



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**Agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de
lesión de mancha blanca**

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Molina Espinoza José Gabriel

Tutor:

Dra. Gloria Marlene Mazón Baldeón

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, José Gabriel Molina Espinoza, con cédula de ciudadanía 0503832701, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 5 de octubre 2023



José Gabriel Molina Espinoza

C.I: 0503832701

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación Agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca por José Gabriel Molina Espinoza, con cédula de identidad número 050383270-1, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 5 de octubre 2023.

Dra. Marcela Quisiguiña

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Aracely Cedeño

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Marlene Mazón

TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca, presentado por José Gabriel Molina Espinoza, con cédula de identidad número 050383270-1, bajo la tutoría de Dra. Gloria Marlene Mazón Baldeón; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 5 de octubre 2023

Presidente del Tribunal de Grado

Dra. María Gabriela Benítez Pérez



Firma

Miembro del Tribunal de Grado

Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara



Firma

Miembro del Tribunal de Grado

Dra. Dolores Aracely Cedeño Zambrano



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 16 de octubre del 2023
Oficio N° 105-2023-2S-URKUND-CID-2023

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **Dra. Marlene Mazón Baldeón**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 0331-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0331-D-FCS-18-04-2023	Agentes mineralizantes y residuos infiltrantes en el tratamiento de la lesión de mancha blanca	Molina Espinoza José Gabriel	2	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Responsable de investigación de la FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con profundo amor y afecto a mis queridos padres, Msc. José Molina y Lic. Jeaneth Espinoza, cuyo respaldo incuestionable y amor inmutable han sido la fuente de mi máxima inspiración, así como a mi dilecto hermano Dr. Alex Molina, cuya senda forjada en esta profesión ha encendido en mí una pasión similar.

A mis Abuelitas, cuyas oraciones han colmado de bendiciones a sus nietos, ennoblecidas con amor y esperanza, vuestro constante apoyo y sabiduría han sido faros de luz que nos guían hacia un camino digno y lleno de gratitud.

En memoria de mis abuelitos, Ángel Molina y Segundo Espinoza, varones egregios cuyas virtudes de esfuerzo, humildad y bondad pervivirán imperecederamente en mi alma.

A mis tíos, emblemas de tenacidad, perseverancia y logros, cuyos senderos labrados con firmeza continúan enaltecíendome.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y guía divina a lo largo de esta travesía académica. Su presencia constante ha sido mi mayor inspiración y fuente de motivación. Gracias por sostenerme en los momentos de dificultad y por bendecirme con las oportunidades para crecer y aprender.

A través de estas palabras, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo y a todos los miembros de la Facultad de Ciencias de la Salud y Carrera de Odontología. Ha sido un honor y un privilegio estudiar en esta prestigiosa institución y formar parte de esta comunidad académica.

A mi estimada tutora de tesis, Dra. Gloria Marlene Mazón Baldeón, le agradezco sinceramente su dedicación, orientación y paciencia a lo largo de este proyecto. Su profundo conocimiento, experiencia y compromiso han sido fundamentales en mi desarrollo como investigador. Gracias por su orientación experta, sus valiosas sugerencias y su constante apoyo.

También quiero agradecer a los docentes miembros del tribunal de sustentación Dra. Gabriela Benítez, Dra. Marcela Qusiguiña y Dra. Aracely Cedeño. Su participación y su apoyo académico como sus valiosos comentarios han enriquecido enormemente mi trabajo de investigación. Aprecio profundamente sus aportes críticos y constructivos para mejorar y crecer como estudiante e investigador.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE GRÁFICOS	
RESUMEN	
ABSTRACT.....	
CAPÍTULO I	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II.....	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Caries.....	18
2.1.1. Definición.....	18
2.1.2. Prevalencia:	18
2.1.3. Etiopatogenia.....	19
2.1.4. Prevención.....	19
2.2. Lesión de mancha blanca.....	20
2.2.1. Definición.....	20
2.2.2. Importancia y prevalencia	20
2.2.3. Etiología de lesión de mancha blanca	20
2.2.4. Histología de la lesión de mancha blanca.....	21
2.2.5. Diagnóstico de la lesión de mancha blanca.....	22
2.2.6. Impacto estético y funcional.....	24
2.3. Esmalte dental	24
2.3.1. Composición:	25
2.3.2. Formación y desarrollo del esmalte dental.....	25
2.3.3. Estructura del esmalte dental.....	26
2.3.4. Proceso de remineralización y desmineralización en el esmalte dental	27
CAPÍTULO III.....	28
3. Metodología	28
3.1. Tipo de investigación	28
3.1.1. Cualitativa	28
3.2. Diseño de la investigación.....	28

3.2.1.	Descriptiva	28
3.2.2.	Bibliográfica.....	28
3.3.	Población.....	28
3.4.	Muestra.....	28
3.5.	Criterios de selección	28
3.6.	Técnicas e instrumentos	29
3.7.	Análisis estadístico	29
3.8.	Estrategias de Búsqueda.....	29
3.8.1.	Selección de palabras clave o descriptores.....	29
3.9.	Análisis PICO.....	30
CAPÍTULO IV.....		33
4.1.1.	Técnicas y procedimientos de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes para la lesión de mancha blanca	33
4.1.2.	Características de los agentes remineralizantes.....	36
4.1.3.	Agentes remineralizantes más utilizados en la lesión de mancha blanca	41
4.1.4.	Acción de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca	42
4.2.	Discusión.....	43
CAPITULO V.....		46
5.	Conclusiones y Recomendaciones	46
5.1.	Conclusiones	46
5.2.	Recomendaciones.....	48
BIBLIOGRAFÍA		49

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 .	Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos	30
Tabla N° 2	Análisis de fuentes mediante método PICO	30
Tabla N° 3	Análisis PICO por selección de resultados de búsqueda	31
Tabla N° 4	Comparativo de fluoruros	40

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 . Diagrama PRISMA.....	32
-------------------------------------	----

RESUMEN

Los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca se utilizan para fortalecer el esmalte dental, prevenir la caries y mejorar la apariencia estética, brindando tratamientos no invasivos y estéticamente atractivos para mejorar la salud bucal de pacientes con este tipo de lesión. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la acción de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca. La metodología planteada corresponde a un estudio de tipo revisión bibliográfica, misma que se basó en una búsqueda de literatura extraída de las bases de datos como PubMed, Scielo, Google Scholar y ResearchGate con el propósito de recopilar información actualizada y relevante sobre este tema. Resultados evidenciados en la literatura mencionan que los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes actúan mediante diferentes mecanismos para tratar las lesiones de mancha blanca. El intercambio de iones fluoruro fortalece el esmalte y crea una capa protectora, mientras que el intercambio de iones de calcio y fosfato mejora la absorción y estabilización de estos minerales para una efectiva remineralización. Además, el autoensamblaje del péptido P11-4 imita la estructura del esmalte y facilita la regeneración biomimética, con efectos positivos incluso en combinación con otros tratamientos. Por otro lado, la técnica de infiltración de resina, utilizando el producto ICON, es un enfoque microinvasivo que penetra el esmalte poroso y rellena las áreas desmineralizadas, mejorando el aspecto estético disimulando la lesión de la mancha blanca. Además, se puede emplear el barniz blanco CLINPRO, que contiene fosfato tricálcico y fluoruro, como una opción adicional para reducir la sensibilidad dental. En conjunto, estas opciones terapéuticas ofrecen tratamientos no invasivos y estéticamente atractivos para mejorar la apariencia y la salud dental de pacientes con lesiones de mancha blanca por lo que se concluye que los agentes remineralizantes y las resinas infiltrantes son herramientas efectivas para el tratamiento de las WSL. Sus diferentes mecanismos de acción brindan opciones terapéuticas no invasivas y estéticamente atractivas para mejorar la salud dental.

Palabras clave: Mancha blanca, remineralización, estética dental, odontología conservadora

ABSTRACT

Re-mineralizing agents and infiltrating resins in the treatment of white spot lesions are used to strengthen the dental enamel, prevent caries and improve the esthetic appearance, providing non-invasive and esthetically attractive treatments to improve the oral health of patients with this type of lesion. The objective of this research work was to determine the action of re-mineralizing agents and infiltrating resins in the treatment of white spot lesions. The proposed methodology corresponds to a literature review study, which was based on a literature search extracted from databases such as PubMed, Scielo, Google Scholar and ResearchGate, to collect up-to-date and relevant information on this topic. Results are evidenced in the literary mention that re-mineralizing agents and infiltrating resins act through different mechanisms to treat white spot lesions. The exchange of fluoride ions strengthens the enamel and creates a protective layer, while the exchange of calcium and phosphate ions improves the absorption and stabilization of these minerals for effective remineralization. In addition, the self-assembly of the P11-4 peptide mimics the structure of enamel and facilitates biomimetic regeneration, with positive effects even in combination with other treatments. On the other hand, the resin infiltration technique, using the ICON product, is a microinvasive approach that penetrates the porous enamel and fills the demineralized areas, improving the esthetic appearance by disguising the white spot lesion. In addition, CLINPRO white varnish, which contains tricalcium phosphate and fluoride, can be used as an additional option to reduce tooth sensitivity. Taken together, these therapeutic options offer non-invasive and esthetically appealing treatments to improve the appearance and dental health of patients with white spot lesions and it is concluded that re-mineralizing agents and infiltrating resins are effective tools for the treatment of WSL. Their different mechanisms of action provide noninvasive and esthetically attractive therapeutic options to improve dental health.

Keywords: White spot, remineralization, dental esthetics, conservative dentistry.



Reviewed by Mario N. Salazar
CLL English Teacher

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La caries es considerada una enfermedad con gran morbilidad dental a nivel mundial. Actualmente su severidad y distribución es muy variada, se encuentra asociada a diversos factores. La lesión de mancha blanca es la primera manifestación clínica de caries dental, es ocasionada por una pérdida de minerales del esmalte; al no ser tratados adecuadamente logran convertirse en lesiones cariosas cavitadas y necesitar procedimientos más invasivos, el tratamiento indicado de la lesión inicial es la remineralización y su finalidad es recuperar minerales y evitar el avance de la lesión cariosa, los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes son usados para tratar estas lesiones cariosas no cavitadas.

Las lesiones de mancha blanca son una patología muy común en la odontología que se caracterizan por una desmineralización del esmalte dental, lo que se traduce en una coloración blanquecina en los dientes. Estas lesiones son causadas por diversos factores, como una mala higiene bucal, el consumo de alimentos y bebidas azucaradas, o el uso de ortodoncia fija.⁽¹⁾ La remineralización dental es un proceso natural del organismo que implica la absorción de minerales por el esmalte dental, lo que contribuye a su fortalecimiento y a la prevención de la caries dental.⁽²⁾ En los últimos años, se han desarrollado nuevos tratamientos para las lesiones de mancha blanca que incluyen la aplicación de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes. Los agentes remineralizantes se aplican sobre la superficie del esmalte dental para estimular la absorción de minerales, mientras que las resinas infiltrantes actúan rellenando las áreas desmineralizadas del diente y fortaleciéndolo. La combinación de estos tratamientos tiene la capacidad de lograr una recuperación efectiva de la estructura dental y mejorar la apariencia estética del diente afectado. En este sentido, es importante explorar el potencial de estos tratamientos y su aplicación en la práctica clínica para mejorar la calidad de vida de los pacientes con lesiones de mancha blanca.

El interés profesional en el tema radica en la necesidad de ofrecer a los pacientes una solución efectiva de mínima intervención para este problema dental común. Estos tratamientos mejoran la apariencia del diente, previenen la progresión de la lesión y reducen la necesidad de intervenciones más invasivas, como las obturaciones. Además, su aplicación sería una alternativa menos costosa y más accesible para los pacientes que desean mejorar la estética de su sonrisa. En este sentido, es importante que los profesionales de la odontología estén actualizados en cuanto a las opciones de tratamiento para las lesiones de mancha blanca y su efectividad clínica.

Este estudio se va a realizar mediante una revisión bibliográfica sobre el tema, siguiendo una metodología rigurosa que permita seleccionar y analizar los estudios más relevantes y confiables en la literatura científica. Es necesario establecer criterios de inclusión y exclusión claros y objetivos para la selección de los estudios, así como realizar una búsqueda exhaustiva de las bases de datos relevantes. También es importante realizar una evaluación

crítica de los estudios seleccionados para determinar su calidad metodológica y la validez de sus resultados. La revisión bibliográfica incluye un análisis crítico de la evidencia disponible y una síntesis clara de los hallazgos más relevantes para la práctica clínica.

El tema de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de las lesiones de mancha blanca es de gran interés profesional en la odontología debido a su potencial para ofrecer soluciones efectivas y estéticas a este problema dental común. La aplicación clínica de los hallazgos de la revisión bibliográfica mejorara el diagnóstico y manejo de los pacientes con lesiones de mancha blanca y contribuir a la prevención de la caries dental.

El fin del presente proyecto es determinar la acción de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca, definiendo sus características, conociendo los agentes más utilizados y las técnicas y procedimientos para la lesión indicada

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los periodos de desmineralización son seguidos por periodos de remineralización, y el balance de este equilibrio determina el resultado entre pérdida y ganancia de minerales ⁽²⁾ La curación de la lesión cariosa sólo ocurre si la capa superficial permanece intacta, antes de que progrese formando una cavidad. La mancha blanca en los dientes es signo de desmineralización bajo el esmalte, esto ocurre por el acúmulo de placa bacteriana inducida por una mala higiene oral, existe una relación directa entre la presencia de placa y la posibilidad de presentar estas manchas.

Un agente remineralizante se define como una sustancia capaz de promover la remineralización del tejido dental, por lo que es importante definir sus características, Identificar los más utilizados en la lesión de mancha blanca, como también conocer su técnica y procedimiento de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes.

Las lesiones de mancha blanca son un problema dental común que afecta a personas de todas las edades y consigue tener un impacto significativo en la apariencia estética de la sonrisa. Estas lesiones son el resultado de la desmineralización del esmalte dental ⁽³⁾. A pesar de su alta prevalencia, el tratamiento de las lesiones de mancha blanca ha sido un desafío para los profesionales de la odontología que recomiendan tratamientos mínimamente invasivos para la máxima preservación del esmalte sano y la remineralización de las áreas afectadas ⁽⁴⁾.

En los últimos años, se ha investigado el uso de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de las lesiones de mancha blanca como una alternativa de mínima intervención en este tipo de lesiones ⁽¹⁾. Los agentes remineralizantes se aplican sobre la superficie del diente para estimular la absorción de minerales y fortalecer el esmalte dental, mientras que las resinas infiltrantes actúan rellenando las áreas desmineralizadas del diente y fortaleciéndolo ⁽⁵⁾. Estos tratamientos han mostrados resultados prometedores en

estudios in vitro y en pacientes con lesiones de mancha blanca ⁽⁶⁾.

En la actualidad la máxima conservación de tejido dental sano, representa la mejor manera de tratamiento para preservar la vida útil de un diente, este enfoque se denomina odontología mínimamente invasiva, cuyo propósito es mantener el tejido dental sano y remineralizarle ,a fin de conservar los dientes hasta una edad avanzada ,estas lesiones son muy frecuentes en niños, en cuanto detectar con anticipación cualquier factor de riesgo potencial, minimizarlo y prevenirlo tempranamente evitando la formación de cavitaciones que procedan a tratamientos más invasivos, manteniendo los dientes sanos sin alterar la estructura dental garantizando la supervivencia del diente

Sin embargo, todavía hay incertidumbre en cuanto a la efectividad clínica y la seguridad a largo plazo de estos tratamientos, También es necesario explorar la mejor manera de aplicar estos tratamientos en la práctica clínica y evaluar su impacto en la calidad de vida de los pacientes ⁽⁷⁾. Por lo tanto, el problema de esta investigación que se plantea es: ¿Cuál es la efectividad clínica y la seguridad a largo plazo de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de las lesiones de mancha blanca en pacientes de todas las edades? ¿Cómo se logra aplicar estos tratamientos de manera efectiva en la práctica clínica y qué impacto tienen en la calidad de vida de los pacientes?

El estudio propuesto permitirá abordar una cuestión relevante en la práctica clínica de la odontología y contribuirá a mejorar la calidad de atención a los pacientes niños y adultos con lesiones de mancha blanca. Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica podrían ser útiles para establecer recomendaciones clínicas basadas en evidencia sobre el uso de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de las lesiones de mancha blanca, lo que podría ayudar a reducir la variabilidad en la práctica clínica y mejorar la efectividad del tratamiento. Además, el estudio podría identificar áreas que necesitan más investigación y proporcionar una base para futuras investigaciones en el tema.

Este tema considero y es muy relevante para la odontología. La revisión bibliográfica propuesta permitirá analizar de manera rigurosa y crítica la evidencia disponible sobre estos tratamientos, lo que podría proporcionar recomendaciones clínicas basadas en evidencia y contribuir a el tratamiento de las lesiones de mancha blanca con un tratamiento mínimamente invasivo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia del presente proyecto de investigación radica en la incidencia de lesiones de mancha blanca en la población, siendo un desafío clave en la odontología contemporánea, se presentan como descalcificaciones de esmalte que conducen a un deterioro estético y funcional que al no tratarse de manera adecuada en el tiempo su progreso dará lugar a diversas complicaciones de acuerdo con la progresión y estadio de la caries dental necesitando de un tratamiento más costoso e invasivo

El aporte de esta investigación permite una mayor comprensión de los mecanismos de acción, efectividad, así como técnicas y procedimientos de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes para la lesión de mancha blanca esto permitirá contribuir a un tratamiento más rápido, menos costoso, no invasivo con respaldo de evidencia científico- académica.

El aporte de esta revisión proporciona evidencia que sirve de base para la optimización de estrategias de tratamiento lo cual es capaz de traducirse en mejores resultados clínicos y satisfacción del paciente, contribuyendo de gran manera al tratamiento preventivo desde los hallazgos de una revisión sistemática de la literatura.

Este proyecto se enmarca de forma pertinente en la línea de investigación correspondiente al área de la salud, responde idealmente a un problema de gran impacto, el acceso a bases de datos académicas de alto impacto es factible gracias a la cantidad de evidencia científica existente.

Finalmente, la investigación tiene beneficio directo para los académicos y estudiantes de odontología proporcionara información completa y actualizada de la literatura sobre el uso de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de las lesiones demancha blanca, los beneficiarios indirectos serán los pacientes que presenten estas lesiones, los cuales accederán a tratamientos menos invasivos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar la acción de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamientode lesión de mancha blanca

1.3.2. Objetivos Específicos

- Conocer la técnica y procedimiento de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes para la lesión de mancha blanca.
- Definir las características de los agentes remineralizantes.
- Identificar los agentes remineralizantes más utilizados en la lesión de mancha blanca.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Caries

2.1.1. Definición

La caries dental es un importante problema de salud que afecta a un gran número de personas en todo el mundo. Su desarrollo es causado por una combinación de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y de comportamiento, similares a otras enfermedades no transmisibles. Este problema surge debido a un cambio en la composición de las biopelículas dentales, llevándolas hacia una comunidad microbiana dominada por un microbiota tolerante a los ácidos y productora de ácido, con niveles reducidos de bacterias beneficiosas. Este cambio es impulsado por factores de riesgo modificables y determinantes sociales similares a los de todas las principales enfermedades no transmisibles, especialmente una dieta pobre con un alto contenido de azúcares libres ⁽⁸⁾.

2.1.2. Prevalencia:

Según la Organización Mundial de la Salud, en el año 2022 se estimó que las enfermedades bucodentales afectan a aproximadamente 3500 millones de personas en todo el mundo. A nivel global, se calcula que alrededor de 2 mil millones de personas padecen caries en sus dientes permanentes, mientras que 514 millones de niños presentan caries en sus dientes primarios ⁽⁹⁾. La prevalencia de caries dental en los dientes primarios de niños en todo el mundo es del 46.2%, mientras que en los dientes permanentes de niños la prevalencia asciende al 53.8% ⁽¹⁰⁾.

En España, se realizó un estudio que abarcó edades comprendidas entre los 4 y 15 años, revelando una prevalencia de caries del 32.7% ⁽¹¹⁾. Por otro lado, en México, se observó que aproximadamente el 95% de los niños menores de 8 años experimentan caries. En Nicaragua, se informó que la prevalencia de caries es del 72.6% en niños de 6 años con dentición temporal, mientras que en la dentición permanente de niños de 12 años esta cifra se reduce al 45%. Respecto a Perú, se encontró que los niños de 7 a 9 años tienen una prevalencia de caries del 78.5%, cifra que aumenta al 83.3% en el grupo de niños de 12 años. Finalmente, en Ecuador, las cifras de prevalencia de caries varían del 50% al 95% en niños de 6 y 12 años, respectivamente ⁽¹²⁾.

2.1.3. Etiopatogenia

La caries dental surge de una compleja interacción entre microorganismos generadores de ácido y carbohidratos fermentables a lo largo del tiempo. Su etiología se cimienta en cuatro factores fundamentales: microorganismos orales, ambiente bucal, huésped y el paso del tiempo. El exceso de exposición a carbohidratos fermentables en la dieta conduce a la acumulación de microorganismos productores de ácido y resistentes en la boca, desencadenando la disbiosis de la biopelícula dental que se adhiere al esmalte. El microbiota oral configura un ecosistema diverso y crucial en la boca, compuesto por bacterias, levaduras, virus, micoplasmas, protozoos y arqueas. Aunque este sistema contribuye a la salud bucal, en circunstancias específicas puede provocar desequilibrios y enfermedades dentales.

El biofilm dental, también denominado placa, emerge de la congregación de microorganismos en una matriz de polímeros extracelulares (EPS). La transferencia de genes de resistencia y la protección conferida por los EPS generan un terreno propicio para microorganismos cariogénicos, aumentando el riesgo de caries. Dicha transferencia genética puede dificultar la acción de agentes antimicrobianos en los microorganismos cariogénicos, lo que intensifica el desarrollo de la caries dental. Las bacterias como *Streptococcus mutans* desempeñan un papel esencial en este proceso, acompañadas de otros microorganismos como *Scardovia*, lactobacilos y bifidobacteria. La complicación del biofilm, la matriz EPS y la resistencia microbiana se suman como factores de riesgo.

El control del biofilm dental se convierte en un pilar esencial para prevenir la caries. Aunque se ha asignado históricamente a *S. mutans* como el principal culpable, las estrategias terapéuticas deben considerar tanto la matriz EPS como la diversidad microbiana. A pesar de su intrincado entramado, comprender la interacción entre microorganismos, carbohidratos y el entorno bucal se erige como fundamental para prevenir y abordar las enfermedades dentales⁽¹³⁾.

2.1.4. Prevención

La prevención de la caries dental involucra diversas estrategias, como es el instruir a las personas sobre la importancia de una higiene oral adecuada, la limitación del consumo de carbohidratos fermentables y el uso de flúor tópico, se capacita a los individuos para tomar medidas preventivas. Además de la educación, el control del biofilm dental a través del cepillado, el uso de hilo dental, así como visitas regulares al odontólogo, son prácticas clave para evitar la caries y mantener una salud bucal óptima⁽⁸⁾.

Existen otras formas preventivas como son las medidas antibacterianas que se encargan de inhibir la producción de ácido eliminando condiciones que suprimen bacterias beneficiosas y enriquecen especies tolerantes a los ácidos a su vez el uso de estrategias prebióticas y probióticas puede apoyar la diversidad de biopelículas, influir en su composición y aumentar el pH oral, reduciendo el riesgo de caries en la primera infancia⁽⁸⁾

2.2. Lesión de mancha blanca

2.2.1. Definición

Las lesiones de mancha blanca por sus siglas en inglés (WSL) , se define como porosidad del esmalte subsuperficial siendo resultado de su desmineralización manifestándose a manera de una opacidad blanca lechosa en la superficie lisa del diente ⁽¹⁴⁾, alcanza progresar a caries dental o a un área desmineralizada detenida si no se trata en una etapa temprana , siendo causadas por una variedad de factores como es la mala higiene bucal, dieta rica en carbohidratos fermentables , así como el uso de ortodoncia fija ⁽⁴⁾.

2.2.2. Importancia y prevalencia

Este padecimiento, para la salud oral es de importancia al ser la patología que consigue ocasionar la pérdida de tejido adamantino y la necesidad de tratamientos restaurativos extensos ⁽¹⁵⁾. La frecuencia de las lesiones de manchas blancas varía entre el 2 % y el 97 % ⁽¹⁶⁾ ⁽⁵⁾, La prevalencia de lesiones de manchas blancas en pacientes de ortodoncia oscila entre el 25 % y el 46 % . ⁽⁶⁾.

2.2.2.1. Relevancia para la salud pública

Las estrategias de prevención corresponden al diagnóstico temprano, la reducción de la incidencia y la prevalencia de este tipo de lesiones sería capaz de prevenir futuras complicaciones reduciendo su impacto financiero en los sistemas de atención de la salud ⁽¹⁷⁾.

2.2.3. Etiología de lesión de mancha blanca

Las causas relacionadas son la falta de higiene oral, acumulación de placa dentobacteriana, consumo excesivo de carbohidratos, así como haber llevado tratamiento de ortodoncia ⁽¹⁾.

2.2.3.1. Factores Bacterianos

Diferentes tipos de microorganismos constituyen la biopelícula que se adhiere a la superficie del diente, los ácidos secretados como resultado del metabolismo bacteriano, así como alimentos o bebidas ácidas tienden a disminuir el pH y determinan la pérdida de minerales.

Las bacterias cariogénicas pueden soportar ambientes de pH bajo, transformar los monosacáridos en sustancias ácidas y producir polisacáridos extracelulares que facilitan a las bacterias adherirse a la placa. Dentro del microbiota oral existe un equilibrio dinámico entre el huésped y la flora oral. La patología se produce en el caso de una alteración de este

equilibrio a favor de las bacterias cariogénicas ⁽²⁾.

2.2.4. Histología de la lesión de mancha blanca

Desde la parte más profunda de la lesión hasta la superficie presenta diversas capas que son: capa translúcida, capa oscura, cuerpo de la lesión y capa superficial.

2.2.4.1. Capa translúcida

Es la capa más profunda de la lesión cariosa inicial. este nombre es debido a su apariencia bajo luz polarizada luego de ser pintada con una solución llamada quinolina que no contiene los elementos estructurales que se observan en muestras de esmalte sanas. Los poros o cavidades se forman entre prismas con la penetración de iones de hidrógeno que se producen durante la formación de caries. La solución de quinolina tiene el mismo valor de coeficiente de refracción de la luz que el esmalte. Entonces, esta capa con un 1% de volumen de poros se vuelve invisible en el examen de microscopía polarizada cuando se tiñe con quinolina ⁽¹⁸⁾.

2.2.4.2. Capa oscura

La razón de esta apariencia negra que se forma bajo la luz polarizada es la presencia de demasiados poros en esta área que son demasiado pequeños para absorber la solución de quinolina. Dado que estos poros están llenos de aire, el área afectada aparece de color blanco opaco en la clínica. El volumen total de poros en la capa oscura varía entre 2% y 4%.

Algunos de los investigadores que trabajan en este campo dicen que esta capa no se formó durante la desmineralización, sino a través de la reducción de los poros más grandes que existían como resultado de la acumulación de iones. Se observó un aumento en el volumen del cuerpo lesionado en esta región durante la remineralización experimental. Se considera que la caries ocurre muy rápidamente en lesiones donde no se observa la capa oscura. Si bien no contiene esta capa en el primer examen, el seguimiento de su formación en los exámenes posteriores a los procesos de remineralización respalda la opinión de que la formación de la capa oscura está relacionada con el proceso de remineralización ⁽¹⁸⁾.

2.2.4.3. Cuerpo de la lesión

Durante la fase de desmineralización, la mayor parte de la lesión inicial se da en el cuerpo de la lesión. Es la capa con el mayor volumen de poros entre las capas de caries del esmalte con un volumen de poros que comienza desde el 5% en el límite del cuerpo de la lesión y se expande hasta el 25% en el centro. Las líneas de Retzius se observan claramente dentro del cuerpo de la lesión, lo que muestra que hay relativamente más desmineralización en esta región en comparación con otras áreas y la estructura porosa está aumentada. La primera penetración de la caries en el esmalte está en línea con las líneas de Retzius. Si el volumen de los poros es lo suficientemente ancho para permitir la penetración, es posible ver bacterias en el cuerpo de la lesión. En algunos estudios en los que se examinó el cuerpo de la lesión utilizando un microscopio electrónico de transmisión (TEM) y un microscopio

electrónico de barrido (SEM), se encontró invasión bacteriana entre los prismas del esmalte (18).

2.2.4.4. Capa superficial.

La migración de iones de calcio y fosfato desde los prismas del esmalte que se ha disuelto en el fondo y el movimiento de fluoruro desde la boca hacia la superficie del esmalte han hecho que la capa superficial sea más resistente a los ataques ácidos. La estructura más duradera e intacta de esta capa no es por sus características genéticas o estructurales del esmalte. Estas propiedades beneficiosas son el resultado de los intercambios iónicos durante los ciclos de desmineralización/remineralización. De esta forma, la superficie intacta del esmalte actúa como una barrera contra la invasión bacteriana. (18).

2.2.5. Diagnóstico de la lesión de mancha blanca.

2.2.5.1. Examinación visual

Las superficies calcáreas y rugosas indican que la lesión está activa, mientras que las superficies lisas y brillantes indican una lesión inactiva. En la realización correcta del examen visual, la superficie del diente es secada con aire durante al menos 5 segundos después de limpiar con piedra pómez y luego examinar con la ayuda de luz y un espejo, la luz es muy importante en el examen visual de las manchas blancas. Como los poros existentes se encuentran en el nivel micro del esmalte sólido con un índice de refracción de 1,62, el tejido del esmalte parece translúcido. Sin embargo, el aumento de lamicroporosidad debido a la desmineralización continua provoca una disminución de este índice de refracción, cuando la superficie del esmalte se humedece, estos poros se llenan de agua con un índice de refracción de 1,33(18).

Dado que el índice de refracción del agua es muy cercano al del esmalte sano, la opacidad de la lesión en la superficie del esmalte no será visible y no se podrá distinguir la lesión. Por el contrario, después del proceso de secado al aire, las lesiones opacas del esmalte se vuelven evidentes y distintas de la superficie sana del esmalte, los poros dentro de la lesión se llenarán de aire que tiene un índice de refracción de 1,0. Las ventajas de este método son que es fácil de usar, económico y clínicamente válido; mientras que, su mayor desventaja es que el método es difícil de estandarizar (18).

2.2.5.2. Evaluación con fotografía digital

La inspección visual convencional no proporciona un registro físico, numérico de los dientes examinados. El uso de un método para discusiones remotas, como la fotografía, podría generar una mejora sustancial en la educación dental y la discusión de casos. Los servicios de salud están adoptando gradualmente este concepto en iniciativas de telemedicina y teleodontología, con resultados alentadores. La fotografía dental digital es un campo que requiere sensibilidad técnica y educación, teniendo en cuenta el entorno de la boca oscura, pequeña y húmeda, así como la interacción de los tejidos blandos y duros con

la luz. Junto con el entrenamiento, se recomienda utilizar un sistema ligero, como el flash doble lateral o el flash anular, y una cámara que permite el reemplazo de la lente macro. Las desventajas de estos equipos son que son grandes y pesados y su costo es alto. Sin embargo, estas desventajas logran eliminarse gracias a las funciones de cámara y toma de fotografías de los teléfonos inteligentes, muy populares en la actualidad ⁽¹⁸⁾.

2.2.5.3. Técnicas de fluorescencia

La característica de autofluorescencia del esmalte disminuye debido a la desmineralización. Estos cambios ópticos están directamente relacionados con el contenido mineral del esmalte. Por lo tanto, el principio de autofluorescencia se usa en el diagnóstico temprano de caries para mostrar la pérdida de minerales. Clínicamente, las marcas que utilizan la función de fluorescencia son DIAGNOdent (KaVo Dental Corporation, Biberach, Alemania) y QLF (Inspektor Research Systems BV, Ámsterdam, Países Bajos)⁽¹⁸⁾.

2.2.5.4. Transiluminación de fibra óptica: transiluminación de fibra óptica digital

El coeficiente de transmisión de luz de la caries difiere de las estructuras dentales sanas, durante la desmineralización, que interrumpe el denso contenido de hidroxiapatita del esmalte, los fotones de luz se dispersan al intentar atravesar el diente y se produce una distorsión óptica. Dado que el coeficiente de transmisión de luz del esmalte intacto es mayor que el de las lesiones cariosas, se observan sombras oscuras a lo largo de los túbulos dentinarios cuando se examinan los tejidos cariados con un dispositivo de fibra óptica. Las lesiones iniciales de caries se consiguen distinguir según la intensidad de las sombras formadas por la potencia luminosa del dispositivo ⁽¹⁸⁾.

2.2.5.5. Transiluminación de luz infrarroja cercana (NILT)

Se lanzó un método foto óptico sin rayos X, llamado transiluminación de luz infrarroja cercana, para la detección de caries en los dientes posteriores. Con este método se obtiene un alto contraste entre las lesiones cariosas y el tejido sano. En 2012 se introdujo en el mercado el sistema de cámara NILT (DIAGNOcam) que emite luz a una longitud de onda de 780 nm. Un estudio reciente indicó que el método DIAGNOcam detectó con precisión caries incipientes ocultas en esmalte y dentina en dientes primarios y permanentes en comparación con otros métodos ⁽¹⁸⁾.

2.2.5.6. La tomografía de coherencia óptica de fuente de barrido (SS- OCT)

Es un método de diagnóstico no invasivo para obtener imágenes transversales de estructuras biológicas interna, SS- OCT funciona bajo el concepto de interferometría de baja coherencia, en la que la luz se proyecta sobre una muestra y la intensidad de la señal retrodispersada del medio de dispersión revela información relacionada con la profundidad sobre la dispersión y el reflejo de la luz en la muestra. Durante la desmineralización, hay una mayor cantidad de porosidad del esmalte debido a la pérdida de minerales, lo que conduce a un aumento de

2 a 3 veces en la magnitud de los valores del coeficiente de dispersión en SS-OCT, lo que detecta WSL. Además, tiene mayor sensibilidad y especificidad que los métodos radiográficos y, por lo tanto, también se ha utilizado para diagnosticar caries proximales y lesiones cervicales no cariosas. en vivo ⁽¹⁹⁾.

2.2.6. Impacto estético y funcional

El esmalte dental es translucido y aunque mayormente el color está determinado por las propiedades de la dentina, el esmalte presenta efectos menores pero notorios en el color y translucidez, esto se determina por el índice de refracción. ⁽¹⁸⁾

La lesión de mancha blanca hace que el diente se vea opaco y con una apariencia desigual en comparación con el esmalte circundante. La translucidez del esmalte es una característica relacionada con la composición del espacio intercrystalino y se define cuantitativamente por el índice de refracción del esmalte. La diferencia de índice de refracción entre el esmalte sano y la zona desmineralizada genera una lesión de aspecto opaco blanco lechoso, claramente diferenciable del esmalte sano circundante ⁽³⁾

Es decir, la desmineralización temprana causada por caries altera el índice de refracción de un diente. La medición precisa de los cambios en el índice de refracción de un diente ayuda al diagnóstico temprano de la caries dental. En la actualidad, un método relativamente exitoso para medir el índice de refracción de un diente es el método de rastreo de enfoque basado en tomografía de coherencia óptica (OCT) ⁽²⁰⁾

2.2.6.1. Índice de refracción

El índice de refracción es un parámetro óptico importante de los tejidos biológicos, especialmente para los dientes.

El índice de refracción del esmalte determina cómo la luz se refracta al entrar y salir del diente. Esta refracción de la luz es responsable de la apariencia estética de los dientes, influye en su brillo, color y luminosidad.

El esmalte sano, normal e hidratado por la saliva tiene un índice de refracción de 1,62⁽³⁾ ⁽²¹⁾, mientras que el desmineralizado con lesiones de mancha blanca está entre 1,00 y 1,33 ⁽³⁾.

2.3. Esmalte dental

El esmalte dental es la sustancia más dura del cuerpo humano y sirve como capa exterior resistente al desgaste de la corona dental. Forma una barrera aislante que protege el diente de las fuerzas físicas, térmicas y químicas que, de otro modo, dañarían el tejido vital de la pulpa dental subyacente.

2.3.1. Composición:

El esmalte es de estructura cristalina y el tejido más duro conocido en el cuerpo de los seres humanos, compuesto por 96% de hidroxiapatita, 3% de agua, cantidades mínimas de proteínas y lípidos. ⁽²²⁾.

2.3.2. Formación y desarrollo del esmalte dental

2.3.2.1. Desarrollo embrionario:

El germen dental se divide en tres partes distintas: el órgano dental, encargado de formar el esmalte; la papila dental, que forma dentina y pulpa; y el saco dental, responsable de la formación del cemento. Durante el proceso de amelogénesis, dos tipos de células son fundamentales: los ameloblastos y las células de capa intermedia. Estas células experimentan modificaciones para garantizar el suministro vascular, la deposición de sustancias orgánicas y la mineralización inmediata. Los ameloblastos, especializados, se originan del epitelio oral y tienen como función secretar la matriz del esmalte, rica en proteínas. Conforme avanzan en su desarrollo, las células del epitelio externo del órgano dental adquieren una estructura irregular, mientras que los capilares del saco dental penetran en los pliegues para asegurar el suministro nutricional al órgano dental. ⁽²³⁾

2.3.2.2. Secreción de la matriz del esmalte:

Durante la formación del tejido del esmalte, las células encargadas de producirlo son conocidas como ameloblastos. Estos ameloblastos secretan una matriz del esmalte, una mezcla compleja de proteínas y otras sustancias orgánicas. Posteriormente, esta matriz se mineraliza para formar la capa dura y protectora del diente. Durante el proceso de amelogénesis, tanto las capas del órgano dental como los ameloblastos sufren modificaciones que aseguran la deposición de la sustancia orgánica y su posterior mineralización. Las proteínas involucradas en la formación del esmalte incluyen la amelogenina, ameloblastina y esmalteína, así como otras proteínas como la amelotina, Enamelin y proteoglicanos. Además, el colágeno tipo X está involucrado en la mineralización de este tejido. Esta matriz proporciona el andamiaje para la futura mineralización del esmalte ^{(24) (25)}.

Se ha estimado que las proteínas de amelogenina contribuyen con el 90 % de la matriz orgánica, desempeñando un papel fundamental en la formación y el crecimiento del cristal de hidroxiapatita. Además, la amelotina interactúa con la amelogenina y se cree que juega un papel esencial en la mineralización y organización del cristal de hidroxiapatita. ⁽²⁴⁾.

2.3.2.3. Mineralización:

Durante la formación del tejido esmaltado, la mineralización es un proceso clave en el

que la matriz orgánica se convierte en un tejido dental duro y mineralizado. Este proceso ocurre en tres etapas: impregnación por estratos, impregnación por masa y cristalización. Las proteínas que participan en la mineralización del esmalte incluyen el colágeno tipo X.

En la etapa de impregnación por estratos, la matriz de esmalte se deposita en capas delgadas sobre la superficie de la dentina. Durante la impregnación por masa, la matriz de esmalte se deposita en una capa más gruesa sobre la dentina, aún sin mineralizar. Finalmente, en la etapa de cristalización, la matriz del esmalte se mineraliza mediante la deposición de iones de calcio y fosfato, formando cristales de hidroxiapatita, el componente mineral principal del esmalte ⁽²³⁾.

La enamelisina, también conocida como MMP-20, desempeña un papel esencial en esta etapa, ya que elimina el componente orgánico de la matriz durante la formación del esmalte, permitiendo el inicio del proceso de mineralización. Las alteraciones en la expresión de la enamelisina se han relacionado con ciertas patologías dentales en estudios en humanos, como la amelogénesis imperfecta, un aumento de la susceptibilidad a la caries dental, el grosor del esmalte y la agenesia dental ⁽²⁵⁾.

Es importante destacar que el proceso de mineralización dental no se completa por completo en el momento de la erupción, y el calcio, fósforo y fluoruro presentes en la saliva ayudan a lograr la mineralización completa del esmalte dental, formando una capa de esmalte de 10 a 100 μm . La mineralización del esmalte es esencial para la formación de dientes fuertes y resistentes, y su comprensión es fundamental para el cuidado y mantenimiento de una salud dental óptima ⁽²²⁾.

2.3.3. Estructura del esmalte dental

Cortes transversales en estudios muestran que la estructura básica del esmalte tiene una forma de prisma o varilla, las concentraciones de hidroxiapatita se aglutinan en mayor proporción en superficies de oclusión, así como en la superficie externa del esmalte dental. Resultados muestran que existen elementos que decrecen en su concentración desde la superficie externa hasta el límite amelodentinario. La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria, por lo tanto, está en relación directa con el grado de mineralización, basándose en que el esmalte es anisotrópico ⁽²⁶⁾.

2.3.3.1. Disposición de los cristales de Hidroxiapatita en el esmalte dental

El esmalte dental es un tejido mineralizado complejo que consta de cristales de apatita largos y paralelos configurados en barras de esmalte decusadas, la disposición paralela de los cristales de apatita alargados individuales en prismas de esmalte y la alineación entretejida de los prismas perpendiculares, estas características dan como resultado un biomaterial de gran dureza y resiliencia física ⁽²⁷⁾.

La subestructura del esmalte tiene varios cristales de hidroxiapatita carbonatada como estructuras largas y delgadas llamadas varillas, tienen un diámetro de 4 µm a 8 µm, dispuestos en ángulo recto desde la unión amelodentinaria hacia la superficie del diente. El número de varillas puede variar en número de 5 a 12 millones en un incisivo lateral inferior y un primer molar superior. Cada varilla está cubierta por una matriz proteica de esmalteína que constituye una vaina de varilla. Quedan algunos huecos diminutos que no contienen cristales entre las varillas llamadas poros, lo que le da al esmalte su permeabilidad. Esto favorece el movimiento y la difusión de los fluidos, pero provoca variaciones en la densidad y dureza del diente, creando manchas que tienen más probabilidades de desmineralizarse ⁽²²⁾.

2.3.4. Proceso de remineralización y desmineralización en el esmalte dental

El esmalte dental es la capa más externa y dura de los dientes, compuesto principalmente por hidroxiapatita, un mineral que le aporta su resistencia y protección. Sin embargo, el esmalte dental está constantemente expuesto a factores que pueden causar su desmineralización, como la presencia de ácidos producidos por las bacterias de la placa dental y la ingesta de alimentos y bebidas ácidas ⁽²⁸⁾. El proceso de desmineralización ocurre cuando los ácidos presentes en la boca disuelven los minerales del esmalte dental, debilitando su estructura y dejándolo más susceptible a la formación de caries. Durante este proceso, los iones de calcio y fosfato se liberan del esmalte ⁽²⁹⁾, lo que resulta en una pérdida de minerales y una disminución de la dureza del esmalte. La desmineralización puede manifestarse clínicamente como lesiones de mancha blanca en la superficie del diente, que indican una pérdida temprana de minerales ⁽³⁰⁾. Por otro lado, el proceso de remineralización es el mecanismo natural del cuerpo para reparar y fortalecer el esmalte dental. Durante la remineralización, los minerales, como el calcio y el fosfato, se depositan nuevamente en el esmalte, restaurando su estructura y fortaleza. Este proceso es facilitado por la presencia de iones de calcio y fosfato en la saliva, que actúan como bloques de construcción para la formación de nuevos cristales de hidroxiapatita en el esmalte. La remineralización ocurre de forma natural a través de la saliva, que contiene minerales y otros componentes que ayudan a fortalecer el esmalte dental, sin embargo, en casos de desmineralización excesiva o lesiones de mancha blanca, puede ser necesario utilizar agentes remineralizantes adicionales para acelerar el proceso de reparación ⁽²⁹⁾.

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. Cualitativa

La presente investigación tendrá un enfoque cualitativo porque se busca obtener información relevante para comprender el comportamiento cuantitativo porque se hace uso de la información sobre el tema planteado, con lo que se generaría resultados de la investigación.

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Descriptiva

Es descriptiva porque se caracterizarán las formas, atributos y los tratamientos de mancha blanca en la odontología.

3.2.2. Bibliográfica

Es bibliográfica debido a que requiere la revisión de información de diversas fuentes investigativas como son: libros, publicaciones científicas de alto impacto y demás para sustentar las variables de investigación y sostener los resultados reportados en el estudio.

3.3. Población

En el presente trabajo investigativo se incluirá investigaciones, publicaciones y demás estudios desarrollados en el contexto nacional e internacional que tengan relación con tratamientos para las lesiones de mancha blanca, incluyendo posibles efectos secundarios y riesgos asociados con el uso de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes, para lo cual se utilizará varios motores de búsqueda como: PubMed, Science Direct, Google Scholar, y repositorios institucionales.

3.4. Muestra

El número aproximado de estudios sometidos a análisis mediante una muestra intencional no probabilística será de 81, en base a los criterios de selección.

3.5. Criterios de selección

- Investigaciones afines a los descriptores y palabras clave relacionadas al tema.

- Investigaciones mundiales.
- Investigaciones actualizadas (10 años atrás)
- Investigaciones publicadas en revistas científicas de alto impacto
- Investigaciones disponibles en repositorios institucionales de educación superior y bases de datos científicas.
- Investigaciones publicadas en revistas con factor de impacto y con un índice moderado de promedio de conteo de citas.

3.6. Técnicas e instrumentos

Análisis documental: técnica que a través de una guía de análisis documental permitirá obtener información sobre el comportamiento de la población objeto de estudio respecto a tratamientos para las lesiones de mancha blanca, incluyendo posibles efectos secundarios y riesgos asociados con el uso de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes.

Análisis de contenido: técnica que a través de una guía de análisis de contenido permitirá analizar y destacar información precisa respecto al tema en cuestión.

3.7. Análisis estadístico

La información procedente del estudio será procesada a través del programa estadístico SPSS versión 27 donde se ingresarán los artículos encontrados, con su respectivo título, año de publicación y los principales aportes.

3.8. Estrategias de Búsqueda

La presente investigación se realizó en manera de revisión bibliográfica, mediante una recopilación profunda y minuciosa de literatura encontrada en las bases de datos científicas como son PubMed, Science Direct, Scielo, Google Scholar. Tanto los criterios de exclusión e inclusión fueron tomados en cuenta para la selección de estos artículos además del nivel de relevancia de estos.

3.8.1. Selección de palabras clave o descriptores

Descriptores de búsqueda: se usaron los términos: White spot lesión, Infiltrating resins, Remineralizing agents.

En la revisión de la información se usaron operadores lógicos: AND, IN, OR los que junto con las palabras clave ayudaron a la selección de artículos útiles para la investigación.

Tabla N° 1 . Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos

FUENTE	ECUACION DE BÚSQUEDA
PubMed	White Spot Lesion
	Remineralizing Agents
	Infiltrating Resins
	Fluoride varnish
	Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate
	Nanohydroxyapatite and White Spot Lesion
	Self-assembling peptide
Science Direct	Tricalcium phosphate
	White Spot Lesion
	Remineralizing Agents
	Fluoride varnish
	Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate
Scielo	Nanohydroxyapatite and White Spot Lesion
	White Spot Lesion
	Infiltrating Resins
	nanohydroxyapatite
	Fluoride
Google Scholar	Self-assembling peptide
	White Spot Lesion
	Infiltrating Resins
	Nanohydroxyapatite and White Spot Lesion
	Caseína Fosfopéptidos and Fosfato Tricálcico (TCP)

Elaborado por: José Gabriel Molina Espinoza

La muestra de la presente investigación fue intencional no probabilística, y se focalizó en los métodos inductivos y deductivos, los cuales se hallaron en función de la búsqueda, análisis, interpretación, y comprensión de los artículos científicos extraídos de bases de datos durante el período 2013 – 2023.

La investigación fue documental, porque hubo un proceso de obtención de información y datos, consiguiendo de esta manera alcanzar los objetivos, además se ejecutó y usó tablas de revisión de la información y una matriz de caracterización.

3.9. Análisis PICO

Tabla N° 2 Análisis de fuentes mediante método PICO

Frase	Palabra natural	Decs
Pacientes	Paciente preventivo Pacientes de alto riesgo de caries Pacientes con sensibilidad dental Pacientes con lesión de mancha blanca Pacientes que utilizan Brackets	Patients Primary Prevention Risk Dental Caries Dental Hypersensitivity Corrective Orthodontics

Intervención	Técnicas Procedimientos Características Mecanismo de acciónEficacia	Dental Techniques Dental Surgical ProceduresPopulation Characteristics Pharmacologic Action
Comparador	Agentes remineralizantesResinas infiltrantes	Deminerlizing Agents
Resultados	EficaciaEstética Sensibilidad dental	Efficacy
Variable	Agentes remineralizantes Lesiones de mancha blanca	Dental Enamel White Spot Lesions Dental Aesthetics
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica	Review of the Literature
Limites	Artículos publicados en los últimos 10años. Artículos de texto completo. Artículos de disponibilidad gratuita.	Periodicals. Publication Lag Time. Bibliography.

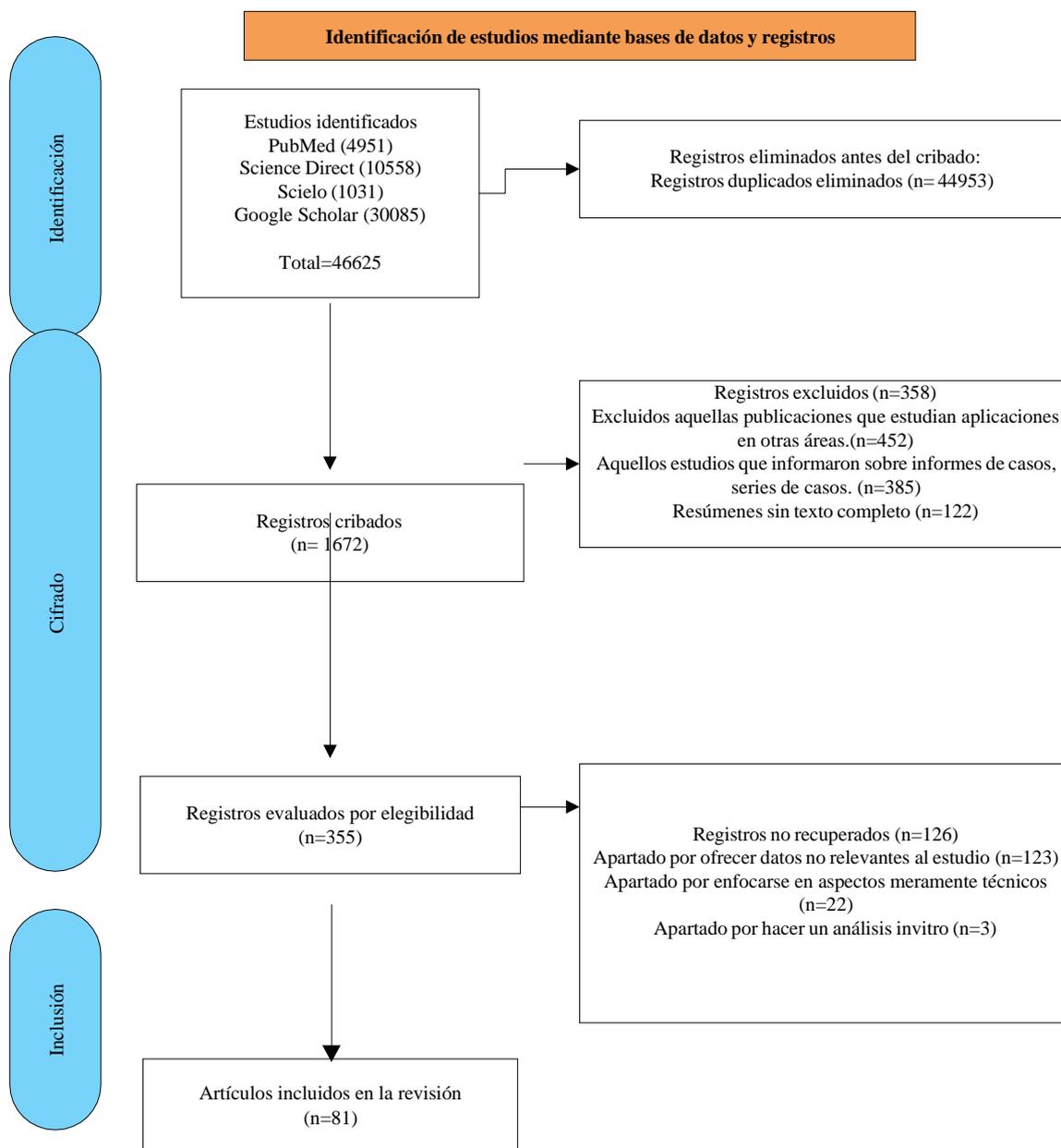
Elaborado por: José Gabriel Molina Espinoza

Tabla N° 3 Análisis PICO por selección de resultados de búsqueda.

Fecha	Base de datos	Combinación Decs	Selección/ resultados
01/08/2023	PubMed	White Spot Lesion Remineralizing Agents Infiltrating Resins Fluoride varnish Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate Nanohydroxyapatite and White SpotLesion Self-assembling peptideTricalcium phosphate	9/706 3/484 11 /485 9 /560 7 /259 3 /6 5 /976 5/1475
01/08/2023	Science Direct	White Spot Lesion Remineralizing Agents Fluoride varnish Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate Nanohydroxyapatite and White SpotLesion	3/3756 4/2646 4/2042 8/ 2074 4/40
01/08/2023	Scielo	White Spot lesion Infiltrating Resins Nanohydroxyapatite Self-assembling peptideFluoride	0/16 0/2 0/ 3 1/2 0/ 1008
01/08/2023	GoogleScholar	White spot lesionInfiltrating Resins Nanohydroxyapatite and White SpotLesion Caseína Fosfopéptidos and Fosfato Tricálcico	0/17200 2/12600 2/274 1/11

Elaborado por: José Gabriel Molina Espinoza

Gráfico N° 1 . Diagrama PRISMA



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Técnicas y procedimientos de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes para la lesión de mancha blanca

4.1.1.1. Agentes remineralizantes

Un agente es una sustancia o compuesto que tiene la capacidad de producir un efecto específico o llevar a cabo una función particular ⁽³¹⁾. Los agentes remineralizantes son sustancias que ayudan a la remineralización dental, estos presentan componentes como calcio, fosfato permitiendo restaurar los minerales a los dientes y revertir las etapas iniciales de la caries ⁽³²⁾. Estos agentes adoptan los conceptos de mínima intervención, para encontrar un tratamiento eficaz para la desmineralización dental, que se manifiesta en sus primeras etapas como lesiones de manchas blancas (WSL) en el esmalte ⁽³³⁾, a su vez el uso de resinas infiltrante para el manejo de WSL es otra alternativa mínimamente invasiva para enmascarar los efectos de esta patología ⁽³⁴⁾.

A continuación, se describirá los agentes remineralizantes para prevenir o tratar WSL considerando su mecanismo de acción:

4.1.1.2. Fluoruro

Los fluoruros promueven la remineralización del esmalte, al reemplazar el grupo hidroxilo (-OH) en la hidroxiapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ con un ion fluoruro, formando fluorapatita o flúor-hidroxiapatita. La apatita sustituida con flúor es más dura y menos soluble en comparación con la apatita sin flúor, lo que la hace más resistente a los ambientes ácidos, a su vez inhibe el metabolismo bacteriano y la producción de ácido ayudando a crear un entorno desfavorable para el crecimiento y la actividad de las bacterias cariogénicas ⁽³⁵⁾. Por esta razón, el flúor es utilizado en pastas dentales, geles, barniz, para prevenir la desmineralización relacionada con la caries ⁽²⁷⁾.

4.1.1.3. Fosfopéptido de caseína- fosfato de calcio amorfo (CPP -ACP)

Es un compuesto utilizado en odontología para promover la remineralización dentaria. Está compuesto por un péptido derivado de la caseína, una proteína presente en la leche, y fosfato de calcio amorfo. El CPP-ACP tiene la capacidad de formar nanoconglomerados estables que regulan la disponibilidad de minerales en la boca. Cuando el pH es ácido, el CPP-ACP libera minerales, y cuando el pH se vuelve alcalino, los minerales se reservan ⁽³⁶⁾.

Durante condiciones ácidas en la boca, el CPP-ACP libera iones de fosfato y calcio, que son capturados por los péptidos de caseína que actúan como vehículo para transportar y

estabilizar el fosfato de calcio, formando nanoconglomerados que se adhieren a la superficie dental ⁽³⁷⁾. Estos actúan como un reservorio de calcio y fosfato, manteniendo un ambiente de sobresaturación de estos iones con respecto al esmalte dental ⁽³⁸⁾.

Esta combinación de componentes es capaz de liberar de manera controlada y sostenida iones de calcio y fosfato cuando entra en contacto con el esmalte dental, favoreciendo así la remineralización ⁽³⁹⁾ además estabiliza las altas concentraciones de calcio y fosfato en solución metaestable, evitando el crecimiento de cristales de calcio y fosfato hasta que alcancen el tamaño crítico necesario para la nucleación y la cristalización. Esto proporciona una fuente lista de calcio iónico y fosfato, que son necesarios para la remineralización dental ⁽³⁸⁾.

Además de su capacidad para liberar iones de calcio y fosfato, también puede actuar como un agente de obliteración de los túbulos dentinarios. Los túbulos dentinarios son pequeños conductos que se encuentran en la dentina, la capa debajo del esmalte dental. Cuando la dentina está expuesta debido a la pérdida de esmalte o a la erosión dental, los túbulos dentinarios pueden quedar expuestos y causar sensibilidad dental. El CPP-ACP puede llenar y obliterar estos túbulos, lo que ayuda a reducir la sensibilidad dental ⁽³⁷⁾

4.1.1.4. Fosfato Tricálcico (TCP)

Es un compuesto que se utiliza en la remineralización dental debido a su capacidad para liberar iones de calcio y fosfato. Durante el proceso de remineralización, el TCP libera estos iones en la superficie del esmalte dental, lo que ayuda a restaurar los minerales perdidos y fortalecer su estructura., si esta a su vez se complementa con iones de fluoruro junto con iones de calcio y fosfato permite un crecimiento sustancial de cristales(remineralización) en todo el cuerpo de la lesión ⁽⁴⁰⁾. Las altas concentraciones de calcio y fosfato en la saliva favorecen el intercambio iónico durante el proceso de remineralización del esmalte, incrementan su resistencia y revierten lesiones que no presentan cavitaciones ⁽⁴¹⁾.

4.1.1.5. Nanohidroxiapatita

Se trata de una forma sintética de hidroxiapatita, el principal componente mineral de dientes y huesos. Su mecanismo de acción implica la deposición de iones de calcio y fosfato sobre la superficie del infiltrante, lo que favorece la remineralización de la estructura dental ⁽⁴²⁾.

Estas partículas son muy pequeñas, con un tamaño que varía entre 20 y 80 nm lo que les permite penetrar en la superficie del esmalte para promover la remineralización. ⁽²⁾ Esta composición química bioactiva es similar a los cristales de apatitapresentes en el esmalte humano y tiene la capacidad de adsorberse fuertemente a las superficies dentales, llenando los espacios interprismáticos del esmalte y conduciendo a la remineralización ⁽⁴⁶⁾.

A su vez puede inducir la obliteración de los túbulos dentinarios, lo que ayuda a reducir la sensibilidad dental, puede bloquear la transmisión de estímulos externos y disminuir la

sensibilidad dental a su vez es biocompatible con los tejidos dentales y no causa efectos adversos ⁽⁴³⁾. Al liberar iones de calcio y fosfato, neutraliza los ácidos producidos por las bacterias y mantiene un ambiente oral más alcalino, lo que favorece la remineralización y previene la desmineralización ⁽⁴⁴⁾

4.1.1.6. Vidrio bioactivo

El vidrio bioactivo es un material sintético que, al liberar iones calcio y fosfato, promueve la remineralización y actúa como un mineralizador biomimético. Este material compuesto contiene sílice, calcio y fósforo, cuando se aplica al diente, libera iones calcio y fosfato que combinados con iones fluoruro presentes en la boca forman cristales de hidroxiapatita, fortaleciendo el esmalte y promoviendo la remineralización ⁽⁴⁵⁾.

4.1.1.7. SAP 11 -4

El péptido autoensamblante SAP11-4, se basa en su capacidad para autoensamblarse en una estructura que imita la organización natural de la matriz del esmalte dental. Esta autoorganización a nivel nanométrico permite la creación de una red tridimensional similar a la estructura del esmalte natural ⁽⁴⁶⁾.

Al ser aplicado sobre la superficie dental, el SAP11-4 actúa como un andamio o marco en el cual los minerales como el calcio y el fosfato pueden depositarse. Estos minerales se incorporan en la estructura tridimensional creada por el péptido, imitando el proceso de mineralización natural del esmalte. Este proceso de remineralización fortalece y restaura el esmalte dental, ayudando a revertir los efectos iniciales de la desmineralización y las lesiones tempranas de caries ⁽⁴⁷⁾.

4.1.1.8. Resinas Infiltrantes

El concepto de infiltración de resina se desarrolló en la década de 1970. Desde entonces, materiales de resina de baja viscosidad, se han utilizado como intentos de restaurar el esmalte descalcificado ⁽⁴⁸⁾. La resina infiltrante permite la infiltración de una resina con alto coeficiente de penetración ⁽¹⁾. Estos agentes penetran por capilaridad, a través de los poros del esmalte desmineralizado o hipomineralizado, alterando el índice de refracción (IR) de la estructura dental y enmascarando total o parcialmente la aparición de la mancha blanca ⁽⁴⁹⁾. A continuación, se detalla su mecanismo de acción:

La manera en que este producto inhibe el avance del proceso de desmineralización es por medio de bloquear los canales de difusión, impidiendo que los iones hidrógeno penetren en el esmalte de esta manera, el diente no perderá minerales y el proceso de avance de la caries quedará detenido aún en presencia de ácidos ⁽¹⁾.

Mediante la infiltración de resina, las áreas de esmalte microporoso de las lesiones cariosas iniciales no cavitadas se obturan con resinas fotopolimerizables de baja viscosidad, lo que

inhibe la progresión de la caries y enmascara estas lesiones ⁽³⁴⁾.

4.1.2. Características de los agentes remineralizantes

4.1.2.1. Fluoruros

El flúor sobre el esmalte dental puede aplicarse de forma tanto tópica como sistémica, siendo el efecto tópico el más importante. La aplicación tópica de flúor, por ejemplo, se realiza mediante el uso de pasta de dientes o enjuague bucal con flúor, permite el contacto directo con la superficie del esmalte, proporcionando protección localizada a su vez la exposición sistémica al fluoruro, como beber agua fluorada o tomar suplementos de fluoruro, también puede contribuir a la prevención de la caries dental. Sin embargo, el efecto tópico se considera más significativo en términos de prevención de caries ⁽³⁵⁾.

Las presentaciones de fluoruro tópico los podemos encontrar:

4.1.2.2. Flúor Barniz (Duraphant)

El Flúor Barniz es una solución que contiene fluoruro de sodio o fluoruro de estaño, y se aplica sobre la superficie de los dientes en forma de barniz líquido. Esta técnica ha ganado popularidad debido a su fácil aplicación y alta eficacia en la prevención de caries. Antes de la aplicación del flúor barniz, se realiza una evaluación dental para determinar la condición de salud bucal del paciente, luego se procede a una completa limpieza dental con el objetivo de eliminar cualquier placa bacteriana o residuos presentes en la superficie de los dientes, asegurando así una óptima adherencia, durante el procedimiento, los dientes son aislados para evitar cualquier interferencia con la aplicación y garantizar una aplicación precisa y uniforme del barniz líquido sobre el esmalte dental, formando unacapa delgada que se adhiere perfectamente a la superficie del diente, una vez aplicado, se espera unos minutos para permitir que se seque adecuadamente, durante este tiempo, el barniz libera gradualmente iones de flúor que se incorporan al esmalte dental, fortaleciéndolo y protegiéndolo contra la desmineralización, para finalizar, el dentista brinda al paciente instrucciones después del procedimiento, como evitar comer o beber durante al menos 30 minutos para facilitar una completa adhesión del flúor barniz al esmalte ⁽⁵⁰⁾.

4.1.2.3. Fluoruro de Diamino de Plata (Advantage Arrest)

El fluoruro diamino de plata generalmente tiene una concentración que oscila entre el 38% y el 44% en los productos disponibles en el mercado. Esta concentración se considera adecuada para lograr una eficacia anti-cariogénica adecuada y ralentizar la desmineralización de la estructura dental, así como inhibir el crecimiento de bacterias cariogénicas. Además, el fluoruro diamino de plata tiene propiedades antibacterianas debido a la presencia de iones de plata, lo que contribuye a la reducción de la carga bacteriana en la cavidad oral. Es importante destacar que el manejo y la aplicación del fluoruro diamino de plata deben realizarse con precaución. Se recomienda utilizar guantes e implementos de protección para evitar el contacto directo con la piel. Además, se debe conservar el producto protegido de la

luz a una temperatura entre 4 °C y 40 °C. ⁽⁵¹⁾

4.1.2.4. Fosfopéptido de caseína- fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP) (MI Varnish)

La aplicación de CPP-ACP es sencillo y no invasivo ⁽³²⁾. Se realiza una completa evaluación dental para determinar el nivel de desmineralización del esmalte y la presencia de lesiones de caries, luego se procede a la limpieza dental para eliminar cualquier placa bacteriana o residuos presentes en la superficie de los dientes, una vez completada la limpieza, se aplica una cantidad adecuada de CPP-ACP sobre los dientes utilizando una crema, gel o enjuague bucal, al entrar en contacto con el esmalte dental, este agente libera iones de calcio y fosfato, facilitando el proceso de remineralización. Los nanoclústeres de CPP-ACP se adhieren a la superficie dental y son absorbidos en los poros del esmalte, liberando de manera continua minerales durante un largo periodo de tiempo. El uso regular de este agente ha demostrado una serie de beneficios para la salud dental, tales como la remineralización y fortalecimiento del esmalte, así como una reducción en la sensibilidad dental y disminución de las lesiones de manchas blancas. Es importante destacar que CPP- ACP también es compatible con el flúor, potenciando aún más sus efectos positivos ⁽⁵²⁾.

MI Paste es un producto de GC Corporation y su principio activo es la caseína fosfopéptida amorfa (CPP-ACP), La aplicación de MI Paste de GC Corporation se realiza siguiendo los siguientes pasos generales Asegurarse de que la superficie dental esté limpia y seca antes de la aplicación de MI Paste. Luego utilizar una pasta dental regular para cepillar los dientes y enjuagar con agua. El MI Paste generalmente viene en forma de una pasta o crema. Se puede aplicar una pequeña cantidad de MI Paste directamente sobre la superficie dental utilizando un cepillo de dientes suave o una espátula, después de aplicar se debe distribuirlo suavemente sobre la superficie dental utilizando movimientos circulares con el cepillo de dientes. Esto ayuda a asegurar una distribución uniforme del producto, se recomienda dejar el MI Paste en contacto con los dientes durante al menos 3 a 5 minutos.

A su vez existe otra presentación MI Varnish de GC Corporation es un barniz de flúor y fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP) utilizado en odontología para la prevención de la desmineralización del esmalte dental y la promoción de la remineralización. Este barniz combina los beneficios del flúor con los efectos remineralizantes del CPP-ACP para fortalecer y proteger los dientes El pH neutro de 6,6 aumenta la resistencia ácida del esmalte e inhibe la desmineralización. ⁽⁵³⁾

4.1.2.5. Fosfato Tricálcico (TCP) (CLINPRO White Varnish)

TCP es una fórmula terapéutica utilizada en el barniz fluorado CLINPRO White Varnish de la empresa 3M para tratar lesiones de manchas blanca, mejora la capacidad protectora del barniz de fluoruro con alto efecto de remineralización.⁽⁴⁶⁾ Esta contiene 22,600 ppm de fluoruro. Este es molido con ácido fumárico durante la fabricación, lo que crea una capa protectora alrededor del calcio para mantenerlo separado del fluoruro en el barniz, después

de aplicar sobre la superficie del diente, la resina se disuelve lentamente y libera iones de fluoruro, calcio y fósforo en la saliva. El fluoruro y el calcio reaccionan para formar fluoruro de calcio, lo que ayuda en la remineralización y reducción de la sensibilidad, se recomienda no consumir alimentos hasta 4 horas después de su aplicación ⁽⁵⁴⁾

4.1.2.6. Nanohidroxiapatita (Remin Pro)

La hidroxiapatita (HAP) es un mineral natural que forma parte esencial del esmalte dental y la estructura ósea. Existe una variante sintética, la nanohidroxiapatita (nano HAP), caracterizada por un tamaño de partícula inferior a 100 nm ⁽⁵⁵⁾. Esta forma sintética ha sido exitosamente incorporada en productos odontológicos remineralizantes, como pastas dentales y geles, debido a su capacidad para depositar minerales similares a los presentes en el esmalte dental, Remin pro contienen este componente totalmente biocompatible de un tamaño de 20 nanómetros, es el tamaño idóneo para penetrar en los túbulos dentinarios que tienen un tamaño entre 20 y 50 nanómetros fortaleciendo así la estructura dental y reduciendo el riesgo de caries ⁽⁵⁶⁾.

4.1.2.7. SAP 11 -4 (Curodont TM Protect)

En el año 2021, presentó Curodont, un nuevo material diseñado para promover la remineralización del esmalte dental. Este innovador producto está compuesto por el péptido autoensamblante SAP11-4 ⁽⁴⁶⁾.

El péptido autoensamblante, se caracteriza por su capacidad para formar nanoestructuras, convirtiéndose en un material ideal para la creación de materiales biomiméticos. Específicamente diseñado para favorecer la formación y regeneración del esmalte dental ⁽⁴⁷⁾, este péptido se autoorganiza en nanoestructuras que imitan la estructura natural del esmalte, permitiendo la deposición de minerales esenciales como el calcio y el fosfato en las áreas desmineralizadas. De esta manera, representa un enfoque prometedor y potencialmente no invasivo para fortalecer y proteger el esmalte dental, mejorando así la salud bucal en general ⁽⁵⁷⁾.

Entre las características y propiedades distintivas del péptido autoensamblante SAP11-4, se destaca su naturaleza anfifílica, lo que le otorga propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas. Esta característica le permite formar agregados ordenados y participar activamente durante la precipitación cristalina, especialmente cuando es activado por cambios de pH. Además, ha demostrado ser eficaz en la reparación temprana de lesiones cariosas del esmalte y la remineralización de la dentina ⁽⁵⁷⁾. El péptido también tiene la capacidad de unirse a iones de calcio y formar estructuras tridimensionales que guían la nucleación de apatita. Su similitud con las proteínas no colágenas y su habilidad para dirigir la formación de tejido mineral lo convierten en un análogo sintético valioso para mejorar el proceso de remineralización dental ⁽⁴⁷⁾.

4.1.2.8. Vidrio bioactivo (Sensodyne)

Su capacidad biomimética radica en su habilidad para inducir y conducir la mineralización de los tejidos, similar a como ocurre en el cuerpo de forma natural. Esta propiedad lo convierte en un material prometedor para la regeneración de tejidos óseos y dentales ⁽⁵⁸⁾.

Adicionalmente, el vidrio bioactivo ha demostrado tener propiedades antibacterianas, imitando los mecanismos naturales de defensa del organismo contra infecciones, al ser aplicado en la superficie del diente, libera iones que penetran en su estructura y promueven la formación de una nueva capa mineral, reduciendo así la sensibilidad ⁽⁵⁹⁾.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el vidrio bioactivo presenta una escasa resistencia mecánica debido a su estructura química amorfa, lo que limita su aplicación en ciertos casos de odontología restauradora. A pesar de esta limitación, los vidrios bioactivos siguen siendo una opción prometedora en el campo de la odontología debido a sus propiedades beneficiosas y su potencial para mejorar la salud bucal y regenerar tejidos ⁽⁵⁶⁾.

4.1.2.9. Resinas Infiltrantes (ICON)

EL producto pionero llamado ICON, ha ampliado el dogma de la odontología mínimamente invasiva ⁽⁴⁵⁾ Según los estudios revisados, la resina infiltrante Icon tiene las siguientes características:

Formación de una capa híbrida: La resina infiltrante llena los espacios entre los cristallitos del esmalte y forma una capa híbrida. Esta capa hace que el esmalte infiltrado con resina sea más resistente al ataque ácido que el esmalte sano ⁽⁶⁰⁾

Mejora estética: Tiene la capacidad de enmascarar las lesiones de manchas blancas y mejorar la apariencia estética de los dientes afectados, Esto se debe a su capacidad para llenar las porosidades del esmalte y proporcionar una superficie más uniforme y estéticamente agradable ⁽⁶⁰⁾.

Durabilidad: Ha demostrado una durabilidad a largo plazo en términos de color y luminosidad. Se ha observado que los cambios en el infiltrado de resina en las lesiones de manchas blancas son mínimos durante los primeros 12 meses, pero pueden aumentar después de 24 a 45 meses. Es importante tener en cuenta que el éxito y la durabilidad del tratamiento con resina infiltrante pueden variar según el caso clínico y las características individuales del paciente ⁽⁶¹⁾

Se considera un tratamiento de mínima intervención, los infiltrantes han ampliado sus indicaciones para el tratamiento de lesión de manchas blancas de fluorosis e hipomineralización traumática ⁽⁴⁹⁾.

La colocación de un infiltrado de resina establece una barrera dentro de la lesión de caries

que refuerza la estructura del esmalte, evitando la cavitación y la alteración de la superficie ⁽⁵⁾. Además, las características ópticas de la lesión se modifican, perdiendo el aspecto blanquecino y asemejándose más al esmalte sano circundante ⁽⁶²⁾.

Esto altera el índice de refracción (RI) del esmalte poroso, antes lleno de aire o agua, el material resinoso infiltrado muestra un RI (1,52) más cercano a la hidroxiapatita (1,62). Como consecuencia, las características ópticas del esmalte afectado se alteran y se parece al esmalte sano circundante ⁽⁴⁸⁾.

De esta forma, se preserva el tejido afectado y se cierra principalmente la brecha entre el tratamiento restaurador y las medidas preventivas. Se afirma que esta técnica es adecuada para lesiones no cavitadas. Además, el índice de refracción del infiltrante se define como similar al del esmalte sano, que proporciona el enmascaramiento visual de la lesión ⁽⁶³⁾.

El procedimiento de aplicación sigue una serie de pasos cuidadosos para lograr una eficacia óptima ⁽⁶⁴⁾, a continuación, se describe su procedimiento:

Antes de iniciar el tratamiento con resinas infiltrantes, es imprescindible realizar evaluación dental para identificar y clasificar las lesiones de manchas blancas presentes en el esmalte.

Esta evaluación es crucial para determinar si la técnica de resinas infiltrantes es adecuada para el caso específico del paciente ⁽⁶⁵⁾, a continuación, se procede con sumo cuidado al aislamiento del área a tratar, con el objetivo de evitar cualquier tipo de contaminación de la lesión debido a la presencia de saliva o bacterias, dicha medida asegura un ambiente óptimo, libre de humedad y limpio, para lograr la efectividad del procedimiento posteriormente acondicionara ácido clorhídrico al 15% por dos minutos, el cual preparará el diente para la infiltración y lavará con agua. ⁽⁶⁶⁾, Luego aplicará ICON dry (etanol) durante 30 segundos y se procede a secar. posteriormente comenzará a aplicar la primera capa de resina dental infiltrante de baja viscosidad y se espera 3 minutos para que penetre en las lesiones, se retirará los excedentes de material y se aplica una segunda capa de resina., luego se Fotopolimeriza por 40 segundos. Finalmente, se evalúa minuciosamente el aspecto y los resultados del tratamiento, realizando los ajustes necesarios si fuera requerido. En algunos casos, es posible que se deba repetir el proceso en lesiones más extensas ⁽⁶²⁾

Tabla N° 4 Comparativo de fluoruros

Principio activo	Presentación	Concentración	Marca comercial	Precio por unidad
<i>Fluoruro</i>	Barniz	5 % flúor	Duraphat Colgate-palmolive Cuautitlán Izcalli, - México	\$23.93

<i>CPP - ACP</i>	Barniz	10% flúor	MI Varnish Gc Corporation Tokio Japon	\$35.00
<i>CPP - ACP</i>	Pasta	10% flúor	Mi paste plus Gc Corporation Tokio Japon	\$19.90
<i>Nanohidroxiapatita</i>	Pasta	1450ppm flúor	Remin ProVoco Cuxhaven Alemania	\$33.00
<i>Nanohidroxiapatita</i>	pasta	5 % flúor	Pro-Mineralizer Greatoralhealth California, Estados unidos	\$30.00
<i>Fosfato tricalcico</i>	Barniz	5% flúor	CLINPRO White Varnish 3M Minnesota, Estados Unidos	\$3.70
<i>péptido autoensamblaje P 11 -4</i>	Pasta	900 ppm flúor	Curodont TM Protect Vvardis Zurich Suiza	\$ 25.00
<i>Vidrio Bioactivo</i>	Pasta	1426 ppm de flúor Fosfosilicato sódico cálcico 5%	Sensodyne con tecnología Novamin GSK Londres, Reino Unido	\$7.89
<i>Resina Infiltrante</i>	kits	Ácido clorhídrico al 15% Etanol al 99% Resina Infiltrante ICON	ICONDMG Hamburgo, Alemania	\$123.20

Elaborado por: José Gabriel Molina

4.1.3. Agentes remineralizantes más utilizados en la lesión de mancha blanca.

Según las referencias revisadas, el flúor es el agente remineralizante más empleado por los odontólogos debido a su amplia disponibilidad y probada eficacia en la prevención y tratamiento de la caries dental. Además de sus propiedades antimicrobianas, el flúor inhibe el crecimiento de las bacterias causantes de caries y contribuye a la remineralización del esmalte ^{(67) (38) (68)}.

El CPP-ACP y la Nanohidroxiapatita también han sido agentes empleados en estudios gracias a su potencial en la remineralización. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de estos avances, el flúor continúa siendo el agente remineralizante más utilizado y recomendado debido a su disponibilidad, eficacia comprobada y su historia probada en la práctica odontológica ⁽⁶⁷⁾. En estudios comparativos, se ha demostrado que el CPP-ACP, en combinación con el flúor, tiene un efecto aditivo en la remineralización de lesiones cariosas tempranas ⁽⁶⁹⁾. Por ejemplo, en un estudio que evaluó diferentes tratamientos para lesiones de mancha blanca, se encontró que la aplicación de CPP-ACP junto con flúor (como MI Paste Plus) superaba en efectividad a la pasta dental con flúor sola ⁽⁷⁰⁾.

Por otra parte, la infiltración de resina se ha mostrado eficaz para mejorar la estética de las lesiones de mancha blanca al reducir su tamaño y mejorar su color. La infiltración de resina se ha revelado más eficaz en términos de mejora estética en comparación con el flúor o el CPP-ACP. Además, proporciona mejoras estéticas duraderas al reducir el área y mejorar el color de las lesiones de mancha blanca después de un tratamiento ortodóntico. Cabe mencionar que el CPP-ACP también ha sido objeto de estudio por sus efectos en la remineralización de las lesiones de mancha blanca, demostrando su potencial para promover la remineralización y aumentar la microdureza de la superficie ⁽⁷⁰⁾.

4.1.4. Acción de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes en el tratamiento de lesión de mancha blanca

Dentro de las acciones de los agentes remineralizantes y resinas infiltrantes para este tipo de lesión se han identificado:

4.1.4.1. Intercambio de iones fluoruro

El fluoruro tiene múltiples acciones beneficiosas en la salud dental, ya que promueve la remineralización del esmalte, inhibe el crecimiento bacteriano y forma una capa protectora de fluoruro de calcio en la superficie dental. Su efectividad en la reducción de la caries depende de la dosis, con concentraciones más altas proporcionando mayores beneficios en la prevención de caries ⁽⁵⁰⁾. Es importante utilizar fluoruro tópico, como pasta de dientes o barniz, de manera adecuada para obtener los máximos resultados sin riesgo de fluorosis del esmalte. La remineralización del esmalte y la formación de una capa de fluoruro son efectos positivos que se extienden tanto al esmalte como a la dentina radicular, siendo beneficiosos para pacientes de todas las edades. La aplicación profesional de barnices de flúor altamente concentrados también es una opción valiosa, especialmente en casos de mayor riesgo de caries y desmineralización, y su uso adecuado puede mejorar significativamente la salud bucal ⁽⁷¹⁾.

4.1.4.2. Intercambio de iones de calcio y fosfato

Liberación de iones calcio y fosfato de manera controlada, lo que puede mejorar su absorción por la superficie del diente, unirse a las superficies dentales y ayudar a estabilizar los iones calcio y fosfato, lo que puede aumentar su efectividad en la remineralización de WSL, tener

un efecto amortiguador sobre el pH oral, lo que puede ayudar a prevenir la desmineralización de las superficies dentales, presentar un menor riesgo de causar fluorosis u otros efectos adversos en comparación con algunos otros agentes remineralizantes que contienen fluoruro⁽⁵²⁾.

4.1.4.3. Autoensamblaje

P11-4 es un péptido autoensamblante con la capacidad única de formar una red de nanofibras, imitando así la matriz del esmalte y dirigiendo la regeneración guiada del mismo a través de un proceso natural de biomineralización a escala nanométrica⁽⁴⁶⁾. Cuando se aplica a tejido duro dental, P11-4 se difunde en la lesión subsuperficial y se ensambla en agregados a lo largo de ella, facilitando la nucleación de nanocristales de hidroxiapatita y aumentando así la densidad mineral. Esta remineralización biomimética, combinada con la aplicación de fluoruro, resulta en un tratamiento eficaz y no invasivo para las lesiones cariosas tempranas. Además, P11-4 puede inducir la nucleación de hidroxiapatita y ha demostrado ser eficaz en la remineralización del esmalte. Cuando se combina con otros agentes, como CPP-ACPF o fluoruro, P11-4 muestra un efecto complementario, lo que resulta en un mayor potencial de remineralización incluso después de cuatro semanas⁽⁵⁷⁾.

4.1.4.4. Infiltración

Su acción consiste en penetrar el esmalte poroso del diente y rellena las áreas desmineralizadas, dando como resultado una apariencia más uniforme de la superficie del diente. La función de la resina es mejorar el aspecto estético del diente camuflando la lesión de la mancha blanca. Esta enmascara parcial o completamente la decoloración blanquecina del esmalte resultante de defectos de desarrollo del esmalte y WSL⁽⁴⁸⁾. La infiltración de resina es un tratamiento microinvasivo efectivo para las lesiones de manchas blancas que implica rellenar, reforzar y proteger el esmalte desmineralizado⁽⁵¹⁾. Esta técnica ha demostrado ser efectiva en varios estudios, y algunos estudios informan una tasa de éxito de más del 90%⁽³⁾. El índice de refracción del infiltrante se define como similar al esmalte sano, lo que también proporciona el enmascaramiento visual de la lesión⁽⁷²⁾. El producto estándar ICON utiliza ácido clorhídrico (HCl) al 15% como agente de grabado, el cual tiene una mayor profundidad de penetración en comparación con el ácido ortofosfórico (37%) y crea una mayor superficie de reducción, permitiendo una mejor penetración de la resina infiltrante⁽⁶⁶⁾.

4.2. Discusión

Según varios autores^{(4) (73) (71)}, el barniz de flúor ha demostrado ser beneficioso en el ámbito clínico, debido a que ayuda a prevenir la caries dental fortaleciendo el esmalte y reduciendo la desmineralización. Además, forma una capa protectora que previene la acumulación de placa y bacterias en los dientes. Algunos investigadores^{(6) (74) (50)} señalan ciertas desventajas del barniz de flúor. Uno de los inconvenientes es su efecto temporal, lo que implica que se necesitan aplicaciones regulares para mantener una protección a largo plazo. Además, se debe evitar comer y beber durante al menos 30 minutos después de la aplicación para

permitir una adhesión adecuada del barniz al esmalte dental, lo que puede resultar incómodo para algunas personas. Asimismo, existen posibles reacciones alérgicas o sensibilidades a los ingredientes del barniz de fluoruro, lo que podría ocasionar irritación en las encías o en la boca. Es importante tener en cuenta estos aspectos antes de utilizar el producto.

Autores como ⁽⁷⁵⁾ ⁽⁷⁶⁾ ⁽⁷²⁾ resaltan los beneficios de CPP-ACP debido a su capacidad para estabilizar los complejos de fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio, lo que aumenta la concentración de iones calcio y fosfato, favoreciendo así la remineralización. Esta opción de tratamiento no invasivo ha demostrado ser efectiva en este aspecto, por otro lado, otros investigadores ⁽⁷⁵⁾ ⁽⁷⁷⁾ ⁽⁷³⁾ mencionan ciertas desventajas de CPP-ACP, entre ellas, se destaca su eficacia limitada en etapas más avanzadas de la caries dental. Además, es importante tener en cuenta que los resultados de su aplicación pueden requerir tiempo para ser evidentes, los fenómenos de difusión y deposición mineral en el cuerpo de una lesión juegan un papel crucial en este proceso. El autor ⁽⁷⁷⁾, en su estudio, también observó que el contenido mineral de la capa de esmalte que cubre la lesión se mantuvo sin cambios después de la aplicación de CPP-ACP, lo que indica que este agente podría no ser eficaz en la reparación de la capa externa del esmalte. Sin embargo, no concuerda con este estudio el autor ⁽⁷⁸⁾ el mismo que menciona que tanto el barniz fluoruro como el agente CPP-ACP fueron efectivos para la remineralización de WSL (White Spot Lesions); también concuerda con el enunciado el autor ⁽²⁾, que afirma que los agentes remineralizantes basados en CPP-ACP combinados con agentes que contienen flúor siguen siendo el estándar de oro en la práctica clínica para tratar lesiones de mancha blanca.

Otros agentes efectivos identificados en estudios revisados incluyen la nano-hidroxiapatita, SAP11-4 y resinas infiltrantes. Con relación a la nano-hidroxiapatita, los autores ⁽⁷⁶⁾ ⁽⁷²⁾ mencionan que ha demostrado la capacidad in vitro de llenar espacios interprismáticos del esmalte y posiblemente favorecer la remineralización del esmalte, además de ser efectiva para reparar lesiones tempranas del esmalte y reducir la sensibilidad dental. Por otro lado, el péptido autoensamblante SAP P11-4, según el Autor ⁽⁵⁷⁾, representa una nueva oportunidad para la terapia de remineralización de WSL a través del mecanismo de mineralización biomimética y ha demostrado un rendimiento superior en comparación con el flúor estándar, aunque según el Autor ⁽⁵⁸⁾, no se observó una diferencia significativa en el potencial remineralizante de CPP-ACP.

Además, el autor ⁽⁷⁹⁾, sugiere que la técnica de infiltración de resina es eficaz para sellar áreas de esmalte desmineralizado (AWL) y prevenir la microfiltración. Esto es relevante en odontología, ya que proporciona un enfoque mínimamente invasivo y conservador, mejorando la estética y la dureza superficial de los AWL, además de ofrecer una protección a largo plazo contra las microfugas; por otro lado, el Autor ⁽⁷⁵⁾ señala que CPP- ACP puede no ser tan efectivo como la infiltración de resina para tratar lesiones incipientes del esmalte en dientes primarios, resultando que la infiltración de resina mostró un valor medio de microdureza mayor en comparación con la infiltración de sílice coloidal en el tratamiento de lesiones artificiales de mancha blanca en incisivos primarios.

Estos hallazgos sugieren que la infiltración de resina es una opción de tratamiento no invasivo prometedora y efectiva para la caries dental en etapa temprana, y puede ser una alternativa viable a tratamientos más invasivos; por otro lado, según el autor⁽³⁾, la técnica de infiltración de resina ha demostrado reducir significativamente la aparición de lesiones de mancha blanca, lo que resulta en una apariencia más uniforme y natural de la superficie dental. El tratamiento con ICON, según⁽⁸⁰⁾, mostró una estabilidad de color superior y una menor rugosidad superficial en comparación con el grupo de control y los dientes tratados con barniz de flúor; además menciona que mejoró las propiedades de la superficie después de ciclos de pH y pruebas de cepillado. Se enfatiza la importancia de evitar la exposición a agentes de tinción, como el café y el jugo de arándano, ya que pueden afectar significativamente la estabilidad del color de las piezas con mancha blanca, ya sean tratadas o no tratadas, sin embargo, según el autor⁽⁸¹⁾ en su estudio encontró que los WSL infiltrados con resina mostraron cambios de color marcados después de la exposición a estos agentes de tinción a lo largo del tiempo, destacando una decoloración severa evidente con el uso de té rojo en comparación con el café negro y café árabe.

CAPITULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

El tratamiento de las lesiones de mancha blanca (WSL) es de gran importancia en la odontología, y la aplicación de técnicas y procedimientos de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes ha demostrado ser eficaz en este contexto. La odontología mínimamente invasiva es clave en el manejo de lesiones incipientes, porque permite restaurar el tejido desmineralizado y preservar el tejido natural del esmalte. Los agentes remineralizantes son sustancias que contribuyen a restaurar los minerales en los dientes y revertir las etapas iniciales de la caries dental, mientras que las resinas infiltrantes ofrecen una técnica mínimamente invasiva para enmascarar los efectos de las lesiones de mancha blanca. El sistema ICDAS es una herramienta valiosa para la detección temprana de estas lesiones, lo que facilita un diagnóstico preciso y un tratamiento oportuno. Es fundamental utilizar estudios radiográficos, diagnóstico visual y palpación para establecer un diagnóstico adecuado del estado de la caries y garantizar la eficacia del tratamiento. En conjunto, el uso adecuado de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes, junto con una evaluación precisa del estado de la caries, constituye una estrategia efectiva en el manejo de las lesiones de mancha blanca.

Los agentes remineralizantes juegan un papel fundamental en el proceso natural de reparación de los dientes y la prevención de la caries dental. La remineralización es crucial para restaurar los minerales perdidos debido a la desmineralización causada por los ácidos producidos por las bacterias en la boca. Existen varios tipos de agentes remineralizantes disponibles, como el fluoruro, la caseína fosfopéptidos y el fosfato tricálcico, la hidroxiapatita y las resinas infiltrantes. El fluoruro favorece la remineralización e inhibe el crecimiento bacteriano. La caseína fosfopéptidos y el fosfato tricálcico ayudan a estabilizar los iones de calcio y fosfato en la saliva para facilitar la remineralización. La hidroxiapatita, un mineral natural similar al esmalte dental, fortalece la estructura dental y reduce el riesgo de caries. Las resinas infiltrantes, como Icon, son técnicas utilizadas para tratar lesiones iniciales de caries y mancha blanca, deteniendo la progresión y mejorando la integridad del esmalte.

Los agentes remineralizantes desempeñan un papel esencial en la prevención de la progresión de la lesión de caries dental y en el fortalecimiento del esmalte dental. Los

estudios han identificado varios agentes efectivos, como el fluoruro, el fosfato tricálcico (TCP), la caseína fosfopéptido (CPP-ACP), la nanohidroxiapatita y el péptido autoensamblante SAP11-4. Cada uno de estos agentes ofrece beneficios específicos para la remineralización y regeneración del esmalte, mejorando así la salud bucal. La elección adecuada de un agente remineralizante dependerá de las necesidades individuales y el diagnóstico preciso del estado de la caries. Al incorporar estos agentes en la rutina de cuidado oral, se promueve una mayor protección contra la caries y se fomenta el bienestar dental a largo plazo.

Los agentes remineralizantes y las resinas infiltrantes son herramientas efectivas para el tratamiento de las lesiones de mancha blanca. Estos agentes actúan mediante diferentes mecanismos, como el intercambio de iones fluoruro, que fortalece el esmalte y previene la caries dental; el intercambio de iones de calcio y fosfato, que mejora la absorción y estabilización de estos minerales para una remineralización efectiva; el autoensamblaje del péptido P11-4, que imita la matriz del esmalte y guía su regeneración biomimética; y la infiltración de resina, que camufla y protege el esmalte desmineralizado. Además, la combinación de fosfato tricálcico y fluoruro en el barniz blanco CLINPRO ofrece una opción adicional para reducir la sensibilidad. Estas opciones terapéuticas proporcionan tratamientos no invasivos y estéticamente atractivos para mejorar la apariencia y la salud dental de pacientes con lesiones de mancha blanca. Es esencial contar con el asesoramiento profesional y un diagnóstico preciso para determinar el tratamiento más adecuado en cada caso. Con el uso adecuado de estos agentes, se puede lograr una efectiva remineralización y restauración del esmalte dental, promoviendo así una mejor salud bucal en general.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda el uso adecuado de agentes remineralizantes y resinas infiltrantes, como tratamientos mínimamente invasivos especialmente para lesiones de caries de mancha blanca y lesiones proximales en dentición temporal y permanente por lo que los profesionales deben seleccionar de acuerdo con las necesidades específicas de cada paciente y el estado de las lesiones de caries, la elección adecuada de estos materiales juega un papel crucial en el éxito del tratamiento.

Considerar el uso de agentes remineralizantes en el proceso natural de reparación de los dientes y progresión de la lesión de caries dental al restaurar los minerales perdidos debido a la desmineralización causada por los ácidos producidos por las bacterias en la boca.

Se recomienda a los pacientes que, después del tratamiento con agentes remineralizantes y resinas infiltrantes mantengan una buena higiene bucal diaria, que incluya cepillado regular, uso de hilo dental y enjuague bucal. La prevención es clave para mantener una sonrisa saludable, por lo que es importante evitar el consumo excesivo de alimentos y bebidas azucaradas. Además, es fundamental realizar visitas regulares al dentista para un diagnóstico precoz y una evaluación personalizada del estado de la caries dental. Con el asesoramiento profesional, se puede determinar qué agente remineralizante es más adecuado para cada individuo y garantizar un enfoque efectivo para la prevención y el tratamiento de la caries. La educación continua sobre la salud bucal y las prácticas de cuidado oral adecuadas son fundamentales para mantener una sonrisa saludable y prevenir problemas dentales a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cedillo Valencia J, Cedillo José Eduardo. Resinas Infiltrantes, una novedosa opción para las lesiones de caries en esmalte. *Rev ADM* [Internet]. 2012;69(1):38–45. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2012/od121j.pdf>
2. Malcangi G, Patano A, Morolla R, De Santis M, Piras F, Settanni V, et al. Analysis of Dental Enamel Remineralization: A Systematic Review of Technique Comparisons. *Bioengineering* [Internet]. 2023 Jul 6;10(4):472. Available from: <https://www.mdpi.com/2306-5354/10/4/472>
3. Puleio F, Fiorillo L, Gorassini F, Iandolo A, Meto A, D'Amico C, et al. Systematic Review on White Spot Lesions Treatments. *Eur J Dent* [Internet]. 2022 Jul 6;16(1):41–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8890924/>
4. Lena Sezici Y, Yetkiner E, Aykut Yetkiner A, Eden E, Attin R. Comparative evaluation of fluoride varnishes, self-assembling peptide-based remineralization agent, and enamel matrix protein derivative on artificial enamel remineralization in vitro. *Prog Orthod*. 2021;22(1):1–12.
5. Khoroushi M KM. Review Article Prevention and Treatment of White Spot Lesions in Orthodontic Patients. *Contemp Clin Dent*. 2017;8(September):11–9.
6. Tahmasbi S, Mousavi S, Behroozibakhsh M, Badiie M. Prevention of white spot lesions using three remineralizing agents: An in vitro comparative study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2019;13(1):36–42.
7. Berkant S, Kargul B. Effect of Remineralization Agents on Molar-Incisor Hypomineralization-Affected Incisors: A Randomized Controlled Clinical Trial. 2022;46(3):192–8.
8. Pitts NB, Twetman S, Fisher J, Marsh PD. Understanding dental caries as a non-communicable disease. *Br Dent J*. 2021;231(12):749–53.
9. Organization WH. Oral health [Internet]. 2023. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health#:~:text=Globally%2C an estimated 2 billion,from caries of primary teeth.>

10. Kazemina M, Abdi A, Shohaimi S, Jalali R, Vaisi-raygani A, Salari N. Dental caries 1995-2019. *Head Face Med.* 2020;1:1–21.
11. Yuste S, Navarro D, Lllunch C, Veloso A, Guinot F. Prevalencia de caries en niños de entre 4 y 15 años de edad y su asociación con el consumo de alimentos ultraprocesados. *Dialnet* [Internet]. 2022;30(1):14–24. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8475830>
12. Montoya Marroquín A, Castillo Ornelas A, Pacheco Paredes YT. Prevalencia y severidad de caries dental en escolares de 6 a 12 años en dos escuelas publicas de la colonia Ignacio Romero Vargas en el esado de Puebla, México. *Tamé* [Internet]. 2020;9(1012–1012):1–5. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/tame/tam-2020/tam2025c.pdf>
13. Chen X, Daliri E, Kim N, Kim JR, Yoo D, Oh DH. Microbial Etiology and Prevention of Dental Caries: Exploiting Natural Products to Inhibit Cariogenic Biofilms. *Pathogens.* 2020;9(7):569.
14. Bishara SE, Ostby AW. White Spot Lesions: Formation, Prevention, and Treatment. *Semin Orthod.* 2008;14(3):174–82.
15. Nieto-Aguilar R, Serrato-Ochoa D, Montaña-Liévanos SC, Loyola-Rodríguez J. Incidence of white spot lesions at orthodontics' clinics at Michoacana University in Morelia, Michoacan, Mexico. *Actual Medica.* 2018;103(803):23–7.
16. Soveral M, Machado V, Botelho J, Mendes JJ, Manso C. Effect of Resin Infiltration on Enamel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Funct Biomater* [Internet]. 2021 Jul 6;12(3):48. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-4983/12/3/48>
17. Wang Y. ePortfolios: A new peer assessment technology in educational context. *Proc - Int Symp Inf Process ISIP 2008 Int Pacific Work Web Min Web-Based Appl WMWA 2008.* 2008;1(2):360–3.
18. Sadikoglu IS. White Spot Lesions: Recent Detection and Treatment Methods. *Cyprus J Med Sci.* 2020;5(3):260–6.
19. Velusamy P, Shimada Y, Kanno Z, Ono T, Tagami J. Optical evaluation of enamel

white spot lesions around orthodontic brackets using swept-source optical coherence tomography (Ss-oct): An in vitro study. *Dent Mater J.* 2019;38(1):22–7.

20. Meng Z, Yao XS, Yao H, Liang Y, Liu T, Li Y, et al. Measurement of the refractive index of human teeth by optical coherence tomography. *J Biomed Opt.* 2009;14(3):034010.
21. Paris S, Meyer -Lückel H. Enmascaramiento de caries de esmalte vestibular con infiltraciones de resina . *Rev Quintessence* [Internet]. 2011;24(6):269–72. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-enmascaramiento-caries-esmalte-vestibular-con-X0214098511209916>
22. Khijmatgar S, Reddy U, John S, Badavannavar AN, D Souza T. Is there evidence for Novamin application in remineralization?: A Systematic review. *J Oral Biol Craniofacial Res* [Internet]. 2020;10(2):87–92. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.01.001>
23. Maldonado S. Histogénesis de esmalte dentario. consideraciones generales. *RevAMC* [Internet]. 2007;11(3):0–0. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552007000300015&lng=es&nrm=iso&tlng=es
24. Lacruz RS, Habelitz S, Wright JT, Paine ML. DENTAL ENAMEL FORMATION AND IMPLICATIONS FOR ORAL HEALTH AND DISEASE. *Physiol Rev* [Internet]. 2017 Jul 1;97(3):939–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28468833>
25. Cuéllar-Rivas E, Pustovrh-Ramos MC. The role of enamelysin (mmp-20) in tooth development. Systematic review. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2015;27(1):154– 76.
26. Cárdenas JM, Murga HM, Villagr S, Cárdenas GM, Guti FJ. Distribución de elementos químicos en esmalte dental. *Rev Ciencias Básicas UJAT.* 2010;1(Junio):3–11.
27. Pandya M, Diekwisch TGH. Enamel biomimetics—fiction or future of dentistry. *Int J Oral Sci.* 2019;11(1):1–9.

28. Trujillo-Hernández M, Acosta-Acosta AA, Burgos Anaya MP, Hoyos-Hoyos V, Orozco-Páez J. Erosión del esmalte dental en dientes expuestos a bebidas de origen industrial. Estudio piloto in vitro. *Int J Interdiscip Dent*. 2021;14(3):237–41.
29. Velásquez N, Pérez-Ybarra L, Urdaneta CJ, Pérez-Domínguez M. Asociación de sialometría, fosfato y calcio en saliva total bajo estímulo y en líquido crevicular gingival con caries dental en escolares. *Biomédica*. 2019;39(1):157–69.
30. Sanchez-Tito MA, Tay Chu Jon LY. Lesiones de mancha blanca en pacientes con tratamiento de ortodoncia. Revisión de la Literatura. *Rev Estomatológica Hered*. 2021;31(1):44–52.
31. Tahmasbi S, Mousavi S, Behroozibakhsh M, Badiie M. Prevention of white spot lesions using three remineralizing agents: An in vitro comparative study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* [Internet]. 2019 Jul 6;13(1):36–42. Available from: <https://jodddd.tbzmed.ac.ir/Abstract/jodddd-15660>
32. Bhadoria N, Gunwal MK, Kukreja R, Maran S, Devendrappa SN, Singla S. An in vitro evaluation of remineralization potential of functionalized tricalcium phosphate paste and CPP-ACPF on artificial white spot lesion in primary and permanent enamel. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020;13(6):579–84.
33. Abbassy MA, Bakry AS, Almoabady EH, Almusally SM, Hassan AH. Characterization of a novel enamel sealer for bioactive remineralization of white spot lesions. *J Dent* [Internet]. 2021;109(December 2020):103663. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103663>
34. Bourouni S, Dritsas K, Kloukos D, Wierichs RJ. Efficacy of resin infiltration to mask post-orthodontic or non-post-orthodontic white spot lesions or fluorosis — a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021 Jul 6;25(8):4711–9. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00784-021-03931-7>
35. Zhang Q, Guan L, Guo J, Chuan A, Tong J, Ban J, et al. Application of fluoride disturbs plaque microecology and promotes remineralization of enamel initial caries. *J Oral Microbiol* [Internet]. 2022;14(1). Available from: <https://doi.org/10.1080/20002297.2022.2105022>

36. Juárez Lopez MLA, Gómez Rivas YC, Murrieta Pruneda F. Fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo más cepillado con un dentífrico fluorurado en la remineralización de caries incipiente. *Acta Pediátrica México* [Internet]. 2021 Nov 24;42(6):272. Available from: <https://ojs.actapediatrica.org.mx/index.php/APM/article/view/2153>
37. Escalante Otárola WG, Castro Núñez GM, Carlos Kuga M. Efecto de agentes remineralizantes a base de fosfato de calcio sobre la dentina. *Rev Odontológica Basadrina* [Internet]. 2020 Nov 3;4(2):03–9. Available from: <http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/rob/article/view/956>
38. Chuqui Dominguez JV, Espinoza Toral EF, Tamariz Ordoñez PE. Odontología mínimamente invasiva en el tratamiento de caries dental: revisión de la literatura. *Res Soc Dev* [Internet]. 2022 Sep 4;11(11):e425111133590. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33590>
39. Aref NS, Alrasheed MK. Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate and universal adhesive resin as a complementary approach for management of white spot lesions: an in-vitro study. *Prog Orthod* [Internet]. 2022;23(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00404-9>
40. Jiménez Rosas IM. Biomateriales que inducen la remineralización del esmalte dental y dentina. *Rev la Asoc Dent Mex* [Internet]. 2021;78(4):195–204. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=101073>
41. Velásquez N, Pérez-Ybarra L, Urdaneta CJ, Pérez-Domínguez M. Asociación de sialometría, fosfato y calcio en saliva total bajo estímulo y en líquido crevicular gingival con caries dental en escolares. *Biomédica* [Internet]. 2019 Mar 31;39(1):157–69. Available from: <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/4069>
42. Souza AF, Souza MT, Damasceno JE, Ferreira PVC, de Cerqueira GA, Aguiar FHB, et al. Effects of the Incorporation of Bioactive Particles on Physical Properties, Bioactivity and Penetration of Resin Enamel Infiltrant. *Clin CosmetInvestig Dent*. 2023;15(March):31–43.

43. Gordon D, Farfán-Mera K. Efecto de las partículas de Nanohidroxiapatita al 20% de dentríficos en el sellado de túbulos dentinarios. Estudio in-vitro. *Odontol Act Rev Científica* [Internet]. 2022 Sep 5;7(3):9–14. Available from: <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/780>
44. Rocamundi M, Lagoner A, Lasca Juncal A, Pollo C, Reston Fradejas M, Chiadeh S, et al. Ventajas y riesgos del uso de pastas dentales con nanotecnologías. *Methodo Investig Apl a las Ciencias Biológicas* [Internet]. 2018 Sep 24;3(3):67–72. Available from: <http://methodo.ucc.edu.ar/files/vol3/num3/04-Ventajas y riesgos del uso de pastas dentales con nanotecnologías..pdf>
45. Mazzitelli C, Josic U, Maravic T, Mancuso E, Goracci C, Cadenaro M, et al. An Insight into Enamel Resin Infiltrants with Experimental Compositions. *Polymers (Basel)*. 2022;14(24):1–17.
46. Kobeissi R, Badr SB, Osman E. Effectiveness of Self-assembling Peptide P11-4 Compared to Tricalcium Phosphate Fluoride Varnish in Remineralization of White Spot Lesions: A Clinical Randomized Trial. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2020;13(5):451–6. Available from: <http://files/358/Kobeissi et al. - 2020 - Effectiveness of Self-assembling Peptide P11-4 Com.pdf>
47. Araújo IJ de S, Guimarães GN, Machado RA, Bertassoni LE, Davies RPW, Puppin-Rontani RM. Self-assembly peptide P11-4 induces mineralization and cell-migration of odontoblast-like cells. *J Dent*. 2022;121:1–14.
48. Borges AB, Caneppele TMF, Masterson D, Maia LC. Is resin infiltration an effective esthetic treatment for enamel development defects and white spot lesions? A systematic review. *J Dent* [Internet]. 2017;56:11–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2016.10.010>
49. Farias JO, Cunha MA, Martins V, Mathias P. Microinvasive esthetic approach for deep enamel white spot lesion. *Dent Res J (Isfahan)*. 2022;19(1):29.
50. Wegehaupt F, Menghini G. Update Fluorid. *Swiss Dent J*. 2020;130(9):677–83.
51. Sorkhdini P, Crystal YO, Tang Q, Lippert F. The effect of silver diamine fluoride on the remineralization of early enamel carious lesions under pH-cycling conditions.

JADA Found Sci [Internet]. 2022;1:100006. Available from:<https://doi.org/10.1016/j.jfscie.2022.100006>

52. Ma X, Lin X, Zhong T, Xie F. Evaluation of the efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of white spot lesions in vitro and clinical research: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):1–11.

53. Salman NR, ElTekeya M, Bakry N, Omar SS, El Tantawi M. Comparison of remineralization by fluoride varnishes with and without casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate in primary teeth. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2019 Jan 2;77(1):9–14. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00016357.2018.1490967>

54. Elsayed H. Evaluation of the state and shade of white spot lesions after treatment with different remineralizing agents (An in-vivo comparative study). *Al-Azhar J Dent Sci*. 2021;24(3):239–45.

55. Balasooriya IL, Chen J, Gedara SMK, Han Y, Wickramaratne MN. Applications of Nano Hydroxyapatite as Adsorbents: A Review. *Nanomaterials*. 2022;12(14):1–24.

56. Garchitorea MI. Vidrios bioactivos en odontología restauradora. *Odontoestomatologia*. 2019;21(34):0–1.

57. Dawasaz AA, Togoo RA, Mahmood Z, Azlina A, Ponnuraj KT. Effectiveness of Self-Assembling Peptide (P11-4) in Dental Hard Tissue Conditions: A Comprehensive Review. *Polymers (Basel)*. 2022;14(4):1–15.

58. Soares R. Assessment of Enamel Remineralisation After Treatment with Four Different Remineralising Agents: A Scanning Electron Microscopy (SEM) Study. *J Clin Diagnostic Res*. 2017;11(4):136–41.

59. Nedeljkovic I, Doulabi BZ, Abdelaziz M, Feilzer AJ, Exterkate RAM, Szafert S, et al. Cytotoxicity and anti-biofilm properties of novel hybrid-glass-based caries infiltrant. *Dent Mater* [Internet]. 2022;38(12):2052–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.11.018>

60. Perdigão J. Resin infiltration of enamel white spot lesions: An ultramorphological analysis. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2020 Apr 19;32(3):317–24. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12550>
61. Núñez-Núñez KV, Parra-Suárez GB, Fernando Marcelo Armijos-Briones FM. Resina infiltrante: Tratamiento microinvasivo para lesiones de manchas blancas. *Rev Arbitr Interdiscip Ciencias la Salud Salud y Vida* [Internet]. 2022 Oct 1;6(3):1093. Available from: <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/saludyvida/article/view/2343>
62. de Oliveira Correia AM, Bühler Borges A, Torres CRG. Color masking prediction of posterior white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent* [Internet]. 2020;95(October 2019):103308. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103308>
63. Sezici YL, Çınarcık H, Yetkiner E, Attın R. Low-viscosity resin infiltration efficacy on postorthodontic white spot lesions: A quantitative light-induced fluorescence evaluation. *Turkish J Orthod*. 2020;33(2):92–7.
64. Saluja I, Pradeep S, Shetty N. Minimally invasive management of white spot lesion using resin infiltration technique: A case report. *Gulhane Med J*. 2022;64(1):120–2.
65. Alrebdi AB, Alyahya Y. Microabrasion plus resin infiltration in masking white spot lesions. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2022;26(2):456–61.
66. Alexander A, Jumbo J, Romina C, Cantos S, Salomé E, Camacho R, et al. Rehabilitación-resina ICON® Rehabilitation-ICON® resin Reabilitação-resina ICON®. 2022;(2):283–90.
67. Revista de Odontopediatría Latinoamericana E de trabajo multidisciplinario de la. Tratamiento de caries en época de COVID-19: Protocolos clínicos para el control de generación de aerosoles. *Rev Odontopediatría Latinoam* [Internet]. 2021 Jan 17;10(2). Available from: <https://www.revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/191>
68. Rao R, Jain A, Verma M, Langade D, Patil A. Comparative evaluation of remineralizing potential of Fluoride using three different remineralizing protocols:

An in vitro study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2017;20(6):463. Available from: <http://www.jcd.org.in/text.asp?2017/20/6/463/223188>

69. Huq N, Myroforidis H, Cross K, Stanton D, Veith P, Ward B, et al. The Interactions of CPP-ACP with Saliva. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2016 Jun 9;17(6):915. Available from: <http://www.mdpi.com/1422-0067/17/6/915>

70. Oliveira GMS, Ritter A V., Heymann HO, Swift E, Donovan T, Brock G, et al. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. *J Dent* [Internet]. 2014 Dec;42(12):1592–602. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571214002632>

71. Schiffner U. Use of fluorides for caries prevention. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2021;64(7):830–7.

72. Alhamed M, Almalki F, Alselami A, Alotaibi T, Elkwahty W. Effect of different remineralizing agents on the initial carious lesions - A comparative study. *Saudi Dent J* [Internet]. 2020;32(8):390–5. Available from: <http://files/344/Alhamed et al. - 2020 - Effect of different remineralizing agents on the i.pdf>

73. Shen P, McKeever A, Walker GD, Yuan Y, Reynolds C, Fernando JR, et al. Remineralization and fluoride uptake of white spot lesions under dental varnishes. *Aust Dent J*. 2020;65(4):278–85.

74. De Sousa FS de O, Dos Santos APP, Nadanovsky P, Hujoel P, Cunha-Cruz J, De Oliveira BH. Fluoride Varnish and Dental Caries in Preschoolers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Caries Res*. 2019;53(5):502–13.

75. Chindane A, Patil A, Sandhyarani B. Effect of CPP-ACPF, resin infiltration, and colloidal silica infiltration on surface microhardness of artificial white spot lesions in primary teeth: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2022;19(1):52.

76. Wierichs RJ, Wolf TG, Campus G, Carvalho TS. Efficacy of nano-hydroxyapatite on caries prevention—a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022;26(4):3373–81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04390-4>

77. Thierens LAM, Moerman S, Elst C van, Vercruyse C, Maes P, Temmerman L, et al. The in vitro remineralizing effect of CPP-ACP and CPP-ACPF after 6 and 12 weeks on initial caries lesion. *J Appl oral Sci Rev FOB* [Internet]. 2019;27:e20180589. Available from: <http://files/352/Thierens et al. - 2019 - The in vitro remineralizing effect of CPP-ACP and .pdf>
78. Dai Z, Liu M, Ma Y, Cao L, Xu HHK, Zhang K, et al. Effects of Fluoride and Calcium Phosphate Materials on Remineralization of Mild and Severe White Spot Lesions. *Biomed Res Int*. 2019;2019.
79. Klaisiri A, Janchum S, Wongsomtakoon K, Sirimanathon P, Krajangta N. Microleakage of resin infiltration in artificial white-spot lesions. *J Oral Sci*. 2020;62(4):427–9.
80. Almulhim K, Khan AS, Alabdulghani H, Albasarah S, Al-Dulaijan Y, Al-Qarni FD. Effect of ageing process and brushing on color stability and surface roughness of treated white spot lesions: An in vitro analysis. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2021;13:413–9.
81. Alqahtani S, Abusaq A, Alghamdi M, Shokair N, Albounni R. Colour stability of resin infiltrated white spot lesion after exposure to stain-causing drinks. *Saudi J BiolSci* [Internet]. 2022;29(2):1079–84. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.063>