización mediante la técnica de acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo". Acta Odontológica Venezolana. 2009; 47 (4): 1-2.
6. Tay, F. R., y D. H. Pashley. "WaterTreeing-a Potential Mechanism for Degradation of Dentin Adhesives". American Journal of Dentistry. 2003; 16: 6-12.
7. Malacarne, J., et al. "Water Sorption/Solubility of Dental Adhesive Resins". Dental Materials. 2006; 22 (10): 973-80.
8. Carrillo, C. "Sensibilidad postoperatoria con los sistemas adhesivos actuales". Revista ADM. 2005; 62 (2): 79.
9. Tay, F. R., et al. "Single-Bottle Adhesives Behave as Permeable Membranes after Polymerization. I. In Vivo Evidence". Journal of Dentistry. 2004; 32: 611-21.
10. Murray, P. E., et al. "Bacterial Microleakage and Pulp Inflammation Associated with Various Restorative Materials". Dental Materials. 2002; 18: 470-78.
11. ¿Yacizi, A. R., M. Baseren y B. Dyngac. "The Effect of Current-Generation Bonding Systems on Microleakage of Resin Composite Restorations". Quintessence International. 2002; 33 (10): 763-69.
12. Pradelle-Plasse, N., et al. "Effect of Dentin Adhesive on the Enamel-Dentin/ Composite Interfacial Microleakage". American Journal of Dentistry. 2001; 14: 344-349.
13. Cedillo V. JJ. Herrera A. A. Farias M. R. Hibridación a esmalte y dentina de los ionómeros de vidrio de alta densidad, estudio con MEB. Revista ADM 2017; 74 (4): 177-184
14. Hilton, W. "Cavity Sealers, Liners and Bases: Current Philosophies and Indications for Use". Operative Dentistry. 1996; 21: 134-46.
15. Brännström, M. y H. Nyborg. "Cavity Treatment with a Microbical Flouride Solution: Growth of Bacteria and Effect on the Pulp". Journal of Prosthetic Dentistry. 1973. 30: 303-10.
16. Fusayama, T. "The Process and Results of Revolution in Dental Caries Treatment. International Dental Journal. 1997; 47(3): 157-66.
17. DeMunck, J., et al. "Four-Year Water Degradation of Total-Etch Adhesive Bonded To Dentin". Journal of Dental Research. 2003; 82 (2): 118-32.
18. Van Meerbeek, B. et al. "Morphological Aspects of The Resin-Dentin Inter- Diffusion Zone With Different Dentin Adhesive Systems". Journal of Dental Research. 1992; 71: 1530-40.
19. Van Meerbeek, B., et al. "Assesment by Nano-Indentation of The Hardness and Elasticity of the Resin-Dentin Bonding Area". Journal of Dental Research. 1993; 72: 495-501.
20. Sano, H. et al. "Comparative SEM and TIENE Observations of Nanoleakage within the Hybrid Layer". Operative Dentistry. 1995. 20: 160-167.
21. Burrow, M. F., et al. "The Long-Term Durability of Bond Strength to Dentin". The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University. 1993. 173-191.
22. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006;11:E215-20. Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96689336 - ISSN 1698-6946.
23. Nuñez, Daniel Pedro, & García Bacallao, Lourdes. (2010). Biochemistry of dental caries. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 9(2), 156-166. Recuperado en 26 de febrero de 2020, de
24. Martínez, Graciela E.; Estelrich, María José (2016) "Bioactividad en odontología restauradora: ". En: Revista de la Facultad de Odontología, Vol. 10, no. 2, p. 7-12.
25. González M, Balda R, Gózález O, Solórzano A, Loyo K. Estudio comparativo de tres métodos de diagnóstico de las caries. Acta. Odontol. Venez. 27 (3): 15-25; 1999, Dic 19.
26. Øgaard B, Seppä L, Rølla G. Professional topical fluoride applications – Clinical Efficacy and Mechanism of Action. Adv Dent Res 8(2):190-201;1994.
27. Martínez, Graciela E.; Estelrich, María José (2016) "Bioactividad en odontología restauradora: ". En: Revista de la Facultad de Odontología, Vol. 10, no. 2, p. 7-12.
28. Stejskalová, A.; Kiani, M.T.; Almquist, B.D. Programmable biomaterials for dynamic and responsive drug delivery. Vol. 241 Nr. 10 Página: 1127 – 37. 01/05/2016
- 29.29. Hench L.L, Polak J.M. Third-generation biomedical materials. Science 8/Feb/2002. Vol. 295.(5557):1014-7.
30. Sauro S. Luzi A. Feitosa V. Interacciones químicas y efectividad de la adhesión dentinaria de los sistemas adhesivos con monómeros funcionales de alto rendimiento. Gaceta Dental. I+D+i.Abril 2014.257-259.
31. Camejo Suárez; M.V. Ingeniería de tejido en la regeneración de la dentina y la pulpa. Home-Ediciones-Volumen 48 N° 1 /2010.
32. Hannig M, Hannig C. Nanomaterials in preventive dentistry. Nanotechnol 2010; 5:565–9.
33. Jefferies S.R. Bioactive and Biomimetic Restorative Materials: A Comprehensive Review. Part I. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. Vol 26 no.1 14-26. 2014.
34. Tay,FR, Pashley DH. Denting Bonding-is there a future. J Adhes Dent 2004. (Jeferies,S.JEsth Rest Dent, 26:14-26,2014).
35. Cedillo, V. J. J. "Ionómero de vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich". Revista ADM. 2011; 68 (1): 39-47. 19.
36. Anusavice KJ. La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. 10ª ed. México: McGraw–Hill Interamericana; 2000. pp. 563-592.
37. Anusavice KJ. La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. 11ª ed. España: Elsevier; 2004. pp 461-466, 471-484.
38. Guzmán Báez HJ. Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico. Colombia: Cat Editores; 1990. pp 77-85.
39. Carrillo SC. Actualización sobre los Cementos de Ionómero de Vidrio, 30 años (1969 – 1999). Rev ADM mar-abril 2000;67(2):6571.
40. De la Cruz CD, Gurrola MB, Alcántara BI, González GB, Valdivia HR, Álvarez BV. Efecto del fluoruro liberado a partir de ionómero de vidrio sobre Streptococcus mutans. Rev ADM 1994;51(5):285-287.
41. Cedillo V.J.J, Lugo F.J A. Ionómero de vidrio recargable como restauración definitiva. Rev ADM 2010 Vol 67 Num.4 pp.185-91.
42. Maroto Edo M. Cementos de vidrio ionómero: liberación de flúor. Rev Soc Odontol Plata 2002;15(29):17-22.



43. Barrancos J. *Operatoria Dental*. La Habana: Editorial Científico Técnica; 1981.
44. Duque de Estrada Riverón, Johany, Hidalgo-Gato Fuentes, Iliana, & Pérez Quiñónez, José Alberto. (2006). Current techniques in dental caries treatment. *Revista Cubana de Estomatología*, 43(2).
45. Mount, G. J. *Atlas of Glass Ionomer Cements*. Londres. Martin Dunitz. 1990, pp. 1-4.
46. Mc Lean, et al. "Proposed Nomenclature for Glass Ionomer Dental Cements and Related Materials". *Quintessence International*. 1994; 25: 587-9.
47. Navarro, M. F., et al. *Tratamiento restaurador atraumático*. Manual clínico. Lima. International Association for dental Research- Sección Perú. 2007. pp. 12-16.
48. Dunne, S. M., J. S. Goolnik y B. J. Millar. "Caries Inhibition by a Resin Modified and Conventional Glass Ionomer Cement in Vitro". *Journal of Dentistry*. 1996, 24 (1-2): 91-94.
49. Featherstone, J. D. B. "Prevention and Reversal of Dental Caries: Role of Low Level Fluoride". *Community Dentistry Oral Epidemiology*. 1999, 27: 31-40.
50. Forsten, F. "Fluoride Release and Uptake by Glass-Ionomers". *Scandinavian Journal of Dental Research*. 1991, 99: 241-245.
51. Francci, C., et al. "Fluoride Release from Restorative Materials and its Effect on Dentin Desmineralization". *Journal of Dental Research*. 1999, 78: 1647-54.
52. Perrin, C., M. Persin y J. Sarrazin. "A Comparison of Fluoride Release from Four Glass Ionomer Cements". *Quintessence International*. 1999, 25 (9): 603-8.
53. Hatibovic-Kofman, S., y G. Koch. "Fluoride Uptake and Release from a Glass Ionomer". *Swedish Dental Journal*. 1991, 15: 253-258.
54. Henostroza, G. H. *Adhesión en odontología restauradora*. 2ª ed. Madrid. Ripano. 2009, pp.175-6.
55. Hewlett, E. R., A. A. Caputo y D. C. Wrobet. "Glass Ionomer Bond Strength and Treatment of Dentin with Polyacrylic Acid". *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1991; 66: 767: 72.
56. Cedillo V.J.J. Ionómeros de vidrio remineralizantes. Una alternativa de tratamiento preventivo o terapéutico. *Rev ADM* Vol. 68 No. 5 PP 258-265
57. Davidson, C. (2009). Avances en cementos de ionómero de vidrio. *Journal of Minimum Intervention in Dentistry*, 2(1), 171-182.
58. Navarro, M. F. L., y R. C. Pascotto. *Cementos de ionómero de Vidro*. São Paulo. Artes Médicas. 1998.
59. Wiegand, A., W. Buchalla, T. Attin. "Review on Fluoride-Releasing Restorative Materials-Fluoride Release and Uptake Characteristics, Antibacterial Activity and Influence on Caries Formation". *Academy of Dental Materials*. 2007; 23 (3): 343-362.
60. Sennou, H. E., A. A. Lebugle y G. L. Grégoire. "X-Ray Photoelectron Spectroscopy Study of the Dentin-Glass Ionomer Cement Interface". *Dental Materials*. 1999; 15: 229:37.
61. Hewlett, E.R., A.A. Caputo y D.C. Wrobet. "Glass Ionomer Bond Strength and Treatment of Dentin with Polyacrylic Acid". *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1991; 66: 767: 72.
62. Burke, F., y E. Lynch. "Chemomechanical Caries Removal. The Effect of Chemomechanical Caries Removal on the Bond Strength of Glass Polyalkenoate Cement to Dentine". *Journal of Dentistry*. 1994; 22: 283:91.
63. Smith, D. C., D. N. Ruse y D. Zuccolin. "Some Characteristics of Glass Ionomer Cement Lining Materials". *Journal of Canadian Dental Association*. 1988; 54:903: 8.
64. Van Noort, R., et al. "A Critique of Bond Strength Measurements". *Journal of Dentistry*. 1989; 17: 61: 67.
65. Gordon J. "Glazing Resins: Are They Important and How do They Differ?" *Clinicians Report*. 2008; 1: 1-2.
66. Kato, K., et al. "Influence of Coating Materials on Conventional Glass-Ionomer Cement". Abstract 487-IADR 2008, Toronto Canada.
67. Koch, T. "The Performance of Composite Finishing with Different Surface Sealants". Abstract.
68. García Barbero, J. *Patología y Terapéutica Dental*. Madrid. Ed. Síntesis. 1997. pp: 436-49.
69. Feilzer, A.J., A.J. De Gee y C.L. Davidson. "Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration to Restoration". *Journal of Dental Research*. 1987; 66 (11): 1636-9.
70. Ozak, S. T. y P. Ozkan. "Nanotechnology and Dentistry". *European Journal of Dentistry*. 2013; 7 (1): 145-151.
71. Mitra, S. B., D. Wu y B. N. Holmes. "An Application of Nanotechnology in Advanced Dental Materials". *Journal of American Dental Association*. 2003; 134 (10): 1382-1390.
72. Khurshid Z, et al. "Advances in Nanotechnology for Restorative Dentistry". *Materials*. 2015; 8 (2): 717-731.
73. Basso, M. "Teeth Restoration Using a High-Viscosity Glass Ionomer Cement: the Equia System". *The Journal of Minimum Intervention in Dentistry*. 2011; 4 (3): 74-76.
74. Friedl, K., K.A. Hillery, K.H. Friedl. "Clinical Performance of a New Glass Ionomer Based Restoration System: A Retrospective Cohort Study". *Dental Materials*. 2011; 27 (10): 1031-1037.
75. Mukai M., et al. "Fluoride Uptake in Human Dentine from Glass-Ionomer Cement in vivo". *Archives of Oral Biology*. 1993; 38(12):1093-1098.
76. Skartveit L, et al. "In Vivo Fluoride Uptake in Enamel and Dentin Fluoride from Containing Materials". *Journal of Dentistry for Children*. 1990; 57 (2): 97-100.
77. Ten Cate J. M. y R. N. van Duinen. "Hypermineralization of Dental Lesions Adjacent to Glass Ionomer Cement Restorations". *Journal of Dental Research*. 1995; 74 (6):1266-1271.
78. Biffar, R., et al. "EQUIA-RCT in the Field: Longevity after 24 Months". *CED IADR Florenz*, 2013, Abstract 3. Consultado el 17 de octubre de 2014 en: <https://iadr.confex.com/iadr/ced13/webprogram/Paper179792.html>.
79. Diem, V.T. K. et al. "The Effect of a Nano-Filled Resin Coating on the 3-Year Clinical Performance of a Conventional High-Viscosity Glass-Ionomer Cement". *Clinical Oral Investigations*. 2013.
80. Gurgan, S., et al. "Four-Years Randomized Clinical Trial to Evaluate the Clinical Performance of a Glass Ionomer Restorative System". *Operative Dentistry* In- Press. 2014; DOI 10.2341/13-239-C.
81. Basso et al. 7 years, Multicentre, Clinical Evaluation on 154 Permanent Restorations Made With a Glass Ionomer-based Restorative System. *J Dent Res*. 2016; 95 Spec Issue B; #0446.
82. GC R&D, Japan, 2018. GC data.
83. University of Siena, Italy. Publication in preparation.
84. GC R&D, Japan, 2018. GC data.
85. Y. Hokii et al. Fluoride Ion Release/Recharge Behavior of Ion-Releasing Restorative Materials, *Dental Materials*, Volume 35, Supplement 1, 2019 (Accepted for Publication).
86. Shimada, Yusuke, Hokii, Yusuke, et al. Poster #0054: Evaluation of hardness increase of GIC restorative surface in saliva. London, UK, May 2015.
87. Sharma et al.; *BJMMR*, 19(4): 1-10, 2017; Artículo no. BJMMR.30403
88. Gurgan S, Kutuk ZB, Yalcin Cakir F, Ergin E, A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities, *Journal of Dentistry* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.07.013>
89. Klinke, T., Daboul, A., Turek, A. et al. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. *Trials* 17, 239 (2016). <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1339-8>



90.90. Türkün LS, Kanik Ö. A Prospective Six-Year Clinical Study Evaluating Reinforced Glass Ionomer Cements with Resin Coating on Posterior Teeth: Quo Vadis? Oper Dent. 2016. Nov/Dec;41(6):587–98. 10.2341/15-331-C