



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ACCIÓN DEL OZONO A NIVEL SISTÉMICO Y SU
APLICACIÓN EN ODONTOPEDIATRÍA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

SILVANNA CAROPRESO IBARRA

TUTORA: Mtra. PATRICIA DÍAZ COPPE
ASESORA: C.D. LUZ MARÍA MAGDALENA RUIZ SAAVEDRA

MÉXICO, D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

A mis papás por su amor, apoyo y guía a lo largo de toda mi vida, y ahora en la culminación de mi Licenciatura, por su ejemplo, confianza y comprensión, por darme todo para hoy lograr este gran paso.

A mis hermanos José Luis y María Elena, por ser una parte esencial en mi vida, por su cariño y apoyo en cada momento.

A mis maestros, que con sus conocimientos me han enseñado a dar una atención de calidad a cada paciente, y con su ejemplo me han inspirado a seguir preparándome.

A la UNAM por todo lo que me ha brindado durante estos años, por ser mi máxima casa de estudios y por su excelencia académica. Es un orgullo ser parte de esta gran institución.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
1 ANTECEDENTES.....	7
1.1 Generales.....	7
1.2 En Medicina.....	8
1.3 En Odontología	9
2 OZONO.....	10
2.1 Generalidades	10
2.2 Aplicaciones en la Industria.....	13
3 USO DEL OZONO EN MEDICINA	14
3.1 Aplicación clínica.....	14
3.2 Generadores de ozono.....	17
3.2.1 Aparatos Generadores de Ozono (para uso médico y odontológico).....	19
3.3 Vías de Administración.....	23
3.4 Mecanismo de acción.....	25
3.4.1 A Nivel Sistémico.....	27
3.5 Contraindicaciones.....	29
3.6 Ventajas y Desventajas	30
4 USO DEL OZONO EN ODONTOLOGÍA.....	32
4.1 Aplicación Clínica	32
4.1.1 Tratamiento de caries	33
4.1.2 Tratamiento de hipersensibilidad	35
4.1.3 Endodoncia.....	35
4.1.4 Odontología restauradora	36
4.1.5 Efecto antibacteriano sobre el biofilm de la placa dentobacteriana.	36
4.1.6 Cirugía oral y maxilofacial.....	36
4.1.7 Tratamiento de la periimplantitis	37



4.1.8 Cicatrización de heridas.....	38
4.1.9 Descontaminación de dientes avulsionados previo a la reimplantación	38
4.1.10 Efecto en el periodonto	38
4.1.11 Eficacia antimicrobiana en la limpieza de prótesis removibles. ...	39
4.1.12 En el sistema de agua de la unidad dental	40
4.3 Efectos Bactericidas y Bacteriostáticos	42
5 USO DEL OZONO EN ODONTOPEDIATRÍA.....	46
5.1 Como medida preventiva.....	46
5.1.1 Selladores de foseetas y fisuras	47
5.2 En tratamiento de caries dental.....	47
5.2.1 Como cariostático	48
5.2.2 Desinfección de cavidades	51
5.3 Lesiones patológicas	52
5.3.1 Herpes simple	52
5.3.2 Úlceras aftosas	53
5.3.3 Mucositis.....	54
CONCLUSIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA	58



INTRODUCCIÓN

El ozono ha sido el objeto de numerosos estudios debido a sus propiedades químicas únicas que le dan la posibilidad de ser utilizado en diversas especialidades médicas, incluyendo la odontología.

En países como Alemania, Inglaterra e Italia, se ha demostrado que el ozono posee propiedades únicas y aplicaciones con un gran potencial para estas áreas de la salud. Existe una gran cantidad de acciones conocidas del ozono tales como, acción antimicrobiana (bactericida, viricida y fungicida), inmunoestimulante, modulación inmune, antiinflamatoria, biosintéticas (activación de metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas, lípidos), bioenergético, antihipóxico, analgésico, hemostático, entre otras.

La versatilidad del tratamiento con ozono, sus propiedades únicas, la naturaleza no invasiva, la ausencia de efectos secundarios o reacciones adversas, fueron responsables de su uso generalizado.

Es necesario conocer que existen diferentes aparatos generadores de Ozono y según su proceso electrónico pueden producir ozono en una cantidad baja, media y alta según su aplicación en el campo médico.

Durante los últimos años, el ozono se ha introducido como tratamiento antibacteriano alternativo. Tiene un gran número de aplicaciones en el campo dental y se puede utilizar en tratamientos periodontales, cirugías, para desinfectar cavidades y conductos radiculares; tratamiento de enfermedades fúngicas en la cavidad bucal (aftas, herpes, estomatitis, caries, heridas inflamadas, hemorragias, antes y después de extracciones, periimplantitis, pulpitis, desinfección craneomandibular, etc).



Este trabajo pretende conocer la aplicación del ozono y sus ventajas, tanto en Medicina como en Odontología. En particular, encontrar una alternativa en la atención Odontopediátrica para la desinfección de lesiones cariosas, para disminuir la carga bacteriana antes de realizar una obturación definitiva, la desinfección de la superficie oclusal previo a la aplicación de selladores de fosetas y fisuras e Identificar las bacterias sobre las que es efectivo.



1 ANTECEDENTES

1.1 Generales

El ozono fue descubierto en 1787 por el físico holandés Martín Van Marum por su olor típico en el aire cuando se producían descargas eléctricas. Sin embargo, su descubrimiento definitivo fue realizado por el químico alemán Christian Schönbein en 1840¹.

Christian Friedrich Schönbein descubrió la capa de ozono, al realizar experimentos en la Universidad de Basilea en Suiza, trabajando con una pila voltaica en presencia de oxígeno, se dio cuenta de la aparición de un gas con un "olor eléctrico y picante" que podría ser una especie de "oxígeno súper-activo", por este olor fuerte, acuñó el término "Ozono" del griego "ozein", que quiere decir "oler".²



Cristian Friederich Schönbein³

¹ Donjuán Villanueva J.J. Ozonoterapia: una Alternativa en Desinfección de Cavidades Cariadas. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria. Depósito legal N° pp200102CS997- ISSN: 1317-5823 <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2009/art30.asp>. p. 2.

² Velio Bocci. Ozone A New Medical Drug. Springer Science+Business Media B.V. 2005, 2011. Second Edition p. XVII.

³ <http://www.adelo.com.ar/noticias/ozonoterapia-historia.php> consultada el 27 de septiembre de 2013



El concepto de que el ozono se deriva de oxígeno cuando hay una descarga eléctrica, fue generada por el químico Werner von Siemens cuando lo aplicó en un arco voltaico, e inventó el tubo de súper-inducción (tubo de Siemens). Este tubo consiste en dos placas de electrodos interpuestos que se ajusta a una alta tensión que, en presencia de oxígeno, podría generar algo de ozono⁴.

1.2 En Medicina

Durante la primera guerra mundial se utilizó el gas ozono para el tratamiento de los soldados alemanes en heridas infectadas, gangrena, quemaduras de gas mostaza y fístulas⁵.

El físico Joachim Hensler (1908-1981) y el médico Hans Wolff inventaron el ozonizador para uso médico y su diseño sigue siendo la base para equipos modernos⁶.



Joachim Haensler - Hans Wolf⁷

⁴ Bocci. Op Cit. p. XVII

⁵ Sushma Das'. Application of Ozone Therapy in dentistry. Indian Journal of Dental Advancements. April-June 2011. p.1

⁶ S. Gopalakrishnan & S. Parthiban. Ozone-A new revolution in dentistry. Journal of bio Innovation 1(3), ISSN 2277-8330 (Electronic) www.jbino.com. p. 59

⁷ <http://www.adelo.com.ar/noticias/ozonoterapia-historia.php> consultada el 27 de septiembre de 2013



Al parecer el Dr. Payr fue el primer médico en inyectar gas con una pequeña jeringa de vidrio directamente en la vena, pero fue muy cuidadoso en la lenta entrega de un pequeño volumen de gas.

Desafortunadamente, esta ruta fue más tarde adoptada por charlatanes y técnicos sin ninguna cualificación médica que, mediante la inyección de un gran volumen (hasta 500 ml en 2hrs.) a menudo han causado la embolia pulmonar e incluso la muerte.

1.3 En Odontología

E. A. Fisch fue el primer dentista en usar el ozono en 1939 en su consulta privada. Utilizó agua ozonizada durante varias cirugías dentales para ayudar a la desinfección y cicatrización de heridas. Reportó sus resultados al 59^a Congreso de la Sociedad Quirúrgica Alemana de Berlín y escribió: *“¿qué otro desinfectante se tolera mejor que la capa de ozono? Los resultados positivos en el 75% de los pacientes, la sencillez, las condiciones de higiene y la inocuidad del método son algunas de las muchas ventajas”*⁸



E.A. Fisch⁹

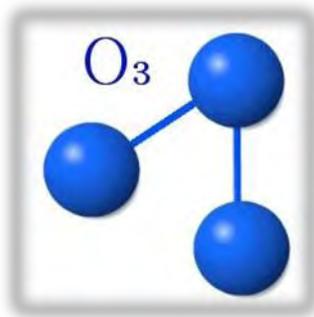
⁸ Gopalakrishnan & Parthiban. Op Cit. p. 59

⁹ <http://www.adelo.com.ar/noticias/ozonoterapia-historia.php> consultada el 27 de septiembre de 2013

2 OZONO

2.1 Generalidades

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno molecular. Estructuralmente triangular, en donde el átomo de oxígeno central está implicado en un doble enlace covalente y un enlace covalente dativo¹⁰.



Molécula de ozono¹¹

Cuando el oxígeno (O₂) alcanza la atmósfera superior y se expone a los rayos ultravioleta del sol, naturalmente se transforma en ozono (O₃). Esto forma la capa de protección de ozono que está filtrando la radiación ultravioleta (UV). Como el ozono es más pesado que el aire, cae a la tierra en donde purifica naturalmente el aire y el agua. La vida de la molécula de ozono depende de la temperatura, de modo que a 20°C, la concentración de ozono se reduce a la mitad dentro de 40 minutos; a 30°C dentro de 25 minutos; mientras que a -50°C se reduce a la mitad sólo después de 3 meses¹².

Aunque siendo una molécula natural, es inestable, gas puro de color azul celeste con un olor picante y penetrante. Entre los agentes oxidantes, el ozono

¹⁰ Donjúan. *Op Cit.* p. 3.

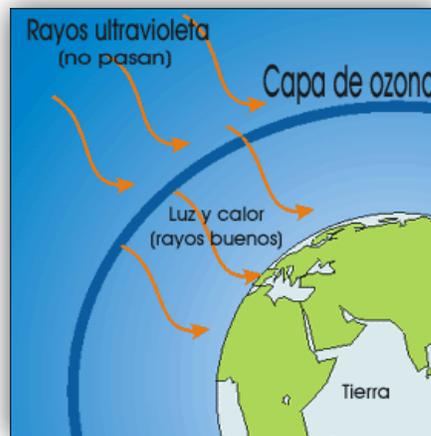
¹¹ <http://quimica.laguia2000.com/general/molecula-de-ozono> consultada el 27 de septiembre de 2013.

¹² Tobias G. Fagrell. Effect of ozone treatment on different cariogenic microorganisms *in vitro*. Scientific Journal of The Swedish Dental Association. Vol.32 ISSUE 3. 2008. p. 141.



es el tercero más fuerte, después del flúor y el persulfato, un hecho que explica su alta reactividad¹³.

Está presente como constituyente gaseoso natural, en la capa más baja de la atmosfera, llamada tropósfera, representando el 0.0001% de su composición total. La producción natural de la capa de ozono se lleva a cabo en la estratosfera, a aproximadamente 22 km de la superficie de la tierra, hay una capa de ozono que pueden alcanzar una concentración máxima de 10 ppmv (partes por millón de volumen)¹⁴.



Capa de ozono¹⁵

El equilibrio entre la formación de ozono y la disociación natural de la capa de ozono ha sido desvirtuado debido a un aumento progresivo de contaminantes, como los óxidos de nitrógeno (NOx) y cloro derivado de los clorofluorocarbonos (CFC) utilizados como fluidos refrigerantes dispersos en el medio ambiente. Un único átomo de cloro, a través de un mecanismo de reacción en cadena catalítica, puede destruir miles de moléculas de ozono antes de ser transportados de nuevo en la tropósfera.

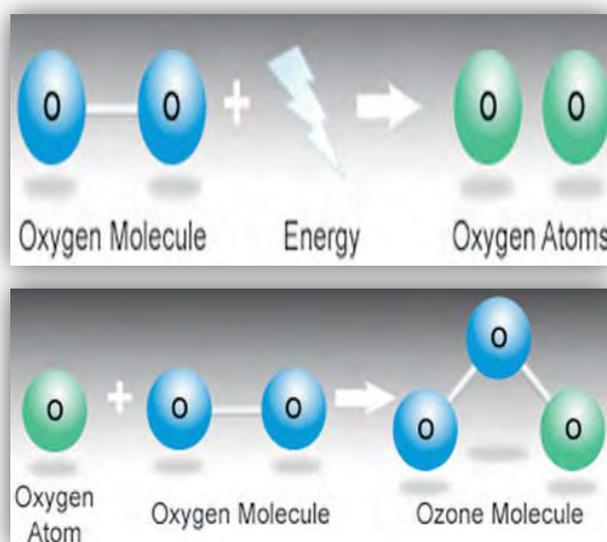
¹³ Bocci. *Op Cit* p. 1, 2.

¹⁴ Donjúan. *Op Cit*. p. 3

¹⁵ <http://portalcontaminantex.galeon.com/ozon.html> <http://lirianoantonio.blogspot.mx/2011/07/la-capade-ozono.html> consultada el 27 de septiembre de 2013.

El aire atmosférico se compone de nitrógeno (71%), oxígeno (28%), y otros gases (1%), incluido el ozono que se altera por procesos relacionados con la altitud, la temperatura y la contaminación del aire¹⁶.

La formación del ozono se puede dar de dos maneras, una natural por la acción de descargas eléctricas durante tormentas y la otra por medio de la radiación ultravioleta proveniente del sol aunque también puede tener su formación por medio de aparatos generadores de ozono¹⁷.



Formación de ozono¹⁸

En grandes ciudades el ozono, mezclado con los otros compuestos, forma el smog que se ha convertido en la principal sustancia tóxica para los pulmones, ojos, nariz y, en menor medida, la piel; particularmente la mucosa respiratoria. La toxicidad del ozono a nivel de la calle ha contribuido para apoyar la idea de que el ozono es siempre tóxico y por lo tanto, preguntarse por qué el ozono puede ser utilizado como un agente terapéutico. Ya que se ha encontrado que los

¹⁶ R. Garg & S. Tandon. Ozonoterapia: una Alternativa en Desinfección de Cavidades Cariadas. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria. Depósito legal N° pp200102CS997- ISSN: 1317-5823

¹⁷ Donjuán. *Op Cit.* p. 4.

¹⁸ Donjuán Villanueva JJ. Ozonoterapia: una Alternativa en Desinfección de Cavidades Cariadas. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria. Depósito legal N° pp200102CS997- ISSN: 1317-5823 <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2009/art30.asp>. p. 4. consultada el 27 de septiembre de 2013.



leucocitos activados humanos probablemente pueden producir ozono y esto puede ser importante para enfrentar diferentes situaciones patológicas¹⁹.

2.2 Aplicaciones en la Industria

Los generadores industriales de ozono, se han utilizado para la aplicación en la industria química y la desinfección de agua, después de que se ha visto la potente y amplia actividad bactericida del ozono, éste también se utiliza para la esterilización de alimentos²⁰.

El autor del libro "Ozone, a new medical drug", Velio Bocci, de la Universidad de Siena, Italia, afirmó en el 2011 que hoy nadie duda acerca de sus fuertes propiedades desinfectantes y hay más de 3000 instalaciones de tratamiento de agua en el mundo.

La Asociación Internacional del Ozono (IOA) se encarga de supervisar cuidadosamente todas las aplicaciones y darlas a conocer en su revista científica "Ciencia e Ingeniería de ozono", sin embargo, en ella, el propósito del uso del ozono no es la aplicación médica.²¹.



Generadores de ozono²²

¹⁹ Donjúan. *Op Cit.* p. 3.

²⁰ Fagrell, *Op Cit.* p. 141

²¹ Bocci. *Op Cit.* p. XVII

²² <http://generadordeozono.com.mx/index.html> consultada el 27 de septiembre de 2013.



3 USO DEL OZONO EN MEDICINA

3.1 Aplicación clínica

Ya conocida como “ozonoterapia” se aceptó como medicina alternativa en E.U.A desde 1880 y se ha utilizado durante más de 130 años en 20 países de todo el mundo. Hoy en día se utiliza ampliamente en Europa²³.

Shuma Das’, autor de “Aplicación de la Ozonoterapia en Odontología” en Indian Journal of Dental Advancements en 2011, la define como una terapia biooxidativa versátil en la que el oxígeno/ozono se administra a través de gas, disuelto en agua o a base de aceite para obtener beneficios terapéuticos²⁴.

Las posibles aplicaciones del ozono en la práctica clínica de la Medicina se basa en las acciones como antimicrobiano (bactericida, viricida y fungicida), antiinflamatorio, inmunomodulador, biosintético (activación del metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas, lípidos), efectos analgésicos y hemostáticos, bioenergéticos y antihipóxicos²⁵.

²³ Sushma Das’ Op Cit p. 1.

²⁴ *Ibid.* p. 538.

²⁵ Junaid Ahmed, Et al. Ozone applications in dentistry: an overview. J. Exp and Integr Med 2013;3(3):p. 172.



En el siguiente cuadro, conoceremos las especialidades médicas en las que puede ser utilizado el ozono²⁶.

Angiología	Ginecología	Neumología
Cardiología	Hepatología	Reumatología
Cosmetología	Infectología	Estomatología
Odontología	Terapia intensiva	Cirugía
Dermatología	Neurología	Urología
Gastroenterología	Oncología	
Gerontología	Ortopedia	

Bocci, en el mismo año dice que la ozonoterapia en ocasiones, ha resultado ser más útil que los tratamientos ortodoxos para enfermedades que clasificaremos por categorías.

I.

- a) Osteomielitis, abscesos con fístulas, heridas infectadas, úlceras de decúbito, úlceras crónicas, pie diabético y quemaduras.
- b) Enfermedades isquémicas avanzadas (isquemia de las extremidades posteriores, isquemia cardíaca, accidente cerebrovascular.
- c) Degeneración macular relacionada con la edad (forma atrófica)
- d) Enfermedades ortopédicas y osteoartrosis localizada.
- e) Síndrome de fatiga crónica y la fibromialgia.
- f) En Odontología sobre las lesiones de caries de raíz primaria, particularmente en los niños.
- g) Estomatología para las infecciones crónicas o recurrentes en la cavidad oral.

²⁶ Bocci. *Op Cit.* p. 97, 98.



II Enfermedades infecciosas:

- a) Enfermedades infecciosas agudas y crónicas, en particular debido a las bacterias, virus y hongos (infecciones herpéticas y el herpes zoster, infecciones por papilomavirus, onicomicosis y candidiasis, etc.) Los virus intracelulares son inaccesibles (VIH).
- b) La fatiga relacionada con el cáncer, la terapia de ozono, debido a los tratamientos ortodoxos, puede acelerar y mejorar el pronóstico. Sin embargo la ozonoterapia hasta ahora no ha sido capaz de "curar" el cáncer.

III Enfermedades graves:

- a) Autoinmunes (esclerosis múltiple, artritis reumatoide, enfermedad de Crohn).
- b) Demencia senil.
- c) Enfermedades pulmonares (enfisema, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, fibrosis pulmonar idiopática y síndrome de dificultad respiratoria aguda).
- d) Enfermedades de la piel (psoriasis y dermatitis atópica).
- e) Cáncer metastásico.

IV Enfermedades como la retinitis pigmentosa, la pérdida repentina de la audición y tinnitus, donde la ozonoterapia no produce resultados terapéuticos reales. Sin embargo, puede producir algún beneficio que, aunque temporal, ayuda a disminuir la angustia de los pacientes.

La frecuencia del tratamiento depende del tipo y etapa de la enfermedad, desde una aplicación diaria a dos por semana²⁷.

Por todo lo anteriormente mencionado Bocci dice que el ozono es una verdadera "droga maravilla".

²⁷ Velio Bocci. Et al. Has oxygen-ozonotherapy a future in medicine?. J. Exp and Integr Med 2011; 1(1); p. 8,9



Junaid Ahmed, Et al. En “Aplicaciones del ozono en Odontología” en 2013 afirman que hoy en día, el ozono puede no sólo ser utilizado en la desinfección de heridas y mejora de la circulación sanguínea, sino como un tratamiento para carcinomas, leucemia, reumatismo y esclerosis múltiple²⁸.

3.2 Generadores de ozono

Los generadores de ozono se utilizan para producirlo a partir de oxígeno médico, a través de un campo eléctrico que simula la producción natural de éste en el momento del tratamiento, el ozono se lleva después a una pieza de mano equipada con una copa de silicona, en el caso de Odontología, las copas de silicona están disponibles de formas diferentes que corresponden a la forma de varios dientes y sus superficies²⁹.



Pieza de mano con copa de silicona. Generador de ozono HealOzone, Kavó³⁰

²⁸ Donjúan. *Op Cit.* p. 4.

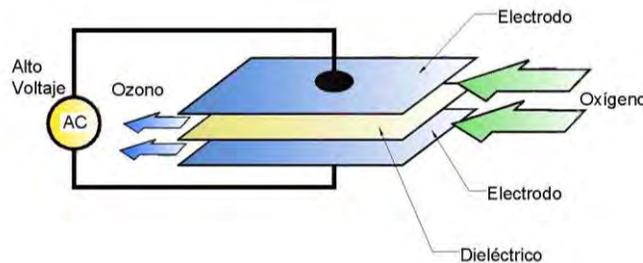
²⁹ Ahmed, Et al. *Op Cit.* p. 171, 172.

³⁰ <http://www.kzl.upol.cz/pacient.php?page=pacient/healozone>. Consultada el 7 de octubre de 2013

Debido a la inestabilidad del ozono, éste debe ser generado sólo cuando sea necesario y se utiliza una vez. La generación de ozono se puede lograr mediante:³¹

- 1) La radiación UV.
- 2) Un proceso de electroquímica.
- 3) Por descarga de corona.

Esta última, forma ozono cuando el oxígeno pasa a través una brecha entre los electrodos de tierra de alta tensión para crear un campo de energía, denominada corona. La energía de la descarga eléctrica permite la ruptura de las moléculas de oxígeno en átomos del mismo que, en presencia de un exceso de estas moléculas, forman la molécula de ozono de tres átomos.



Esquema de Efecto Corona³²

El ozonoterapeuta debe tener un generador de ozono que sea seguro y atóxico, construido con materiales resistentes al ozono, como acero inoxidable, titanio puro, Pyrex de vidrio, Teflón, Viton y poliuretano, evitando cualquier material que pueda liberarlo por la oxidación que provoca el ozono³³.

El ozono no utilizado no se puede dispersar en el medio ambiente ya que se descompone a oxígeno.

³¹ Velio Bocci. *Op Cit* p. 5, 6

³² http://www.drrogeliocalderon.com/portal/?page_id=150 consultada el 1 de octubre de 2013.

³³ Bocci. *Op Cit*. p. 5, 6.



La concentración de ozono está determinada por tres parámetros:

1. Voltaje: Propicia que la concentración final aumente.
2. Espacio entre electrodos: Sirve para modular un aumento gradual de la concentración de ozono.
3. Flujo de oxígeno: Puede ser expresado de 1 a 10 L por minuto. La concentración final es inversamente proporcional al flujo de oxígeno, por lo que, por unidad de tiempo, mayor es el flujo de oxígeno, menor será la concentración de ozono y viceversa.

3.2.1 Aparatos Generadores de Ozono (para uso médico y odontológico)

El ozono de grado médico es una mezcla de oxígeno puro y ozono puro en la proporción de 0.05% a 5% de O_3 y de 95% a 99.95% de O_2 . En menos de una hora después de la preparación, solo la mitad de la mezcla es todavía de ozono, mientras que la otra mitad se transforma en oxígeno.

Como resultado, es imposible almacenar ozono durante varios periodos de tiempo; con el fin de controlar la descomposición de O_3 en oxígeno, puede estar asociado con un vehículo con propiedades acuosas para promover la conversión más rápidamente o con un vehículo con propiedades más viscosas para retardar la conversión³⁴.

³⁴ Garg & Tandon. *Op Cit.* p. 5.



Generador de ozono: Biozon-Medic y Biozon-Dent ³⁵

Para uso odontológico, CurOzone USA Inc desarrolló el HealOzone, que ahora es distribuido por Kavo Dental (Kavo, Biberach, Alemania).

Rajeev Kumar Garg y Sandeep Tandon, en el artículo publicado en The Internet Journal of Dental Science en 2009, mencionan que se realizó un estudio en el que se compararon dos sistemas generadores de ozono, estos son el dispositivo Ozicure (que ya no esta disponible y no tiene licencia para su uso en Europa) y el HealOzone para su uso en odontología. Los dos se compararon en base a la cantidad de ozono que se escapó durante la aplicación del gas.

Los investigadores encontraron que el dispositivo Ozicure, cuando se utiliza sin una succión adecuada, permitió que el ozono llegara a concentraciones superiores a los niveles permitidos y, por lo tanto, no debe ser utilizado. Se encontró que el generador HealOzone es seguro de usar, ya que después del tratamiento, un filtro especial en el generador convierte el ozono residual en oxígeno.³⁶

³⁵ <http://www.basktek.com.mx/ozonizadores.html> consultada el 1 de octubre de 2013.

³⁶ Garg & Tandon. *Op Cit.* p. 5.

HealOzone, Kavo, es un sistema de ozono portátil con un generador de ozono que lo produce a una concentración de 2.100 ± 200 ppm (615ml/min de O_2-O_3 en concentración baja de $4\mu\text{g/ml}$); este dispositivo proporciona ozono a través de una pieza de mano directamente a la lesión con un cambio de 300 veces por segundo.

Una copa de silicio determina el área cubierta, las copas son construidas de manera que son capaces de sellar herméticamente la zona a tratar. Según el fabricante, no hay fugas de ozono del sistema dentro de la boca, y si hay una fuga en el sistema, el sistema de administración de ozono se detendrá automáticamente.³⁷



HealOzone, Kavo³⁸

Este generador de ozono cumple con toda la legislación de la Unión Europea que cubre los productos sanitarios (CE:93/42/CEE (CEE))³⁹.

³⁷ Irmgard Hauser-Gerspach. Comparison of the immediate effects of gaseous ozone and chlorhexidine gel on bacteria in cavitated carious lesions in children in vivo. p. 288.

³⁸ <http://www.kzl.upol.cz/patient.php?page=patient/healozone> consultada el 1 de octubre de 2013.

³⁹ Fagrell. *Op Cit* p. 142.

La forma de administración de ozono es tópica, regional en forma gaseosa o acuosa, o en aceite ozonizado (de oliva o de girasol)⁴⁰.

La ozonización de cualquiera de los aceites vegetales o agua bidestilada se lleva a cabo mediante burbujeo de la mezcla de gases (O_2-O_3), ya sea para 5 min o hasta 2 días, respectivamente. La concentración de ozono en el agua pura, corresponde a 25% de la concentración utilizada, que es más que suficiente para una desinfección óptima. Un gramo de aceite puede unir hasta a 160 mg de ozono. Mientras que el agua ozonizada sigue siendo eficaz durante 1-2 días, el aceite se mantiene estable en refrigeración durante 2 años⁴¹.



Generador de ozono para agua ⁴²

⁴⁰ Fagrell. *Op Cit.* 141.

⁴¹ Bocci. *Op Cit.* p. 15

⁴² http://www.naturalmed.es/productos_derivados.html consultada el 27 de septiembre de 2013



3.3 Vías de Administración

Muchas vías parenterales y tópicas son utilizadas para administrar el ozono sin efectos tóxicos y mínimo malestar, excepto por la vía de inhalación (vía traqueo-bronquial-pulmonar por su alta toxicidad)⁴³.

A continuación se presenta un cuadro con las vías de administración de ozono, de las cuales, enseguida se explicarán algunas de ellas.

Parenteral	Tópica
Intravenosa (IV)	
Intra-arterial (IA)	Nasal
Intramuscular (IM)	Auricular
Subcutáneo (SC)	Oral
Intraperitoneal (IPE)	Vaginal
Intrapleural (IPL)	Uretral
Intra-articular (IAT)	Rectal
a) Periarticular	Cutáneo
b) Miofacial	Dental
Intradiscal (ID)	
Intralesional (IL)	

44

Intravenosa e intra-arterial: Velio Bocci, en 2011, publicó en su libro “Ozone, A new medical drug” que la administración en forma gaseosa, está prohibida desde 1984, debido a varias muertes por embolia pulmonar en el pasado.

⁴³ Bocci *Ibid.* p. 27-32

⁴⁴ Garg & Tandon. *Op Cit.* p. 5.

Subcutáneas (SC): Una concentración de ozono de 20 mcg/ml es muy doloroso. Incluso con el máximo cuidado, estos grandes volúmenes de gas pueden causar fácilmente la embolia pulmonar. Sin embargo, un volumen mucho menor y un descanso de media hora con un suave masaje en las áreas inyectadas pueden evitar estas tragedias.⁴⁵



Ozonoterapia⁴⁶

Tópicas: se pueden realizar con la mezcla de gas, agua ozonizada y aceite. En afecciones nasales y orales (encía, mucosa). Si se utiliza el gas, con un volumen de aproximadamente 20 ml puede ser suficiente, pero el paciente, después de tomar una respiración profunda, debe permanecer en la apnea durante 40-60 segundos y luego expirar profundamente.

El tratamiento con ozono en las infecciones rectales y vaginales crónicas, resistentes a los tratamientos convencionales, responden muy bien a la ozonoterapia. Después de la inserción de unos 10-20 cm de un catéter de silicona (lubricado con aceite), podemos empezar a lavar las cavidades con abundante agua ozonizada para la eliminación de secreción purulenta, a continuación, con

⁴⁵ *Ibidem.*

⁴⁶ <http://medicadigitusdeus.com/ozonoterapia/> consultada el 27 de septiembre de 2013.



una jeringa se aplica 5-20 ml de aceite ozonizado. Óvulos y supositorios de aceite ozonizado vaginales y rectales pueden ser aplicados antes de que el descanso nocturno.

Cutánea: para todo tipo de infecciones (desde dolor de las úlceras diabéticas, quemaduras, picaduras de insectos y quemadura de medusas), accidentes y traumas de guerra. El gas puede ser utilizado, pero la lesión debe ser sellada herméticamente con varios dispositivos resistentes para prevenir su respiración⁴⁷.



Aplicación tópica de Ozono⁴⁸

3.4 Mecanismo de acción

La humedad, temperatura y oxigenación tienen un efecto importante sobre la acción del ozono, que es directamente proporcional a su eficacia⁴⁹.

Uno de los mecanismos más importantes y conocidos de la acción del ozono está relacionado con su actividad altamente oxidativa, siendo un agente biocida

⁴⁷ Bocci *Op Cit.* p. 27-32

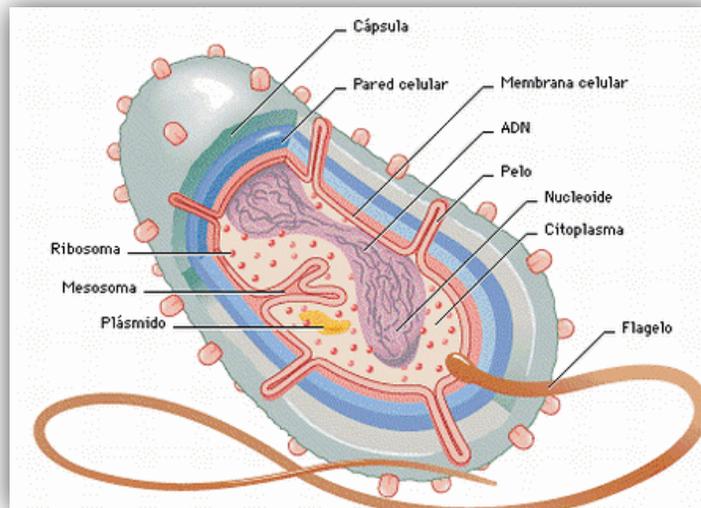
⁴⁸ <http://www.olympiasportsclinic.com/ozonoterapia/> consultada el 27 de septiembre de 2013.

⁴⁹ Oliveira AF & Mendes HJ. Clinical Applications of Ozone in Dentistry. Artigo de Revisão. Rev.Saúde.Com 2009; 5(2): 128-140. p. 130, 131

potencial que actúa contra hongos, colonias bacterianas, y virus. Ningún otro agente ha sido capaz de luchar contra tantos patógenos como ozono.

En 2009 André Frutuoso de Olivera y Haroldo José Mendes en Brasil, mencionan que existen varias teorías que intentan explicar cómo el ozono actúa contra las bacterias, una de las más aceptadas es que el ataque principal del ozono ocurre en la pared celular que, después de su difusión dentro de la célula, oxida al recombinarse con elementos citoplasmáticos, aminoácidos y ácidos nucleicos.

Las bacterias, hongos y virus, no tienen complejos sistemas de reparación, como ADN y ARN, así el ozono reacciona con las cadenas, haciendo clic en ellas, impidiendo la replicación celular y la producción de aminoácidos, causando en el cuerpo la desnaturalización y muerte⁵⁰.

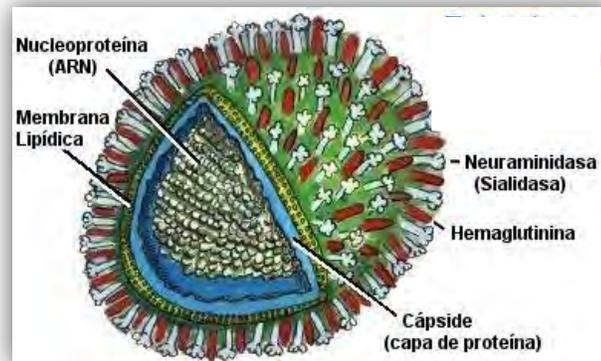


Estructura de la bacteria⁵¹

⁵⁰ Oliveira & Mendes. *Op Cit.* p. 130, 131

⁵¹ <http://www.biologiasur.org/apuntes/base-fisico-quimica/organizacion-y-fisiologia-celular/celula-procariotica-y-eucariotica.html> consultada el 1 de Octubre de 2013.

Las principales acciones antivirales de ozono son el cambio de la cápside y la destrucción irreversible de ADN viral. Sin embargo, el ozono no tiene la misma fuerza acción en cada microorganismo, además es efectivo en cualquier tipo de infección por hongos⁵².



Estructura del Virus⁵³

3.4.1 A Nivel Sistémico

Para mencionar la acción del ozono a nivel sistémico, citaré al autor del artículo “Ozonoterapia: Una alternativa en desinfección de cavidades cariadas” de la Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría, Donjuán Villanueva.

Se ha documentado que el ozono estimula la producción de leucocitos, células fundamentales en la defensa contra infecciones. Al aumentar significativamente los niveles de oxígeno en la sangre, no solo durante su administración sino durante largos periodos de tiempo, facilita las condiciones para que la actividad defensiva leucocitaria cumpla su función.⁵⁴

⁵² Ahmed, Et al. *Op Cit.* p. 172.

⁵³ <http://www.scientificpsychic.com/health/virus-humano.html> consultada el 1 de Octubre de 2013.

⁵⁴ Donjuán. *Op Cit.* p. 4-6



Eleva el interferón, proteínas globulares que juegan un papel importante en la respuesta inmune; algunos interferones son producidos por células infectadas por virus y alertan a las células vecinas de la probabilidad de infección, evitando así la replicación viral.

El interferón gamma puede ser elevado bajo el estímulo del ozono hasta niveles del 400-900%, está implicado en el control de células fagocíticas, encargadas de envolver e inactivar a patógenos y células anormales.

El ozono incrementa los niveles de TNF (Factor de Necrosis Tumoral), cuya misión es impedir el crecimiento del tumor y de células metastásicas.

Estimula la secreción de IL-2 (Interleucina-2), citosina fundamental en el sistema inmune. Es segregada por las células T helper (CD4, que actúan como un regulador dominante del sistema inmunitario) y por un proceso de autoestimulación. La IL-2 estimula a las T helper para que produzcan más IL-2, cuya misión es estimular la producción de Linfocitos T.

También elimina a bajas concentraciones a la mayoría de las células bacterianas. El metabolismo de las bacterias es 17 veces menos eficiente que el nuestro y está desprovisto de sistemas antioxidantes, enzimas como las catalasas, que les permita sobrevivir a concentraciones mayores del 2% de ozono. Por lo que se descarta la idea de que afecte también a nuestras propias células.

El ozono aumenta la elasticidad y flexibilidad de los eritrocitos. También acelera el ciclo de Krebs, aumentando la glicólisis y por lo tanto la producción de energía en forma de ATP. Así como también estimula los sistemas enzimáticos.



3.5 Contraindicaciones

Las siguientes contraindicaciones se deben tener en cuenta para la terapia sistémica y el riesgo de ozonoterapia, ya que debe ser evaluado con la condición clínica del paciente.

(a) Pacientes con un significativo déficit de G-6PD. Favismo es una enfermedad hemolítica observada en algunas personas que carecen de la enzima. Esta enzima proporciona equivalentes de reducción cruciales capaces de suprimir la oxidación excesiva y hemólisis intensiva.

(b) Embarazo, particularmente en la fase temprana, para excluir cualquier riesgo mutagénico, aunque es poco probable.

(c) Pacientes tratados con inhibidores de la ECA (inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina).

(d) Situaciones anormales con el hipertiroidismo, trombocitopenia y seria inestabilidad cardiovascular.

(e) Alergia al ozono se ha afirmado, pero el uso de bolsas de plástico puede inducir la liberación de un alérgico componentes del material plastificante.

Además en anemia severa, miastenia grave, intoxicación alcohólica aguda, infarto al miocardio reciente y hemorragia de cualquier órgano⁵⁵.

La Cooperación Europea de Sociedades de ozono médico advierte que las inyecciones intravenosas directas de ozono gaseoso no se deben practicar por el posible riesgo de embolia gaseosa.

⁵⁵ Donjúan. *Op Cit.* p. 4-6



Siempre que sea posible, el paciente debe seguir durante los años subsiguientes y debe señalar si la enfermedad mejora o persiste o empeora, así como la posible aparición de nuevas patologías relacionadas con el estrés oxidativo⁵⁶.

3.6 Ventajas y Desventajas

Ramachandran Sudarshan, en 2013 en su artículo de “Ozonoterapia en Odontología”, menciona que los investigadores creen que esta terapia se encuentra en estado de equilibrio con ventajas y desventajas⁵⁷.

Ventajas:

Su baja citotoxicidad, en situaciones clínicas, puede ser causada por una rápida degradación del ozono solo después del contacto con compuestos orgánicos, mencionada por Tobias G. Fagrell en el 2008⁵⁸.

Potente actividad desinfectante del ozono en lo que se refiere a las bacterias Gram negativas y Gram positivas, hongos, virus y protozoos. El tratamiento simple y de bajo costo con agua ozonizada y el aceite es bien tolerada, no tiene efectos nocivos y el tiempo de curación es mucho más corto que con cualquier tratamiento convencional. Esto es afirmado por Velio Bocci en 2011, quien dice que se debe a una serie de factores como la desinfección, la vasodilatación, y la oxigenación con normalización de la acidosis tisular y la reabsorción del edema⁵⁹.

⁵⁶ Das'. *Op Cit.* p. 541.

⁵⁷ Ramachandran Sudarshan. Ozone Therapy in Dentistry. *Arsiv Kaynak Tarama Dergisi. Archives Medical Review Journal* 2013;22(1). p. 45.

⁵⁸ Fagrell. *Op Cit* p. 142.

⁵⁹ Bocci. *Op Cit.* p. 27-32 .



Desventajas:

Es un gas intrínsecamente tóxico que no se respira, no se puede almacenar y se debe utilizar con precaución y competencia. Puede ser realizado solamente por los médicos y odontólogos después de una formación adecuada en su uso⁶⁰.

La inhalación prolongada del ozono puede ser perjudicial para los pulmones u otros órganos, pero en dosis bien calibradas puede ser utilizado terapéuticamente en diversas condiciones sin ningún tipo de toxicidad o efecto secundario, esto lo menciona Shuma Das' en un artículo publicado en 2011 en el Indian Journal of Dental Advancements⁶¹.

En altas concentraciones es tóxico para los sistemas vivos, ya que causa daño a las membranas celulares. Esta toxicidad ha llevado a sugerir la consideración del ozono como un agente para la desinfección de las líneas de agua de la unidad dental, pero también puede estar relacionado con la causa de los síntomas respiratorios en los niños con asma.⁶²

Velio Bocci menciona que el ozono actúa como un donante de oxígeno para las bacterias anaerobias aerobias facultativas que lo utilizan para su crecimiento. Este parámetro puede influir en el hecho de que no hay total eliminación de las bacterias, por lo que el uso de cortos periodos de tiempo del tratamiento con ozono se supone para ejercer un efecto bacteriostático sobre el crecimiento de microorganismos⁶³.

⁶⁰ Ahmed, Et al. *Op Cit.* p. 172.

⁶¹ Das'. *Op Cit.* p. 541.

⁶² Rickard GD. Ozono therapy for the treatment of dental caries (Review). The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd. 2008. p. 2.

⁶³ Bocci. *Op Cit.* p. 27.



4 USO DEL OZONO EN ODONTOLOGÍA

4.1 Aplicación Clínica

Como se ha comentado, las propiedades del ozono, antimicrobianas, desinfectantes, biocompatibilidad y sus propiedades curativas, permiten su uso en odontología⁶⁴.

Desde 1995 en Alemania, Filippi y Kirschner han utilizado agua ozonizada a presión, como un aerosol, durante el tratamiento dental y operaciones quirúrgicas, mencionan que se elimina todo el material purulento y desinfecta la zona, activa la circulación local y puede estimular la producción de las citocinas habituales promoviendo el proceso de curación.

Filippi, en el 15º Congreso Mundial (IOA, 2001), informó de que la aplicación de agua ozonizada en la cavidad oral acelera significativamente la curación de heridas en comparación con el tratamiento con placebo. Esto fue reportado en el artículo publicado por Rickard GD en 2008⁶⁵.

Por otra parte, Donjuán Villanueva, en 2009 propone que el ozono puede ser usado de las siguientes formas:

- Como un poderoso desinfectante de superficies
- Contener hemorragias
- Limpieza de heridas de huesos y tejidos blandos
- Reforzar el aporte de oxígeno en el área de una herida quirúrgica para mejorar la cicatrización
- Antiséptico para tratar enfermedades periodontales, estomatitis, alveolitis y en la preparación de una cirugía oral.

⁶⁴ Gopalakrishnan & Parthiban. *Op Cit* p. 60.

⁶⁵ Rickard. *Op Cit*. p. 2.



- Gingivitis, blanqueamiento dental y caries.
- Caries radiculares.
- Defectos de mineralización, evita la formación de nichos dentro de las porosidades.
- Previo a selladores de fosetas y fisuras.
- Fase post-eruptiva, evita la formación de caries en superficies oclusales cuando el esmalte es muy delgado.
- Caries incipiente, detiene su progresión.
- Caries de la infancia temprana, detiene su progresión sin ocupar instrumental invasivo.
- Previo a restauraciones limitadamente invasivas, desinfecta y disminuye la sensibilidad pos-operatoria.
- Lesiones profundas, detiene el progreso carioso y permite llevar a cabo medidas de remineralización.
- Dientes con exposición cervical, disminuye la sensibilidad.
- Desinfección de conductos.⁶⁶

4.1.1 Tratamiento de caries

La cavidad bucal alberga normalmente a unos 20gr. de bacterias comensales, que pueden convertirse en patógenos y son los principales responsables de la caries dental.⁶⁷

André Frutuoso de Olivera y Haroldo José Mendes en 2009, afirmaron que a pesar de las grandes contradicciones del ozono, en un enfoque no invasivo, es una alternativa al tratamiento de caries incipiente, particularmente en el tratamiento de las lesiones en raíz.

⁶⁶ Donjúan *Op Cit.* p. 6,7.

⁶⁷ Bocci. *Op Cit.* p. 217, 218.

Das' en 2009, propone la aplicación de gas ozono es durante 2 a 3 minutos, seguido de la aplicación de fluoruro de sodio al 2% y 5% de xilitol, con el objetivo de promover la remineralización del área⁶⁸.

En forma gaseosa o acuosa, ha demostrado un efecto perjudicial sobre las bacterias cariogénicas, lo que resulta en su eliminación⁶⁹. De esta manera podemos decir que el ácido más fuerte producido por estas bacterias durante la cariogénesis es el ácido pirúvico, el ozono oxida este ácido a acetato y CO₂ por el aumento del pH, y se ha demostrado que la remineralización de las lesiones de caries puede darse cuando hay producción de éste u otros ácidos de pKa (logaritmo negativo de la constante de disociación ácida de un ácido débil) alto encontrados en la placa dentobacteriana^{70,71}.



Tratamiento de caries con ozono⁷²

⁶⁸ Oliveira & Mendes. *Op Cit.* p. 134-136.

⁶⁹ Das'. *Op Cit.* p. 538, 539.

⁷⁰ European Journal of Dentistry. Effectiveness of Ozone with or without the Additional Use of Remineralizing Solution on Non-Cavitated Fissure Carious Lesion in Permanent Molars. *Eur J Dent* 2011 October; 5(4): 393-399.

⁷¹ Das'. *Op Cit.* p. 539.

⁷² <http://www.ozonocarbars.com/////ozonodental/index.php?subaction=showfull&id=1287679102> consultada el 27 de Septiembre de 2013.



4.1.2 Tratamiento de hipersensibilidad

Garg & Tandon en 2009, publicaron un artículo titulado “Ozono: La nueva cara de la odontología” en donde mencionan que el alivio rápido de la sensibilidad se ha documentado después de colocar ozono durante 60 segundos, seguido de la limpieza de la dentina expuesta de manera repetitiva⁷³.

En ensayos clínicos documentados por Shuma Das' en 2009, se observa que la desensibilización de la dentina tiene una duración de un periodo más largo de tiempo y que el ozono elimina la capa de frotis de la raíz expuesta, abre los túbulos dentinarios, amplía su diámetro y permite que los iones de calcio y fluoruro fluyan fácilmente por los túbulos, profunda y efectivamente para después tapar los túbulos dentinarios, impidiendo el intercambio de fluido a través de los mismos⁷⁴.

4.1.3 Endodoncia

Das' también menciona que tiene un gran potencial para ser utilizado en endodoncia ya que es uno de los agentes antimicrobianos más potentes para reducir el número de microorganismos en el conducto radicular, cuando se prescribe en concentración suficiente y se utiliza durante un tiempo adecuado, liberado directamente en los conductos radiculares después de la limpieza y la conformación de los mismos.



Desinfección de conductos con ozono⁷⁵

⁷³ Garg & Tandon. *Op Cit* p. 4.

⁷⁴ Das'. *Op Cit*. p. 539.

⁷⁵ <http://www.ozonocarbars.com/////ozonodental/index.php?subaction=showfull&id=1287679102>
consultada el 27 de Septiembre de 2013.



4.1.4 Odontología restauradora

Das' evaluó la eficacia del ozono en odontología restauradora y su efecto con los diferentes materiales dentales, concluyendo que este gas se puede aplicar antes del grabado ácido y la colocación de un sellador sin ningún impacto negativo sobre las propiedades físicas de la superficie esmalte⁷⁶.

4.1.5 Efecto antibacteriano sobre el biofilm de la placa dentobacteriana.

El proceso carioso y la enfermedad periodontal son causadas principalmente por el bofilm de la placa, por lo que el ozono puede ser útil para controlar los microorganismos infecciosos orales presentes en ésta, en donde el agua ozonizada resultó ser un agente antiséptico potencial, mostrando además, una menor citotoxicidad que el ozono gaseoso o antimicrobianos establecidos como digluconato de clorhexidina, hipoclorito de sodio o peróxido de hidrógeno.

4.1.6 Cirugía oral y maxilofacial

El agua ozonizada se presenta como una ayuda durante la exodoncia, esto menciona André Frutuoso de Olivera y Haroldo José Mendes en 2009, se emplea como agente irrigante durante la osteotomía en cirugía de terceros molares, lo que reduce la incidencia de complicaciones infecciosas después de dicha cirugía, y también está indicado para aplicaciones profilácticas contra infecciones después de una osteomielitis.⁷⁷

⁷⁶ Das'. *Op Cit.* p. 539.

⁷⁷ Oliveira & Mendes. *Op Cit.* p. 133.

En los casos de alveolitis, se muestra como un tratamiento prometedor. En un estudio documentado por estos autores, en donde fue estudiada la acción del aceite ozonizado en comparación con Alvogil asociado con antibióticos, los resultados muestran que el 46% de los pacientes tratados con aceite ozonizado obtuvieron la curación, en comparación con 41% en el grupo de control. También se puede observar que la terapia con ozono exhibió resultados más rápidos, que incluso el uso de antibióticos para el grupo de control.



Tratamiento de Alveolitis con ozono⁷⁸

4.1.7 Tratamiento de la periimplantitis

Ahmed en 2013 reportó que la terapia de implante dental se esta convirtiendo en la norma definitiva para el reemplazo de dientes perdidos. Por lo que un régimen de control de placa adecuada y constante se debe garantizar para la prevención de la periimplantitis. El ozono elimina los microorganismos causantes de ésta y muestra un efecto de cicatrización de la herida positivo debido al aumento de la circulación del tejido.



Tratamiento de periimplantitis con ozono⁷⁹

⁷⁸ <http://www.ozonocarbars.com/////ozonodental/index.php?subaction=showfull&id=1287679102> consultada el 27 de Septiembre de 2013.



4.1.8 Cicatrización de heridas

Filippi en 2006 observó el efecto del ozono en la curación de heridas epiteliales en la cavidad oral, en donde se encontró que puede ser utilizado todos los días para acelerar el efecto de curación en la mucosa, esto se ve en los primeros dos días del postoperatorio. La comparación con la heridas sin tratamiento mostró que el uso diario con agua ozonizada acelera la tasa de curación fisiológica⁸⁰.

4.1.9 Descontaminación de dientes avulsionados previo a la reimplantación

Das' menciona que se ha encontrado un alto nivel de biocompatibilidad del agua ozonizada sobre las células epiteliales orales, fibroblastos gingivales y células periodontales. Por lo que, lavar durante dos minutos los dientes avulsionados con agua ozonizada proporciona una limpieza mecánica y la descontaminación de la superficie de la raíz sin ningún efecto negativo sobre las células periodontales que quedan en la superficie del diente antes de la reimplantación.

4.1.10 Efecto en el periodonto

Brauner en 1991, investigó los efectos terapéuticos del agua ozonizada mediante la irrigación de las bolsas periodontales de 40 pacientes con 10 ml de agua bidestilada ozonizada, todos los días, durante 4 semanas, lo que resultó en una mejora del índice de sangrado del surco y del índice de placa, sin ningún tipo de efectos adversos observados, no se informó de la concentración exacta de ozono en el agua y el tiempo de contacto.

⁷⁹ <http://www.ozonocarbars.com/////ozonodental/index.php?subaction=showfull&id=1287679102> consultada el 27 de Septiembre de 2013.

⁸⁰ Das'. *Op Cit.* p. 540.



En un estudio clínico y microbiológico en el año 2010, con 16 pacientes durante un período de tiempo de 18 días, Kshitish y Laxman encontraron un mayor porcentaje de reducción de varios índices clínicos (placa dentobacteriana, e índices de sangrado gingival) en la irrigación de las bolsas periodontales con agua ozonizada, por lo que Junaid Ahmed en 2013, reveló que este tipo de tratamiento puede ser un valioso complemento al tratamiento periodontal⁸¹.



Tratamiento de gingivitis y periodontitis con ozono⁸²

4.1.11 Eficacia antimicrobiana en la limpieza de prótesis removibles.

Das' menciona que el ozono puede ser aplicado para la limpieza de la superficie de las prótesis removibles con poco impacto en la calidad de las aleaciones, en la rugosidad de la superficie y en el peso. La exposición directa al gas ozono ha mostrado ser más eficaz en comparación con el agua ozonizada para la desinfección de dichas prótesis⁸³.

El uso de aceite ozonizado en pacientes con estomatitis protésica en comparación con la acción de la nistatina, fármaco antifúngico, acelera su curación, esto es mencionado por André Frutuoso de Olivera y Haroldo José Mendes en 2009⁸⁴.

⁸¹ Ahmed, Et al. *Op Cit.* p. 174.

⁸² <http://www.ozonocarbars.com/////ozonodental/index.php?subaction=showfull&id=1287679102> consultada el 27 de Septiembre de 2013.

⁸³ Das'. *Op Cit.* p. 540.

⁸⁴ Oliveira & Mendes. *Op Cit.* p. 137.

4.1.12 En el sistema de agua de la unidad dental

Tiene una aplicación potencial en la reducción de los recuentos bacterianos en los sistemas de distribución de agua de la unidad dental⁸⁵. Das' dice que al aplicarlo durante diez minutos, causó la reducción del 65% del total de los recuentos de bacterias viables pero no tuvo éxito en la eliminación de la biopelícula de las superficies de los tubos⁸⁶.

André de Olivera y Haroldo Mendes, mencionan que también puede usarse como una estrategia en la esterilización de instrumentos odontológicos, y en combinación con sistemas de la limpieza de ultrasonido, logrando resultados satisfactorios⁸⁷.



Equipo productor de Ozono y caja de esterilización⁸⁸

⁸⁵ Fagrell. Op Cit. p. 441.

⁸⁶ Das'. Op Cit. p. 540, 541

⁸⁷ Oliveira & Mendes. Op Cit. p. 137.

⁸⁸ http://www.drrogelicalderon.com/portal/?page_id=150. Consultada el 8 de oct. de 13



4.2 Formas de Aplicación

Las formas clásicas de aplicación de ozono que interesan en Odontología son: el gas directamente en los tejidos, agua ozonizada y aceite ozonizado. La aplicación de gas ozono es la forma de ruta más antigua de ser empleada⁸⁹.



Aplicación de ozono gaseoso⁹⁰

El ozono es aproximadamente diez veces más soluble en agua en comparación con el oxígeno. Disuelto en agua tiene una vida media de 9-10 horas (pH 7 a 20 °C) a 0°C, por lo que se maneja fácilmente en comparación con el gas. Permite una total absorción del gas producido, lo que reduce los riesgos de salud, y de manera eficiente permite la irrigación quirúrgica en extracciones, irrigación de conductos endodóncicos y bolsas periodontales.



Aplicación de agua ozonizada⁹¹

⁸⁹ Oliveira & Mendes. Ibid. p. 132, 133

⁹⁰ <http://www.ozono21.com/actualidad-interna/generador-ozono-terapia-odontologica/189/>
el 27 de septiembre de 2013.

Puede también ser en forma de aceite, en donde el vehículo permanece en contacto con la superficie realizando su función por un período más largo. Mientras que la vida media del ozono en forma gaseosa es efímera, en forma de aceite permite el almacenamiento por varios meses, prescindiendo de la necesidad del generador.



Agua y aceite ozonizado⁹²

4.3 Efectos Bactericidas y Bacteriostáticos

Ahmed menciona que la investigación sobre el uso de ozono en la lucha contra las bacterias típicas para enfermedades dentales ha demostrado tener un efecto oxidante en éstas y es bactericida⁹³.

Está bien documentado que el ozono elimina bacterias, virus y hongos al entrar en contacto con los diferentes microorganismos, según Tobias Fagrell en 2008⁹⁴. Por lo que puede ser considerado como un adyuvante a la estrategia de tratamiento convencional debido a su potente capacidad para inactivar microorganismos⁹⁵.

⁹¹ <http://www.implantmedia.com/webicqmed/paginas/elozono.htm> consultada el 1 de Octubre de 2013.

⁹² <http://www.implantmedia.com/webicqmed/paginas/elozono.htm> consultada el 1 de Octubre de 2013.

⁹³ Ahmed, Et al. Op Cit. p. 172.

⁹⁴ Fagrell. Op Cit. p. 441.

⁹⁵ Das'. Op Cit. p. 539



En el mismo año, Edward Lynch, dice que el ozono es uno de los más poderosos agentes antimicrobianos que se pueden usar en odontología. Las lesiones en vivo (a diferencia de las biopelículas artificiales) contienen muchas moléculas (tales como el hierro) que aumentan la eficacia antimicrobiana del ozono en caries⁹⁶.

Se sabe que la caries se crea por un limitado grupo de microorganismos presentes en la microflora y la placa dental; llamado biofilm, entre los cuales adquieren relevancia las especies *Streptococos* (95%), junto con *Actinomices*, *Haemophilus*, *Lactobacilos* y *Neisseria*, que colonizan el biofilm y generan la desmineralización responsable de la aparición de la caries⁹⁷.

Tobias Fagrell dice que se ha encontrado un efecto antimicrobiano del ozono en *Streptococos mutans* y *Streptococos sobrinus*, bacterias conocidas por jugar un papel importante en el proceso de la caries⁹⁸.

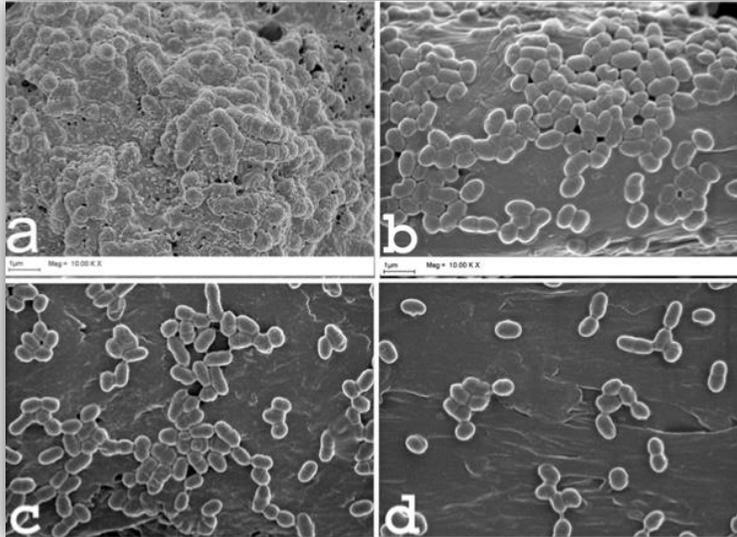
En un estudio realizado por éste autor, se demostró que el tratamiento con ozono gaseoso durante 20 segundos o más es eficaz para eliminar los diferentes microorganismos orales que participan en el proceso de la caries, impidió que las bacterias crecieran. Pero tratamientos de menos de 20 segundos solo tenían un efecto limitado en el crecimiento de microorganismos. Por lo que con una concentración de ozono de 2.100 ppm, un tratamiento de menos de 20 segundos parece ser demasiado corto para la eliminación de todos los microorganismos utilizados en este estudio.⁹⁹

⁹⁶ Edward Lynch. Evidence-Based Caries Reversal Using Ozone. Ask th Experts. Journal Compilation, Wiley Periodicales. INC. Volume 20, Number 4. 2008. p. 218

⁹⁷ Donjúan. *Op Cit*. p. 7

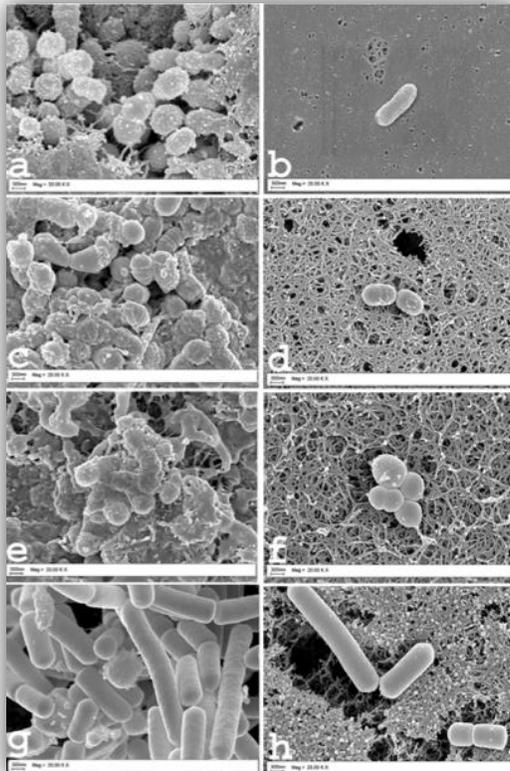
⁹⁸ Fagrell. *Op Cit* p. 141

⁹⁹ Fagrell. *Ibid*. p. 145, 146



Imágenes de *S. mutans*, magnificación x10, 000
a) Bacterias no tratadas con un crecimiento masivo. b) Bacterias tratadas durante 20 segundos con un crecimiento sólo en una monocapa.
c) Bacterias tratadas durante 40 segundos con un crecimiento limitado en una monocapa.
d) Las bacterias tratadas durante 60 segundos sin crecimiento en una monocapa

Fagrell también encontró que algunas bacterias tales como *Streptococcus sanguis* y *Streptococcus Haemophilus* se redujeron en número después del tratamiento¹⁰⁰.



Imágenes de cuatro cepas diferentes de microorganismos (O= sin tratamiento con ozono, 60 s = tratamiento con ozono durante 60 segundos). X20.

- a) *S. mutans* cepa IB (0).
- b) *S. mutans* cepa IB (60 s).
- c) *S. mutans* OMZ65 (0)
- d) *S. mutans* OMZ65 (60 s).
- e) *S. Sobrinus* B13 (0).
- f) *S. Sobrinus* B13 (60 s).
- g) Los lactobacilos 90 (0).
- h) Los lactobacilos 90 (60 s).

¹⁰⁰ Fagrell. *Op Cit* p. 142.



El ozono tiene actividad antimicrobiana contra los patógenos periodontales. Bezrukova et al, en 2005, informó que el ozono reduce el crecimiento de *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Bacteriodes forsythia*, *Treponema denticola*, *Porphyromonas gingivalis* y *Prevotella intermedia*, sin embargo, no se proporcionó información sobre el tiempo de aplicación y dosis¹⁰².

¹⁰¹ Fagrell. *Ibid.* p. 144.

¹⁰² Ahmed, Et al. *Op Cit.* p. 174.



5 USO DEL OZONO EN ODONTOPEDIATRÍA

A pesar de que existen escasas referencias bibliográficas del uso del ozono en Odontopediatría, podemos mencionar algunos padecimientos en los cuales se ha experimentado su efectividad con resultados satisfactorios.

5.1 Como medida preventiva

La prevención de la enfermedad siempre ha sido la modalidad más rentable para cualquier sistema de salud. Para evitar la caries dental, desde 1960 la “odontología preventiva” o “intervenciones no invasivas” ha logrado cierto éxito¹⁰³.

Giulio Marchesi en 2012 mencionó que en las últimas 3 décadas, las técnicas efectivas para la prevención de caries (suplementos de fluoruro, una mejor nutrición, normas superiores de vida y salud, y un mayor acceso a la atención dental) han mejorado significativamente la salud oral de los niños. Sin embargo, datos recientes indican que el 42% de los niños y adolescentes presentan caries dental (cariado u obturado) y que aproximadamente el 90% de las lesiones cariosas se encuentran en fosetas y fisuras de dientes posteriores, esto puede ser por la complejidad morfológica, lo que favorece la acumulación de placa y la susceptibilidad a caries.¹⁰⁴

El desarrollo de equipos para emplear ozono en la práctica dental ha abierto nuevas posibilidades terapéuticas en la prevención de lesiones en la superficie dental¹⁰⁵.

¹⁰³ Fagrell. *Op Cit* p. 142.

¹⁰⁴ Giulio Marchesi, DDS, PhD¹. Effect of Ozone Application on the Immediate Seal Bond Strength and Microleakage of Dental Sealants. *Pediatric Dentistry* V. 34 No 4. Jul-aug 12.

¹⁰⁵ Donjúan. *Op Cit*. p. 6,7.



5.1.1 Selladores de foseetas y fisuras

La aplicación del ozono se hace con el fin de eliminar radicalmente la presencia de bacterias que pudieran estar presentes en las fisuras de los dientes que no podemos detectar a simple vista, ya que éstas pueden provocar caries y no permitir un tratamiento favorecedor; solo entonces se puede colocar un sellador de foseetas y fisuras cuando el ozono haya actuado unos pocos segundos sobre la superficie del diente.

Edward Lynch refiere que existe buena evidencia del uso del ozono como tratamiento profiláctico antimicrobiano antes del lavado y la colocación de selladores de foseetas y fisuras, así como otras restauraciones, sin ninguna interacción negativa con la propiedad física de las restauraciones adhesivas de esmalte y dentina¹⁰⁶

5.2 En tratamiento de caries dental

Irmgard Hauser-Gerspach en 2009, menciona que la caries es una de las enfermedades más comunes que afectan a la población mundial y a menudo resultando en una disminución de la calidad de vida. La pérdida de dientes en niños, especialmente los segundos molares primarios, puede conducir a la reducción de la longitud del arco; provocando apiñamiento y que además hay una relación directa entre la experiencia de caries en dentición primaria y dentición permanente¹⁰⁷.

Este autor explica el proceso de la caries como un equilibrio de factores patológicos (bacterias cariogénicas, hidratos de carbono fermentable, disfunciones salivales) y factores de protección (componentes salivales y el flujo, la existencia de fluoruro, tratamiento antibacteriano). Se ha sugerido que estos procesos son

¹⁰⁶ Lynch. *Op Cit* p. 219

¹⁰⁷ Hauser-Gerspach. *Op Cit* p. 287-290.



dinámicos, y es posible modificar el equilibrio hacia la remineralización con estrategias de prevención primaria si la superficie del esmalte dental no se pierde. La reducción de factores patológicos y la mejora de los factores de protección conduce a la reducción del riesgo y de la caries. Por otra parte, el tratamiento de la caries dental depende de la etapa en la que se identifica¹⁰⁸.

Fagrell dice que, si se logra que las bacterias que participan en el proceso de la caries, tales como *Lactobacilos* y *Streptococos*, se eliminan o mueren, sería más probable que ocurra una detención del proceso de desmineralización, y con la presencia de fluoruro y otros minerales permitir la remineralización¹⁰⁹.

Olga Polydorou en 2012, refiere que el ozono es tóxico para ciertas bacterias *in vitro* y se ha sugerido que la administración de ozono en una lesión cariosa podría detener la progresión de la lesión y probablemente podría retrasar o prevenir la necesidad de la conservación dental tradicional mediante la preparación cavitaria y obturación¹¹⁰.

5.2.1 Como cariostático

En los últimos años, el ozono se ha utilizado para la caries de fosetas y fisuras iniciales como una estrategia alternativa dentro de las intervenciones no invasivas¹¹¹.

Para detener la progresión de caries se han estudiado varios agentes antimicrobianos *in vitro* y clínicamente. La aplicación de ozono se ha propuesto recientemente para su tratamiento ya que el agua ozonizada y el gas ozono redujo

¹⁰⁸ Hauser-Gerspach. *Op Cit.* p. 288.

¹⁰⁹ Fagrell. *Op Cit.* p. 141

¹¹⁰ Polydorou. *Op Cit.* p. 548, 549

¹¹¹ Tobias G. Fagrell. *Op Cit* p. 142



la microbiota cultivable total significativamente *in vitro* en un estudio publicado por Irmgard Hauser-Gerspach en 2009¹¹².

En dicho estudio se utilizó gas ozono (HealOzone, Kavo, Alemania) para detener la progresión de caries dentinal en niños después de retirar la dentina afectada, en donde los valores de dureza mejoraron significativamente en un grupo tratado con ozono después de 4, 6 y 8 meses en comparación con los que no tuvieron tratamiento con ozono en donde no se demostró ninguna mejora significativa¹¹³.



Diagnóstico con Diagnodent. Tratamiento de caries con HealOzone, Kavo¹¹⁴

Como se mencionó anteriormente, la idea del tratamiento es que el ozono disminuye la microflora en la lesión, se oxida el ácido pirúvico de etilo y el CO₂, y de ese modo aumenta el pH para hacer la remineralización del tejido desmineralizado posible con la ayuda de los minerales salivales o utilizando soluciones remineralizantes¹¹⁵.

Al realizar un estudio documentado por Tobias Fagrell en 2008, para determinar la eficacia del ozono con o sin el uso adicional de una solución remineralizante de lesiones de caries no cavitadas en fosetas y fisuras de molares permanentes en niños de 9 a 12 años de edad, en donde los participantes recibieron educación de higiene oral adecuada que consistió en un método de

¹¹² Hauser-Gerspach. *Op Cit* p. 288.

¹¹³ *Ibidem*.

¹¹⁴ <http://www.clinicanaria.com/blog/que-es-la-ozonoterapia/> consultada el 1 de Octubre de 2013

¹¹⁵ Tobias G. Fagrell. *Op Cit* p. 142.



cepillado de los dientes (Técnica de Bass modificada), asesoramiento dietético preventivo, la instrucción sobre la importancia de la salud oral y el asesoramiento sobre el uso de pastas de dientes convencionales y cepillos de dientes. A un grupo se le aplicó ozono gaseoso por 40 segundos y a otro grupo después de la aplicación de ozono se le colocó una solución remineralizante (equilibrador de pH, CureOzone®, E.U.A)¹¹⁶.

Los resultados arrojaron que el grupo tratado con ozono únicamente, no reveló diferencias significativas en los periodos de exámenes del estudio, pero en los dientes control, a los que no se les aplicó ozono se encontró una diferencia significativa entre los 6 meses que duró el estudio, en donde la activación de la caries había ocurrido visualmente. Para el grupo con los dientes tratados con ozono y la solución remineralizante, ni los dientes control revelaron diferencias estadísticamente significativas durante el mismo periodo.

Por lo que, en un estudio publicado por Hauser-Gerspach en 2009, se encontró que en caso de realizar el tratamiento con ozono de lesiones cariosas oclusales no cavitadas no da lugar a una reducción significativa del número de bacterias en la dentina infectada, que se encuentra debajo de la lesión, ya que es posible que el gas no pueda acceder a las bacterias de los tejidos debido a fuertes interacciones de éste con el material orgánico en las capas superficiales¹¹⁷.

¹¹⁶ Tobias G. Fagrell. *Op Cit* p. 142

¹¹⁷ Hauser-Gerspach. *Op Cit* p. 288..



5.2.2 Desinfección de cavidades

Un alto porcentaje de obturaciones complejas presentan caries recidiva, a corto o largo plazo, debido a que las colonias de bacterias presentes en una lesión cariosa no son eliminadas en un 100% con la remoción mecánica.¹¹⁸

Las bacterias restantes debajo de las restauraciones pueden conducir a caries secundarias y daño a la pulpa. Por eso, el uso de un tratamiento antibacteriano después de la eliminación de caries parece ser significativa.¹¹⁹

Tobias Fagrell dice que la ozonoterapia en odontología, viene tomando auge en la desinfección de cavidades y proporciona un exitoso resultado¹²⁰.

En un estudio realizado en la Clínica de Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en donde los pacientes incluidos fueron de un rango de edad de 2 a 12 años y se contó con un generador de ozono llamado Clear Water, Tech; Microzone 300; el cual es conectado a una salida de aire adaptada a la unidad dental. Bajo aislamiento absoluto, se tomó una muestra de la lesión cariosa, seguido de la remoción mecánica de la lesión con pieza de alta velocidad y desinfección con glutaraldehído, se tomó la segunda muestra de la cavidad sin lesión. Se aplicó ozono en la cavidad durante un minuto y al término del tiempo de exposición se tomó una tercera muestra de la cavidad sin lesión cariosa y desinfectada con ozono¹²¹.

Después del tiempo de incubación se realizó una comparación para observar la concentración de bacterias que habían crecido en este periodo. El resultado al que llegaron fue que la aplicación de la ozonoterapia dental como un método de

¹¹⁸ Donjuán. *Op Cit.* p. 1-4

¹¹⁹ Polydorou. *Op Cit.* p. 545, 546.

¹²⁰ Fagrell. *Op Cit* p. 145, 146.

¹²¹ Donjuán. *Op Cit.* p. 8-11.

desinfección ha demostrado ser estadísticamente favorable para disminuir la carga bacteriana en las cavidades cariadas; ayudando con esto a disminuir la frecuencia de caries recidiva, favoreciendo el éxito de las restauraciones definitivas¹²².

5.3 Lesiones patológicas

Garg y Tandon en 2009, mencionaron que el ozono ha sido reportado para acelerar la curación de los tejidos blandos, es decir, úlceras aftosas, herpes labial, GUNA, y otras infecciones de la encía¹²³.

5.3.1 Herpes simple

El herpes simple puede asociarse comúnmente con un tratamiento dental reciente y se presenta como un cúmulo de pequeñas lesiones vesiculosas llenas de líquido que se rompen, forman úlceras y se forman costras de color pardo, acompañadas de dolor y prurito.¹²⁴

Para su tratamiento se utilizan aplicaciones de ozono durante 40 a 80 segundos, es recomendable aplicarlo en las primeras horas antes de que avance la lesión. Cuando las lesiones son grandes, son necesarias dos sesiones de aplicación de ozono en días consecutivos.¹²⁵



Herpes Labial¹²⁶

¹²² Lynch. *Op Cit* p. 219.

¹²³ Garg & Tandon. *Op Cit*. p. 1-11.

¹²⁴ Sapp *Op Cit*. p. 196

¹²⁵ <http://www.clinicaferrer.com/healozone.html>. p. 1-5

¹²⁶ http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=Herpes+Labial&lang=2. Consultada el 8 de oct. de 13



5.3.2 Úlceras aftosas

La ulceración aftosa recurrente es un trastorno común de las mucosas que puede ser doloroso y debilitante para los pacientes. Según el reporte de un caso, publicado por Ahmed en 2013, se había demostrado el uso beneficioso de la aplicación tópica de ozono al utilizar el aparato HealOzone, en un paciente con ulceración aftosa implicando el borde lateral de la lengua. La aplicación tópica de ozono proporcionó un medio eficaz para la resolución de los síntomas clínicos relacionados con la ulceración aftosa para este paciente¹²⁷.

Las úlceras aftosas en la cavidad oral se pueden tratar con inyecciones de ozono dentro de las lesiones (concentración 5-10 mcg/ml) seguido de la aplicación diaria de aceite ozonizado¹²⁸.

El uso tópico del ozono para el tratamiento de ulceración aftosa recurrente requiere más investigación antes de que pueda ser defendido como una opción de tratamiento válida para estas lesiones. Mientras tanto, la aplicación de ozono tópica puede ser una opción más para los pacientes con estomatitis aftosa en los que otros tratamientos han sido agotados o en los que está contraindicado el tratamiento sistémico¹²⁹.



Úlceras Aftosas¹³⁰

¹²⁷ Ahmed, Et al. *Op Cit.* p. 172.

¹²⁸ Bocci *Op Cit.* p. 27-32

¹²⁹ *Ibidem.*

¹³⁰ <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/medicina/2010828/lecciones/cap2/cap2-510.htm>. Consultada el 8 de oct. de 13

5.3.3 Mucositis

La mucositis es una de las reacciones adversas más comunes de la radioterapia de cabeza y cuello, cáncer y la quimioterapia. Se caracteriza por una inflamación dolorosa y ulceración de las membranas mucosas de la boca y el revestimiento del tracto digestivo¹³¹.

En la actualidad, ninguna intervención ha prevenido o tratado la mucositis oral. El tratamiento de la mucositis establecido sigue siendo un desafío y se centra en un enfoque de manejo paliativo. Los anestésicos tópicos, mezclas y agentes de recubrimiento de mucosas se han utilizado, a pesar de la falta de evidencia experimental que apoye su eficacia. Si bien se está investigando actualmente la base de pruebas para la terapia de ozono por los efectos secundarios de la quimioterapia o la radioterapia, los estudios que utilizan la aplicación de ozono gaseoso y acuoso por sí solo no han sido representados adecuadamente en la literatura.



Mucositis¹³²

El reporte de un caso por Shenberg y Blum, publicado por André de Olivera y Haroldo Mendes, demostró la terapia de ozono gaseoso y acuoso para el tratamiento de la mucositis secundaria a la quimioterapia o radioterapia. El ozono en forma gaseosa se proporcionó de 40 a 60 segundos por lesión, la concentración de ozono gaseoso era de 2.100 ppm, la solución acuosa de

¹³¹ Oliveira & Mendes. *Op Cit.* p.133

¹³² <http://cancergrace.org/cancer-treatments/2011/03/04/mucositis-rx/> consultada el 8 de oct. de 13



burbujas de ozono y el agua es de 2 a 4 ppm, En donde el paciente hizo gárgaras con la solución acuosa de 1 a 2 minutos. El paciente respondió positivamente, lo que le permitió comer normalmente, eliminando medicamentos para el dolor y mejorar la calidad de vida. Es difícil asegurar el resultado de pacientes de un estudio de caso único, por ello, está indicado para nuevas investigaciones sobre el uso terapéutico del ozono gaseoso y acuoso.



CONCLUSIONES

El ozono ha sido ampliamente utilizado en medicina y en la actualidad se está dando auge a su aplicación en odontología. La desinfección mediante el gas ozono y agua ozonizada por sus altas propiedades oxidativas favorece la desintegración de la pared celular bacteriana y así la mayoría de microorganismos son eliminados. Por lo que el ozono es un agente desinfectante, bactericida, lo cual nos proporciona una eficacia mayor al ser aplicado, por ejemplo, en lesiones cariosas y así disminuir la frecuencia de caries recidivante en obturaciones definitivas.

Su aplicación ha sido comprobada en Microbiología, Patología, Bioquímica y Fisiología.

Las posibles causas de las discrepancias encontradas de un estudio a otro podrían ser las diferentes técnicas de muestreo o el tamaño de las lesiones analizadas en cada estudio, por lo que la investigación adicional es esencial para comprobar los grandes beneficios que ofrece el ozono, así como sus limitaciones.

Parece que el futuro de la terapia de ozono en el tratamiento de lesiones de caries no está estrechamente relacionado con su uso único y exclusivo, sino como una terapia adyuvante en la eliminación de microorganismos y debe estar incorporado en las terapias convencionales, proporcionando mejores resultados clínicos, y la prolongación de la durabilidad de restauraciones.

Por sus propiedades oxidativas disminuye en un gran porcentaje la carga bacteriana presente en cavidades cariadas. No obstante, hace falta realizar más estudios y mantener bajo observación a los pacientes incluidos en los mismos.



Es importante concientizar a las personas de su propio poder de mantener una buena salud bucal sin la participación del profesional dental a excepción de dar consejos y revisiones periódicas, ya que con una buena higiene bucal, la saliva contiene todos los componentes biodisponibles necesarios para el proceso de remineralización. En este sentido, es interesante encontrar que la aplicación de ozono con la educación de higiene bucal regular tiene influencia en la motivación de la misma.

Actualmente, en la facultad de Odontología de la UNAM, se lleva a cabo un estudio acerca del uso del ozono, por la doctora Arcelia F. Meléndez Ocampo, para ser aplicado a los pacientes de la facultad por los alumnos del área de Odontología Preventiva.



BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed J, Binnal A, Rajan B, Denny C, Shenoy N. Ozone applications in dentistry: an overview, *Journal of Experimental and Integrative Medicine*, [Serial on the Internet] (2013) 3(3); 171-176. Available from: www.scopemed.org.
- Atabeka D, Oztasa N. Effectiveness of Ozone with or without the Additional Use of Remineralizing Solution on Non-cavitated Fissure Carious Lesions in Permanent Molars, *European Journal of Dentistry*, [Serial on the Internet] (2011, October), 5(4); 393-399.
- Bocci V, Zanardi I, Travagli V. Has oxygen-ozonotherapy a future in medicine?, *Journal of Experimental and Integrative Medicine*, [Serial on the Internet] (2011); 1(1): 5-11. Available from: www.jeim.org.
- Bocci V. Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful, *Mediators of Inflammation*, [Serial on the Internet] (2004, February), 13(1); 3-11.
- Bocci V. Scientific and Medical Aspects of Ozone Therapy. State of the Art, *Archives of Medical Research*, [Serial on the Internet] (2006); 425-435. Available from: El Sevier.
- Bocci, Velio. *Ozone. A New Medical Drug*. Second Edition. Siena, Italy. Springer Science+Business Media B.V. 2005, 2011. Pages 1-315.
- Das' S. Application of Ozone Therapy in Dentistry, *Indian Journal of dental Advancements* [serial on the Internet] (2011, April-June), [cited August 30, 2013]; 3(2): 538-542. Available from: Academic Search Complete.
- Deshpande N, Jose N, Deoghare A, Munje S. Ozone: A truly minimally invasive biological agent, *Central India Journal of Dental Sciences*, [Serial on the Internet] (2013, March), 4(1); 44-49.



- Donjuán V, González Q, Nava C, Ponce P, González A, Álvarez G. Ozonoterapia: Una Alternativa en Desinfección de Cavidades Cariadas, Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría, (Nº pp200102CS997-ISSN: 1317-5823) (2009), 1-11. Available from: ortodoncia.ws.
- Fagrell T, Dietz W, Lingström P, Steiniger F, Norén J. Effect of ozone treatment on different cariogenic microorganisms *in vitro*, Scientific Journal of The Swedish Dental Association, [Serial on the Internet] (2008), 32(3); 139-148.
- Gopalakrishnan S, Parthiban S. Ozone-A new Revolution in Dentistry, Journal of Bio Innovation, [Serial on the Internet] (2012, April), 1(3); 58-59. Available from: jbino.com.
- Hauser-Gerspach I, Pfäffli-Savtchenko V, Dähnhardt J, Meyer J, Lussi A. Comparison of the immediate effects of gaseous ozone and chlorhexidine gel on bacteria in cavitated carious lesions in children in vivo. Clinical Oral Investigations [serial on the Internet]. (2009, Sep), [cited August 30, 2013]; 13(3): 287-291. Available from: Academic Search Complete.
- Huijberts M, Bocci V. The pillar of an effective integrated medicine, Journal of Experimental and Integrative Medicine, [Serial on the Internet] (2012); 2(4): 281-282. Available from: www.jeim.org.
- Knight G, McIntyre J, Craig G, Zilm P. The inability of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus* to form a biofilm in vitro on dentine pretreated with ozone, Australian Dental Journal, [Serial on the Internet] (2008); 53: 349-353. Available from: Australian Dental Association.
- Kumar Garg R. Ozone: A new face of dentistry, The internet journal of Dental, [Serial on the Internet] (2009), 7(2); 1-11.
- Lynch E, Swift Jr. E. EVIDENCE-BASED CARIES REVERSAL USING OZONE. Journal Of Esthetic & Restorative Dentistry [serial on the Internet]. (2008, Aug), [cited August 30, 2013]; 20(4): 218-222. Available from: Academic Search Complete.



- Marchesi G, Pétris L, Navarra C, Locatelli R, Lenarda R, Cadenaro M, et al. Effect of Ozone Application on the Immediate Shear Bond Strength and Microleakage of Dental Sealants. *Pediatric Dentistry* [serial on the Internet]. (2012, July), [cited August 30, 2013]; 34(4): 284-288. Available from: Academic Search Complete.
- Nagayoshi M, Fukuzumi T, Kitamura C, Yano J, Terashina M, Nishahara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol Immunol*,(2004); 19: 240-246.
- Oliveira AF, Mendes HJ. Clinical Applications of Ozone in Dentistry, *Revista Saúde.Com, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil*, (2009) 5(2); 128-140.
- Polydorou O, Halili A, Wittmer A, Pelz K, Hahn P. The antibacterial effect of gas ozone after 2 months of in vitro evaluation. *Clinical Oral Investigations* [serial on the Internet]. (2012, Apr), [cited August 30, 2013]; 16(2): 545-550. Available from: Academic Search Complete.
- Rickard GD, Richardson RJ, Johnson TM, McColl DC, Hooper L. Ozone therapy for the treatment of dental caries (Review), *The Cochrane Collaboration*, [Serial on the Internet] (2008), (4); 1-24. Available from: thecochranelibrary.com.
- Ripolles de Ramón J, Colmenero Ruiz C, Gallut Ruiz J, Zaera Le Gal R, Bascones Martínez A. Evaluación clínica, microbiológica e inmunológica de la ozonoterapia en pacientes con bolsas periodontales moderadas-severas, *Av. Periodon Implantol*. (2004); 1: 63-72.
- Saini R. Ozone therapy in dentistry: A strategic review, *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* [Serial on the Internet] (2011, July), [Cited August 23, 2013]; 2(2): 151-153. Available from: www.jnsbm.org.
- Seidler V, Linetskiy I, Hubáľková H, Stanková H, Smucler R, Mazánek J. Ozone and Its Usage in General Medicine and Dentistry A review Article, *Charles University in Prague- The Karolinum Press*, [Serial on the Internet] (2008); 109(1): 5-13.
- Sudarshan R, Vijayabala G. Ozone Therapy in Dentistry, *Archives Medical Review Journal*, [Serial on the Internet] (2013); 22(1): 45-54.