

Artículo Original

Efectividad de la Irrigación Intraoral de la Solución Salina Ozonizada bajo Microburbujeo en el control del biofilm oral: Comparativo entre dosis altas y dosis bajas.

Effectiveness of Intraoral Irrigation with Ozonized Saline Solution under Microbubble Technology in Controlling Oral Biofilm: Comparison between High and Low Doses

Pérez Sánchez, Mirna Idalia; C.D. Odontóloga
Tivao Unidad Dental, Puebla México

Schwartz Tapia, Adriana, M.D. Ginecóloga, Presidenta de ISCO3
Clínica Fiorela Honduras. San Pedro Sula, Honduras

Martínez Wbaldo, María del Consuelo; M.D.
Instituto Nacional de Rehabilitación, Ciudad de México, México

Palabras clave

*ozono, irrigación
intraoral con
solución salina
ozonizada bajo
micro burbujeo,
ASSO3, bacterias,
anaerobias,
irrigación intraoral*

Resumen

El estudio aborda la reducción de bacterias orales mediante irrigación con solución salina ozonizada al micro burbujeo, debido a la prevalencia de enfermedades periodontales y la necesidad de métodos eficaces para combatir el biofilm oral. El objetivo fue comparar la eficacia bactericida de la solución salina ozonizada por micro burbujeo en dosis altas y bajas de ozono. Se seleccionaron 21 pacientes que asistieron al consultorio dental Tivao® y que presentaron los criterios de inclusión, previa anamnesis y exploración oral, se recolectó una muestra de placa dental, antes y después de una irrigación con solución salina ozonizada bajo micro burbujeo en el dispositivo "Advanced Ozonated Saline Solution®", preparada a concentraciones de 80 µg/mL y 8 µg/mL. Las muestras fueron cultivadas para cuantificar el número de bacterias antes y después de la irrigación. El análisis estadístico se realizó utilizando estadística descriptiva y la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Los resultados mostraron reducción significativa en la cantidad de bacterias anaerobias después de la irrigación con ambas concentraciones de solución salina ozonizada. Sin embargo, las dosis bajas mostraron una mayor eficacia en la reducción de bacterias ante las dosis altas, con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.005$) El número de bacterias anaerobias disminuyó significativamente ante las aerobias.

Las conclusiones destacan el potencial de la irrigación intraoral con solución salina ozonizada por micro burbujeo como método efectivo y no invasivo para combatir el biofilm oral y prevenir enfermedades bucodentales. Existe la necesidad de realizar estudios más amplios para confirmar la eficacia del tratamiento.

Keywords

ozone, intraoral irrigation with ozonized saline solution under microbubble technology, ASSO3, bacteria, anaerobes, intraoral irrigation.

Abstract

The study addresses the reduction of oral bacteria through irrigation with ozonized saline solution under microbubble technology, given the prevalence of periodontal diseases and the need for effective methods to combat oral biofilm. The objective was to compare the bactericidal efficacy of ozonized saline solution with microbubble technology at high and low ozone doses.

A total of 21 patients meeting the inclusion criteria were selected from the Tivao® dental clinic. Following an initial anamnesis and oral examination, dental plaque samples were collected before and after irrigation with ozonized saline solution using the "Advanced Ozonated Saline Solution®" device, prepared at concentrations of 80 µg/mL and 8 µg/mL. Samples were cultured to quantify the number of bacteria before and after irrigation. Statistical analysis was conducted using descriptive statistics and the Wilcoxon test for related samples.

Results showed a significant reduction in the number of anaerobic bacteria after irrigation with both concentrations of ozonized saline solution. However, the low-dose solution demonstrated greater efficacy in reducing bacteria compared to the high-dose solution, with a statistically significant difference ($p = 0.005$). The reduction in anaerobic bacteria was significantly greater than that in aerobic bacteria.

Conclusions highlight the potential of intraoral irrigation with ozonized saline solution under microbubble technology as an effective and non-invasive method to combat oral biofilm and prevent dental diseases. There is a need for larger studies to confirm the efficacy of this treatment.

Keywords: ozone, intraoral irrigation with ozonized saline solution under microbubble technology, ASSO3, bacteria, anaerobes, intraoral irrigation.

Sugerencia sobre cómo citar este artículo:

Pérez Sánchez, Mirna Idalia et Al. (2024). Efectividad de la Irrigación Intraoral de la Solución Salina Ozonizada bajo Microburbujeo en el control del biofilm oral: Comparativo entre dosis altas y dosis bajas. *Ozone Therapy Global Journal* Vol. 14, nº 1, pp 31-44

1. Introducción

El microbioma oral es la segunda más abundante en el cuerpo humano, después de la intestinal. Contiene alrededor de 6 mil millones de bacterias y potencialmente 35 veces más virus. La presencia de abundantes fagos en la cavidad bucal implica una aceleración de la diversidad molecular de sus huéspedes bacterianos, y tanto el huésped como el fago mutan para obtener ventajas evolutivas (Edlund A, 2015).

Se han identificado más de 700 especies de bacterias, entre las que destacan *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) y *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*), que contribuyen a la aparición de enfermedades dentales como la caries y la periodontitis. Estudios recientes reportan otros microorganismos asociados a estos padecimientos, como lactobacilos en el caso de la caries dental (Caufield PW, 2015) y hasta 17 especies, incluyendo *Filifactor alosis* en el caso de la periodontitis (Pérez Chaparro, 2014))

Cuando las bacterias de la boca forman una capa que recubre los dientes, los odontólogos lo denominan placa dental, biopelícula dental o biofilm (Akahashi N, 2015)

En 1683 Anthony van Leeuwenhoek observó que la placa dental estaba compuesta por depósitos blandos con microbios y restos de comida. En 1898, Black definió la placa dental, como placas blandas gelatinosas. Más tarde, en 1965, Egelberg y colaboradores determinaron los IV estadios en la formación de la placa dental: Estadio I: formación de una biopelícula sobre la superficie limpia del diente, compuesta fundamentalmente por glicoproteínas; Estadio II, adhesión de determinados tipos de bacterias a la biopelícula previamente formada; Estadio III, multiplicación bacteriana; y Estadio IV; congregación de nuevas especies bacterianas.

El biofilm fue definido por Donlan y Costerton (2002) como: "una comunidad bacteriana inmersa en un medio líquido, caracterizada por bacterias que se encuentran unidas a un sustrato o superficie, o unas a otras, que se encuentran embebidas en una matriz extracelular producida por ellas mismas, y que muestran un fenotipo alterado en cuanto al grado de multiplicación celular o la expresión de sus genes".

Los biofilms se desarrollan por medio de dos tipos de procesos:

1. A partir de una célula planctónica: Este proceso favorece la adhesión de otras células a una superficie sólida por medio de fimbrias y fibrillas, aceptando colonizadores primarios como *Actinomyces naeslundii* y diversas especies de estreptococos, como *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus parasanguis* y *Streptococcus mitis*, agregando ciertas bacterias con capacidad de movimiento, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* y *Escherichia coli*, además de la expresión de proteínas en su superficie celular llamadas adhesinas.
2. A partir de otro biofilm: Esto ocurre a partir de células sueltas desprendidas de un biofilm o partes del propio biofilm, manteniendo todas las propiedades del biofilm de donde proceden (Socransky SS, 2003 a)

El biofilm está compuesto por bacterias, que representan un 15%- 20% del volumen total, y una matriz o glicocálix, que representaría el 75% -80%. Esta matriz está compuesta por una mezcla de exopolisacáridos, proteínas, sales minerales y material celular, siendo los primeros son producidos por las propias bacterias del biofilm. Estas bacterias que crecen en el biofilm en forma sésil manifiestan fenotipos diferentes si crecen en forma planctónica, las cuales muestran mayor resistencia frente a diversos antimicrobianos, manteniendo esa resistencia incluso cuando se desprenden del biofilm (Socransky SS, 2003 b) ocasionando procesos inflamatorios como la periodontitis.

Este padecimiento es un proceso inflamatorio crónico que afecta la unidad gingival y que se extiende al hueso alveolar, ligamento periodontal y cemento radicular su sintomatología incluye principalmente sangrado gingival, formación de bolsas reales supra óseas o infra óseas, recesión periodontal, movilidad dental, pérdida ósea y de la inserción, así como migración patológica entre otros (Martínez Martínez AC,2017) Según la OMS estas enfermedades afectan a un 15%-20% de los adultos de edad media, está asociada a falta de higiene bucodental (OMS,2012)(Yenit L,2014).

Los agentes infecciosos son necesarios, pero no suficientes para que se produzca la enfermedad, ya que la periodontitis se desarrolla por la pérdida del equilibrio entre los constituyentes bacterianos de la placa y el huésped. Su prevalencia impulsa a considerarla como la enfermedad infecciosa más frecuente en la comunidad, con un 75% de adultos afectados (Pardo Romero FF, 2018).

De manera cotidiana, se pueden eliminar los biofilms por medios físicos, bien a nivel supra gingival (por medio del cepillado y profilaxis dental) y uso de antisépticos los cuales para su mejor efecto se sugiere una desestructuración previa y a nivel subgingival distintos antibióticos y antisépticos (por medio de raspado y alisado radicular, o cirugía periodontal (Marsh PD, 1997). Algunos colutorios son recomendados para penetrar en el biofilm y producir una acción bactericida adecuada, los colutorios estudiados (fluoruro estañoso y triclosán) son capaces de eliminar el 99,99% de las formas planctónicas (Fine DH, 2001), los colutorios de clorhexidina fueron capaces de penetrar en el biofilm y tener gran capacidad bactericida (Arweiler NB,2003) (Arweiler NB, 2001).

La resistencia a los antimicrobianos puede deberse a que estos se administren en menores concentraciones a las que se requieren, la localización de las bacterias en zonas profundas del biofilm, en donde tienen un menor aporte de nutrientes; que se encuentren en forma quiescente, el cual es un estado bacteriano no susceptible a los antimicrobianos, o que estén protegidas por la matriz de exopolisacáridos (Xu KD, 2004)

La literatura reporta que la enfermedad periodontal o gingival puede ser tratada con ozono como antimicrobiano, obteniendo buenos resultados. El ozono tiene un alto poder bactericida y germicida, basado en la formación de moléculas como el peróxido de hidrógeno y radicales libres, como el superóxido, altamente tóxicos para microorganismos anaeróbicos. Uno de los usos del ozono es a través de agua y soluciones ozonizadas, indicadas para el control de infecciones locales. En odontología, el ozono se utiliza en forma de agua y soluciones ozonizadas, indicadas para el control de infecciones locales. El agua ozonizada, utilizada para lavados en condiciones como la candidiasis y la enfermedad periodontal, presenta óptimas características de biocompatibilidad, es más económica que otras sustancias químicas y tiene una toxicidad menor en comparación con algunos antisépticos.

En recientes publicaciones (Schwartz A, 2023) ha informado sobre los Fundamentos, Ventajas y Aplicaciones Clínicas de la Solución Salina Ozonizada (SSO3) bajo micro burbujeo de las que destacan:

Las micro/nano burbujas permanecen en el agua o solución salina durante largo tiempo debido a un patrón de movimiento browniano (Azevedo A, 2026) distribuyéndose de manera homogénea suministrando ozono de manera continua

El estudio del Potencial Zeta reportado por (Hamamoto S, 2018) permite entender la estabilidad del ozono en la suspensión de tal manera que una partícula con buena estabilidad coloidal muestra una potencial zeta cerca a los 30 mV (milivoltios), valor similar a lo reportados en las micro/nano burbujas de ozono entre 20 mV y 27 mV.

Los cambios en el pH no producen cambios significativos en el tamaño y distribución, pero si en su estabilidad, un pH alcalino incrementa la estabilidad de las micro/nano burbujas. (Ushikubo FY,2010)

Si el tiempo de saturación de ozono es de 5 minutos bajo un flujo constante de 20 L/H la concentración constante bajo micro burbujeo logra un equilibrio donde la cantidad de ozono disuelto es igual al que se desprende; esto optimiza, agiliza y acorta los tratamientos. Se ha demostrado que la concentración de ozono en la solución permanece estable durante 30 minutos sin burbujear lo que da cabida que se tiene ese tiempo para transfundir la solución sin burbujeo evitando riesgos, ahorrando tiempo, oxígeno y desgaste del generador favoreciendo los tratamientos médico y odontológico. (Schwartz A, 2023)

En el campo odontológico, la irrigación con solución salina ozonizada ha demostrado ser más biocompatible y menos irritante para las células epiteliales que el uso de gas ozono seco, el cual además conlleva el riesgo de aspiración tóxica; su preparación mediante un sistema cerrado de micro burbujeo permite trabajar en un entorno aséptico, reduciendo significativamente la carga bacteriana y, consecuentemente, la necesidad del uso de antibióticos (Schwartz, 2023). Sin embargo, hasta la fecha, no se ha cuantificado de manera precisa la reducción bacteriana lograda con esta técnica ni se han comparado los efectos de diferentes concentraciones de ozono en la solución.

Justificación

Existe amplia evidencia de los usos del agua ozonizada en el tratamiento de la periodontitis, los resultados se han resumido en conocer los cambios clínicos de la inflamación, pero no hay información que sustente por medio de la medición del laboratorio la cantidad de microorganismos del biofilm oral presentes antes y después de la irrigación de la solución salina ozonizada por micro burbujeo en el dispositivo ASSO3®, así como las diferencias con relación a la concentración de ozono, objetivo del presente estudio.

Hipótesis

H0=No Existen diferencias entre la reducción de bacterias posterior a la irrigación con solución ozonizada por micro burbujeo

H1=Existen diferencias entre la reducción de bacterias posterior a la irrigación con solución ozonizada por micro burbujeo

H0=Existen mayor reducción de bacterias usando solución salina ozonizada a concentración de 80 µg/mL en comparación a una concentración de 8 µg/mL.

H1=No Existen mayor reducción de bacterias usando solución ozonizada a concentración de 80 µg/mL en comparación a una concentración de 8 µg/mL.

2. Materiales y método

Se trata de un estudio comparativo cuasi experimental.

- Población y muestra: Se estudió una muestra no probabilística de tipo voluntario, en sujetos mayores de edad, de ambos sexos, que acudieron al consultorio dental Tivao® en la ciudad de Puebla, México.
- Criterios de inclusión: Pacientes adultos, ambos sexos, que asistieron a irrigación intraoral, que acudieron en ayuno y sin limpieza previa de los dientes, aparentemente sanos, y que firmaron el consentimiento informado.
- Criterios de exclusión: Pacientes con antecedentes de hipersensibilidad al ozono, con enfermedades sistémicas no controladas, fumadores, con enfermedades neurológicas y psiquiátricas, que recibieron tratamiento para la enfermedad periodontal.

De los sujetos que acudieron al estudio y que cumplieron los criterios de inclusión, se seleccionaron 21 participantes de entre 22 y 64 años de edad, con un promedio de 47 años; 18 (86%) fueron mujeres y 11(52%) fueron diagnosticadas con enfermedad periodontal. Se realizó la toma de historia clínica, firma de consentimiento informado y una evaluación de la cavidad oral.

Con un hisopo estéril se tomó una muestra de la placa dental o biofilm del surco gingival del arco dentario inferior, la cual se sembró en placas con agar cuenta estándar, incubadas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 ± 2 horas (NOM-092-SSA1-1994)

Después de la evaluación inicial y toma de muestra, todos los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento según el protocolo establecido para la irrigación intraoral.

Para la irrigación de la cavidad oral se preparó la solución salina ozonizada bajo micro burbujeo en 250 ml de solución fisiológica en el dispositivo de cristal "Advanced Ozonated Saline Solution" (ASSO3 ®) a concentración de 80 $\mu\text{g/ml}$ y 8 $\mu\text{g/ml}$, durante 5 minutos.

Durante el periodo experimental no se permitió instrumentación alguna.

Al primer grupo de estudio se le realizó una irrigación intraoral de 50 mL de SSO3 bajo micro burbujeo saturada a concentración de 80 $\mu\text{g/mL}$ a lo largo del surco gingival como procedimiento único, posteriormente se realizó la toma de muestra para medición y cultivo en agar cuenta estándar, incubados a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 ± 2 horas (NOM-092-SSA1-1994). Al segundo grupo de estudio se le realizó el mismo procedimiento de irrigación intraoral bajo micro burbujeo, con la variante de concentración SSO3 saturada a 8 $\mu\text{g/mL}$. Se realizó la toma de muestra e incubación.

Los resultados se registraron en una base de datos en Excel y el análisis estadístico se realizó en el programa SPSS V19, utilizando estadística descriptiva con medidas centrales y de dispersión para variables cuantitativas y frecuencias y porcentajes para las cualitativas, se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para medir la distribución en muestras menores a 50 casos, resultado con distribución normal por lo que se utilizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon.

3. Resultados

Se realizó un reporte del laboratorio en un análisis de microorganismos aerobios y anaerobios. (Ver tabla 1).

Tabla 1
Variables relacionadas con 21 sujetos participantes que recibieron irrigación oral con solución ozonizada bajo micro burbujeo

Variable	Valores	frecuencia/%
Sexo	Femenino	18(86%)
	Masculino	3(14%)
Diagnóstico	Periodontal	11(52%)
	Ninguna	6(29%)
	Otra	4(19%)
Concentración de ozono	80 Microgramos	11(52%)
	8 microgramos	10(48%)
Bacterias reportadas	Anaerobias	16(76%)
	Aerobias	5(23%)

Los resultados del laboratorio revelaron el número estimado de bacterias cultivadas previo y posterior a la irrigación con solución ozonizada. Los datos obtenidos indican un mayor recuento de bacterias anaerobias, tanto en promedio como en el valor máximo, así como una diferencia porcentual más significativa en comparación con las bacterias aerobias (ver Tabla 2).

Tabla 2
Resultados del valor estimado de bacterias cuantificadas por el Laboratorio previo y posterior a la irrigación de 21 sujetos participantes

Tipo de bacteria cuantificada	valor estimado	Previo a la irrigación	Posterior a la irrigación	diferencias	
				entre el antes y después	%
Bacterias aerobias	mínimo	16000	10000	1000	6
	máximo	22000	20000	10000	50
	promedio	20000	15000	5000	24
Bacterias anaerobias		pretest	post test		
	mínimo	1400	360	300	9
	máximo	240000	200000	40000	90
	promedio	46356	35835	10520	55

Se analizaron los resultados descriptivos de las bacterias cultivadas por el laboratorio, así como el porcentaje de reducción de las mismas en relación con la concentración de ozono en la solución salina ozonizada por micro burbujeo. Los hallazgos indicaron que el porcentaje medio de reducción fue menor en la concentración de 80 $\mu\text{g/mL}$. (Ver Tabla 3).

Tabla 3
Resultados descriptivos y el porcentaje de reducción de bacterias según la concentración de ozono en la solución ozonizada por micro burbujeo

Concentración de Ozono	Medidas de tendencia central y dispersión	Cantidad de bacterias antes de la irrigación	Cantidad de bacterias posterior a la irrigación	Diferencia de la cantidad de bacterias antes y después de la irrigación	Porcentaje de reducción de bacterias
8 $\mu\text{g/mL}$	Media	68680	54837	13843	51
	Mínimo	1400	360	300	14
	Máximo	240000	200000	40000	90
80 $\mu\text{g/mL}$	Media	14082	9091	4991	41
	Mínimo	6200	1200	1000	6
	Máximo	22000	20000	10800	90

Se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, mostrando para aquellos sujetos irrigados con solución ozonizada con una concentración de 80 μg una diferencia significativa del promedio de bacterias antes y después de la irrigación de 0.003 y para la concentración de 8 μgr fue de 0.005

Tabla 4
Resultados de la prueba para muestras relacionadas de Wilcoxon para los grupos con diferente concentración de ozono en la irrigación oral

Concentración de ozono a 8µg/mL

	N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	Significancia asintótica bilateral
Bacterias post – Rangos negativos	10	5.50	55.00	-2.807	0.005*
bacterias pre Rangos positivos	0	.00	.00		
Empates	0				
Total	10				

Concentración de ozono a 80 µg/ml

	N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	Significancia asintótica bilateral
Bacterias post – Rangos negativos	11	6.00	66.00	-2.937	0.003*
Bacterias pre Rangos positivos	0	.00	.00		
Empates	0				
Total	11				

4. Discusión

El ozono ha sido ampliamente investigado por su potencial antimicrobiano en odontología, particularmente en la eliminación de microorganismos orales y la reducción de la inflamación gingival. Wezgowiec y colegas (2022) documentaron el uso de métodos tradicionales de desinfección como la radiación ultravioleta C (UVC), el ozono gaseoso y productos químicos líquidos comerciales, así como métodos físicos como el cepillado, la profilaxis dental y el raspado radicular para eliminar la placa dental (Marsh, 1997; Baehni, 2003; Barnett, 2003). Sin embargo, estudios recientes han destacado las ventajas del agua ozonizada, especialmente en la eliminación de bacterias anaerobias gramnegativas, que son más sensibles que las grampositivas en el biofilm oral (Seydanur Dengizek, 2019). sin embargo la actividad del agua ozonizada es similar a la del Ozono en su forma gaseosa, la cual se ha demostrado produce efectos tóxicos en el tracto respiratorio si es inhalado (Nogales CG, 2008) (Goztas Z, Onat H,2014) y además es un agente oxidante pero inestable y de vida media corta(Shimizu, K.,2023)

Estudios previos han demostrado el potencial del ozono para inactivar bacterias patógenas y reducir la carga microbiana en diversas aplicaciones odontológicas. Por ejemplo, Schwartz (2023) ha destacado las ventajas clínicas de la solución salina ozonizada bajo micro burbujeo, enfatizando su capacidad para mantener la estabilidad y eficacia antimicrobiana debido a las propiedades únicas de las micro y nano burbujas de ozono.

Los resultados de este estudio confirman que la irrigación con solución salina ozonizada bajo micro burbujeo es efectiva en la reducción significativa de la carga bacteriana en la cavidad oral, tanto en bacterias anaerobias como aerobias. La solución con una concentración de 8 µg/mL de ozono demostró ser más eficaz que la de 80 µg/mL, lo que fue estadísticamente significativo ($p = 0.005$). Este hallazgo sugiere que concentraciones más bajas de ozono podrían ser más efectivas en ciertos contextos, contrariamente a la intuición de que concentraciones más altas siempre ofrecen mejores resultados.

Diversos autores han mostrado los resultados de la reducción de placa dental con agua ozonizada con un índice del 12% medido por el grado de inflamación (Falcón Pasapera GS, 2022); no obstante, existen pocos estudios que utilizando esta herramienta han cuantificado la reducción de bacterias de la placa dental con comparaciones cualitativas (Ramírez-Peña, A. M, 2022) y cuantitativas como el estudio realizado por (Shimizu, K, 2023) refiriéndose a cultivos planctónicos donde se redujo las bacterias viables en > 99% en 30 s con solución ozonizada por micro burbujeo con 4 y 6 ppm de ozono. Ninguno de los datos antes mencionado puede compararse con los resultados que se obtuvieron en este estudio por haber utilizado diferente metodología, sin embargo, la contribución de los resultados obtenidos en este estudio, resaltan el porcentaje de reducción de bacterias con una concentración baja de ozono al ser sometido al micro burbujeo.

Como se ha mencionado hay una trayectoria de estudios que han utilizado el ozono para reducir el número de bacterias y favorecer el tratamiento de problemas en cavidad oral, sobre todo en la periodontitis que es la enfermedad infecciosa más frecuente a este nivel, con un 75% de adultos (Pardo Romero FF,2022); (Loredo Sandoval Y,2022) sobre todo en la periodontitis que es la enfermedad infecciosa más frecuente en la comunidad, con un 75 % de adultos (Pardo Romero FF, 2022), con predominio en el sexo femenino y una edad promedio los 55 años.(Fernández Sánchez B,2022) Coincidiendo nuestros resultados con respecto al sexo pero no en la edad que fue en promedio de 47 y la frecuencia de periodontitis fue de 67%.

Las implicaciones de estos hallazgos son significativas para la práctica odontológica. La eficacia de la solución salina ozonizada bajo micro burbujeo en la reducción del biofilm oral, un factor clave en la patogénesis de la periodontitis, sugiere que este método podría integrarse como una terapia complementaria no invasiva en el manejo de enfermedades periodontales. El uso de concentraciones más bajas de ozono podría ofrecer una alternativa menos agresiva para los tejidos, reduciendo potencialmente los efectos adversos asociados con concentraciones más altas de agentes antimicrobianos.

5. Conclusiones

Se demostró la efectividad de la irrigación con solución salina ozonizada al micro burbujeo en la reducción de bacterias anaerobias del biofilm oral. Se demuestra un mayor potencial bactericida en concentraciones bajas de ozono a 8 µg/mL en comparación con dosis altas de 80 µg/mL.

Se destaca el potencial de la irrigación intraoral con solución salina ozonizada por micro burbujeo como método efectivo, seguro y no invasivo en sustitución al gas seco de O₃ para combatir el biofilm oral y prevenir enfermedades bucodentales.

Estos resultados subrayan el potencial de esta técnica como una herramienta complementaria en la prevención y manejo de enfermedades periodontales. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para confirmar estos hallazgos y optimizar las condiciones de tratamiento.

6. Financiamiento

Este estudio se realizó con recursos propios del autor principal

7. Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses

Bibliografía

1. Arweiler, N. B., Netuschil, L., & Reich, E. (2001). Alcohol-free mouthrinse solutions to reduce supragingival plaque regrowth and vitality: A controlled clinical study. *Journal of Clinical Periodontology*, 28(2), 168-174. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2001.028002168.x>
2. Arweiler, N. B., Auschill, T. M., Baguley, N., Netuschil, L., & Sculean, A. (2003). Efficacy of an amine fluoride–triclosan mouthrinse as compared to the individual active ingredients. *Journal of clinical periodontology*, 30(3), 192-196. PMID: 12631176 DOI: 10.1034/j.1600-051x.2003.10250.x <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12631176/>
3. Barnett, M. L. (2003). The role of therapeutic antimicrobial mouthrinses in clinical practice: control of supragingival plaque and gingivitis. *The Journal of the American Dental Association*, 134(6), 699-704. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0255Get rights and content>
4. Bucodental, O.M. S. Nota informativa N 318. Abril de 2012. *Recuperado de https://www.Who.Int/mediacentre/factsheets/fs318/es.*
5. Caufield, P. W., Schön, C. N., Sarai thong, P., Li, Y., & Argimón, S. (2015). Oral lactobacilli and dental caries: a model for niche adaptation in humans. *Journal of dental research*, 94(9_suppl), 110S-118S
6. <https://doi.org/10.1177/0022034515576052>
7. Dahlén, G., Lindhe, J., Sato, K., Hanamura, H., & Okamoto, H. (1992). The effect of supragingival plaque control on the subgingival microbiota in subjects with periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*, 19(10), 802-809. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1992.tb02174.x>
8. Donlan, R. M., & Costerton, J. W. (2002). Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clinical microbiology reviews*, 15(2), 167-193. <https://doi.org/10.1128/cmr.15.2.167-193.200>
9. Dukic, W., Juric, H., Tambic Andrasevic, A., Kovacevic, V., Lulic Dukic, O., & Delija, B. (2013). The efficacy of gaseous ozone on some cariogenic bacteria. *Collegium antropologicum*, 37(1), 109-113
10. Edlund, A., Santiago-Rodriguez, T. M., Boehm, T. K., & Pride, D. T. (2015). Bacteriophage and their potential roles in the human oral cavity. *Journal of oral microbiology*, 7(1), 27423. <https://doi.org/10.3402/jom.v7.27423>
11. Fernández Sánchez B, Radovic Sendra BE. Aplicaciones de la ozonoterapia en la Odontología. [Tesis en Internet] Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae. Facultad de Odontología; 2018 [citado 20/06/2022]. [aprox. 85 p.]. Disponible en: <http://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/794/FernandezRadovic%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

12. Fine, D. H., Furgang, D., & Barnett, M. L. (2001). Comparative antimicrobial activities of antiseptic mouthrinses against isogenic planktonic and biofilm forms of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*. *Journal of clinical periodontology*, 28(7), 697-700. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2001.028007697.x>
13. Goztas, Z., Onat, H., Tosun, G., Sener, Y., & Hadimli, H. H. (2014). Antimicrobial effect of ozonated water, sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in primary molar root canals. *European journal of dentistry*, 8(04), 469-474. Fernández Sánchez B, Radovic Sendra BE. Aplicaciones de la ozonoterapia en la odontología. [Tesis en Internet] Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae. Facultad de Odontología; 2018 [citado 20/06/2022]. [aprox. 85 p.]. Disponible en: <http://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/794/Fernandez-Radovic%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y> DOI: 10.4103/1305-7456.143627
14. LIEBANA UREÑA, J., & Prats Pastor, G. (2002). Microbiología Oral 2ªed. *MCcGraw-Hill Interamericana*, 515-26. Loredó Sandoval, Y., Cruz Morales, R., Cazamayor Laime, Z., & Montero Arguelles, M. (2019). Comportamiento de la enfermedad periodontal inmunoinflamatoria crónica. Jovellanos. Matanzas. *Revista Médica Electrónica*, 41(1), 78-89. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242019000100078
15. Marsh, P. D., & Bradshaw, D. J. (1997). Physiological approaches to the control of oral biofilms. *Advances in dental research*, 11(1), 176-185. <https://doi.org/10.1177/0895937497011001>
16. Pardo Romero, F. F., & Hernández, L. J. (2018). Enfermedad periodontal: enfoques epidemiológicos para su análisis como problema de salud pública. *Revista de salud pública*, 20, 258-264. <https://doi.org/10.15446/rsap.V20n2.64654>
17. Pérez-Chaparro, P. J., Gonçalves, C., Figueiredo, L. C., Faveri, M., Lobão, E., Tamashiro, N., ... & Feres, M. (2014). Newly identified pathogens associated with periodontitis: a systematic review. *Journal of dental research*, 93(9), 846-858. doi: 10.1177/0022034514542468. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25074492/>
18. PC, B. (2003). Anti-plaque agents in the prevention of biofilm-associated oral diseases. *Oral Dis*, 9(1), 23-29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12974527/>
19. Schwartz, A. (2023). Estudio sobre Solución Salina Ozonizada (SSO3) Bajo Micro burbujeo en Dispositivo de Cristal (ASSO3). Fundamentos, Ventajas y Aplicaciones Clínicas. *Ozone Therapy Global Journal*, 13(1), 11-28. <https://ozonetherapyglobaljournal.es/estudio-sobre-solucion-salina-ozonizada-ss03-bajo-micro-burbujeo-en-dispositivo-de-cristal-asso3-fundamentos-ventajas-y-aplicaciones-clinicas/>

20. Socransky, S. S., & Haffajee, A. D. (2003). Biofilms dentales: objetivos terapéuticos difíciles. *Periodontol* 2000, 3, 12-559(a). https://www.academia.edu/41604617/Biofilms_dentales_objetivos_terap%C3%A9uticos_dif%C3%ADciles PERIODONTOLOGY 2000 PERIODONTOLOGY 2000 Ed Esp linicas/
21. Wezgowiec, J., Wieczynska, A., Wieckiewicz, M., Czarny, A., Malysa, A., Seweryn, P. & Paradowska-Stolarz, A. (2022). Evaluation of antimicrobial efficacy of UVC radiation, gaseous ozone, and liquid chemicals used for disinfection of silicone dental impression materials. *Materials*, 15(7), 2553. <https://doi.org/10.3390/ma15072553>
22. Xu, K. D., McFeters, G. A., & Stewart, P. S. (2000). Biofilm resistance to antimicrobial agents. *Microbiology*, 146(3), 547-549. <https://doi.org/10.1099/00221287-146-3-547>
23. Loredo Sandoval, Y., Cruz Morales, R., Casamayor Laime, Z., del Puerto Horta, M., Montero Arguelles, M., & Espino Garzó, D. (2014). Necesidad de tratamiento en pacientes con enfermedad periodontal inmunoinflamatoria crónica. Jovellanos 2012. *Revista Médica Electrónica*, 36(2), 127-138. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242014000200002