

HIPOCLORITO DE SODIO Y ÁCIDO HIPOCLOROSO: CAPACIDAD DE DISOLUCIÓN DE TEJIDO ORGÁNICO (ESTUDIO IN-VITRO)

SODIUM HYPOCHLORITE AND HYPOCHLOROUS ACID: ABILITY TO DISSOLVE ORGANIC TISSUE (IN-VITRO STUDY)

Loiacono Romina^{1*}, Rodríguez Pablo.¹, Sierra Liliana.¹, Pinasco Laura.¹, Gualtieri Ariel.², Casadoumeq Ana Clara.³

¹ Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Argentina

² Cátedra de Biofísica, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Argentina

³ Cátedra de Fisiología, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Argentina

*loiaconoromi@gmail.com

Resumen

OBJETIVO: Comparar la capacidad de disolución de tejido orgánico de dos soluciones (NaOCl y HOCl), sometiendo a diferentes protocolos de tiempo y temperatura. **MATERIALES y MÉTODOS:** Para el presente estudio se obtuvieron 120 muestras de tejido vacuno ex vivo, el cual fue dividido en 10 grupos de 12 muestras cada uno. Se utilizaron 4 soluciones de NaOCl con concentraciones de: 5.25 %, 2.5 %, 1 % y 0.5 % respectivamente y una solución de HOCl al 5 %. Las muestras fueron observadas a distintos intervalos de tiempo: 1 minuto, 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos y 60 minutos. Así los datos recogidos de las observaciones se basaron en cambios macroscópicos presentes en la superficie de cada muestra y posteriormente fueron analizados estadísticamente en diferentes pruebas. **RESULTADOS:** Los datos fueron analizados con el programa informático Statistica 7.0. El análisis 1 comparó, en los distintos intervalos de tiempo, la capacidad de disolución de tejido orgánico entre las distintas concentraciones del NaOCl y el HOCl, a los 5 minutos y a los 15 minutos, no arrojaron diferencias significativas mientras que 30 a 60 minutos, sí permitieron observar diferencias significativas. En la segunda parte del análisis estadístico se comparó, en los distintos intervalos de tiempo, la valoración entre las dos temperaturas probadas 21°C y 37°C, los resultados obtenidos para los tiempos 1 minuto, 45 minutos y 60 minutos, no permiten observar diferencias significativas. Para los intervalos de 5 minutos, 15 minutos y 30 minutos, sí se observaron diferencias, siempre a favor de las muestras tratadas a 37°C.

Palabras clave: Antimicrobiana, temperatura, disolución, ácido hipocloroso.

Abstract

AIM: Compare the dissolution capacity of organic tissue of two solutions (NaOCl and HOCl), subjecting them to different protocols of time and temperature. **MATERIALS AND METHODS:** For the present study 120 samples of bovine tissue were obtained ex vivo, which were divided into 10 groups of 12 samples each. Four NaOCl solutions were used at concentrations of: 5.25%, 2.5%, 1% and 0.5% respectively and a solution of 5% HOCl. Samples were observed at different time intervals: 1 minute, 5 minutes, 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes and 60 minutes. The data collected from the observations were based on macroscopic changes present on the surface of each sample and were subsequently analyzed statistically in different tests. **RESULTS:** The data were analyzed with the software Statistica 7.0. Analysis 1 compared at different time intervals, the dissolution capacity of organic tissue between the different concentrations of NaOCl and HOCl, within 5 minutes and 15 minutes, they did not show significant differences, while within 30 to 60 minutes, significant differences were observed. In the second part of the statistical analysis, the evaluation between the two temperatures with 21°C and 37°C were compared at the different time intervals, the results obtained for the 1 minute, 45 minute and 60 minute times did not allow to observe significant differences. For the 5-minute, 15-minute and 30-minute intervals, differences were better observed; always in samples treated at 37°C.

Key words: Antimicrobial, temperature, dissolution, Hypochlorous acid.

1 INTRODUCCIÓN

La Endodoncia tiene como objetivos principales conformar y desinfectar el sistema de conductos, valiéndose de protocolos de instrumentación mecánica y limpieza química.^{1,2}

Son notorios los avances tecnológicos en los sistemas de instrumentación. En las últimas décadas se han desarrollado sistemas que permiten tanto el movimiento rotacional continuo como el movimiento oscilatorio dentro de los conductos. Esto optimiza los tiempos operatorios y permite una mejor conformación de la anatomía interna de la pieza dentaria, tendiente a mantener los conductos radiculares en forma centrada.^{3,4} Este protocolo quirúrgico debe ser siempre acompañado del uso de agentes químicos que logren, entre otras cosas, lubricar y humectar los canales para facilitar la acción de corte de los instrumentos mecánicos.¹¹⁻¹⁴

Dentro del tratamiento endodóntico, la irrigación ocupa una parte sumamente importante debido a que permite, mediante el uso de agentes químicos, la eliminación del contenido dentro de los conductos radiculares y la desinfección de dicho sistema.¹⁵⁻¹⁷ Dentro de las propiedades ideales de un irrigante, podemos citar la capacidad de desinfección, la posibilidad de eliminar materia orgánica e inorgánica, remover detritus generados durante la preparación mecánica, ser blanqueante, desodorizante y no producir reacciones de hipersensibilidad.¹⁸⁻²²

Existe gran variedad de productos disponibles en el mercado, pero ninguno logra cumplir con todas las propiedades deseables. Es necesario entonces, utilizar un protocolo de irrigación que permita la combinación de varios productos entre sí, sin que se alteren las propiedades inherentes de cada irrigante y teniendo en cuenta las posibles interacciones que puedan generar subproductos tóxicos.²³⁻²⁶

El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) es el agente irrigante más utilizado en Endodoncia para la limpieza del sistema de conductos. Fue Dakin, en 1915,²⁷ uno de los primeros en utilizar esta solución al 0.5 % para la limpieza de las heridas producidas en soldados, durante la I Guerra Mundial. A partir de este hallazgo, distintos autores comenzaron a investigar las propiedades del cloro y del Hipoclorito de Sodio, para ser utilizado en forma intracanalicular.²⁸⁻³¹ Según la Asociación Americana de Endodoncia, el Hipoclorito de Sodio es un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos y además es un potente agente antimicrobiano.³²

Cuando el Hipoclorito de Sodio entra en solución, se disocia en dos moléculas con características y propiedades diferentes, manteniéndose siempre en estado de equilibrio dinámico.³³ Una de éstas moléculas es el Hidróxido de Sodio (NaOH), también conocido como soda cáustica, responsable principal de la disolución de tejido orgánico. Ésta se combina con los ácidos grasos presentes en las paredes bacterianas, desnaturalizándolos y convirtiéndolos en sales de ácidos

grasos y glicerol. Este proceso se denomina saponificación. Por otro lado, a través de la neutralización, el NaOH transforma los aminoácidos, componentes estructurales de las proteínas de membrana, en agua y sales.^{12,22,34} La otra molécula formada durante la disociación del NaOCl es el Ácido Hipocloroso (HOCl). Este ácido le brinda a la solución sus propiedades antisépticas. Como disolvente, el HOCl libera cloro el cual se une a amino proteínas y genera cloraminas, por medio de un proceso denominado cloraminación. Estas cloraminas inhiben a las enzimas bacterianas ya que producen la oxidación irreversible de los grupos sulfurados de algunas de éstas enzimas esenciales.^{18,34,35}

La velocidad con la que el NaOCl produce la degradación del tejido orgánico depende de varios factores, a saber: la integridad estructural del tejido a disolver, la concentración de la solución, su temperatura y el recambio continuo, para evitar la inactivación química del producto.^{14,19,36}

Respecto a la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo, como bien señalan Lahoud Salem y col¹³ en su trabajo, si la pulpa está descompuesta (tejido necrótico), los restos se disolverán más rápidamente que en aquellos casos donde el tejido conjuntivo se encuentre íntegro (pulpa vital).

Otro de los aspectos a considerar es la concentración de la solución. Ésta puede variar desde 0.5 % (Solución de Dakin) a 6 % (Soda clorada).²⁰ Estos cambios en la concentración permiten una mayor o menor velocidad de degradación de tejidos. Las soluciones más concentradas pueden generar, en caso de ser accidentalmente extruidas fuera del ápice, lesiones más severas que las generadas por menores concentraciones.^{37,38} Por otro lado, a mayor concentración utilizada, el NaOCl tiene mayor capacidad de penetración en los canalículos dentinarios, y por ende, mejor capacidad de limpieza y desinfección.

Los aumentos de temperatura en la solución irrigante generan mayor interacción de sus moléculas, aumentando así su eficacia.^{14,19,35,39} Esto permite trabajar con concentraciones menores y lograr efectos similares a los observados con la utilización de altas concentraciones.^{14,19,20,40}

En cuanto al recambio de la solución, hay que tener en cuenta que al interactuar con materia orgánica, el NaOCl se inactiva químicamente y pierde su capacidad antibacteriana y de disolución de tejido. Es por esta razón que se deben realizar recambios frecuentes durante el tratamiento endodóntico para aprovechar sus propiedades químicas al máximo.^{14,19,22,36} En lo referente a la acción antimicrobiana, es el HOCl el principal encargado llevarla a cabo. Poca es su aplicación actual en tratamientos endodónticos, no así en el área médica.⁴¹⁻⁴³

Biológicamente, el HOCl es una molécula liberada por células blancas (principalmente neutrófilos) durante

la inmunidad innata. Estos neutrófilos son capaces de reconocer e ingerir microorganismos con una amplia variedad de componentes estructurales (paredes celulares, polisacáridos y LPS). Una vez dentro, los fagosomas liberan HOCl, produciendo la destrucción del agente microbiano previamente captado por el célula defensiva.⁴³ La potente acción antimicrobiana de ésta sustancia es utilizada principalmente en dermatología y oftalmología. En piel se lo utiliza para la limpieza de los labios de heridas, donde es necesario generar la eliminación efectiva de microorganismos, sin producir daño celular del sitio de lesión, mejorando las condiciones para una correcta cicatrización.⁴¹ Por otro lado, su utilización en oftalmología recientemente ha demostrado buenos resultados al aplicarse en bajas concentraciones (0.01 %) sobre pacientes con infecciones fúngicas post implantaciones queratoprotésicas. En sólo 1 minuto, ésta concentración permitió eliminar en un 99 % las distintas especies fúngicas presentes en este tipo de lesiones (*Acremonium kiliense*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium solani*, *Mucor indicus*, *Candida albicans* y *Candida parapsilosis*).⁴² Pero como se hizo referencia anteriormente la utilización de esta sustancia no ha sido investigada lo suficiente para ser implementada como irrigante durante la terapia endodóntica.

El objetivo de este trabajo fue comparar la capacidad de disolución de tejido orgánico de dos soluciones (NaOCl y HOCl), sometiéndolas a diferentes protocolos de tiempo y temperatura.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se obtuvieron 174 muestras de tejido vacuno ex vivo, de las cuales 120 fueron seleccionadas al azar para ser utilizadas en esta experiencia. Las muestras fueron obtenidas mediante cortes con trocar quirúrgico estéril de 4 milímetros de diámetro (Paramount Surgimed Ltd., New Delhi, India) y pesadas en una balanza de precisión (Sipel - Voyager Pro VP613CN precisión 0,001g). La masa promedio fue de 34 mg., siendo el máximo 54 miligramos y el mínimo 18 miligramos. El total de los especímenes obtenidos fue dividido en 10 grupos de 12 muestras cada uno y éstas fueron almacenadas en frío a una temperatura entre 4 y 12°C hasta el momento de su utilización. Para esta experiencia se utilizaron 4 soluciones de Hipoclorito de Sodio (NaOCl) y una solución de Ácido Hipocloroso (HOCl). Las soluciones de NaOCl fueron preparadas en un laboratorio químico a distintas concentraciones, a saber: 5.25 %, 2.5 %, 1 % y 0.5 %, mientras que el HOCl fue preparado a una concentración del 5 %. Diez mililitros de cada solución fueron colocados en una capsula de Petri de 6 centímetros de diámetro, donde posteriormente se agregó una de las muestras previamente seleccionadas. Cada uno de los 10 grupos fue dividido en 2 subgrupos de 6 muestras cada uno para ser tratados, dentro de una estufa

incubadora, a dos regímenes de temperaturas diferentes: 21 °C y 37 °C.

Las muestras fueron observadas a distintos intervalos de tiempo: 1 minuto, 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos y 60 minutos. Los datos recogidos de las observaciones se basaron en cambios morfológicos macroscópicos presentes en la superficie de cada muestra. Dichos datos fueron evaluados según el score presente en la tabla 2

3 RESULTADOS

El análisis estadístico fue dividido en tres partes. Todos los datos fueron analizados con el programa informático Statistica 7.0. El análisis 1 comparó, en los distintos intervalos de tiempo, la capacidad de disolución de tejido orgánico entre las distintas concentraciones del NaOCl y el HOCl, independientemente de la temperatura a la que las muestras fueron sometidas. Estos datos fueron analizados mediante el test no paramétrico de Kruskal Wallis con un nivel de significancia de 0.5 y, en los casos donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se realizaron comparaciones de pares. Las muestras observadas al minuto, a los 5 minutos y a los 15 minutos, no arrojaron diferencias significativas. Las observaciones realizadas a los 30 minutos, sí permitieron observar diferencias significativas; en las comparaciones ad hoc se evidenció que dichas diferencias se obtuvieron con la comparación entre el NaOCl al 5.25 % y el HOCl 0.5 %. Las muestras observadas a 45 minutos también presentaron diferencias. Las comparaciones de pares arrojaron diferencias entre el NaOCl al 5.25 % y cada uno de los siguientes tratamientos: NaOCl 1 %, NaOCl 0.5 % y HOCl 5 %. Respecto a las muestras observadas a los 60 minutos, también éstas expresaron diferencias significativas. En este caso, las comparaciones de pares evidenciaron diferencias entre NaOCl al 5.25 % y al 0.5 % y entre el NaOCl al 5.25 % y el HOCl.

En la segunda parte del análisis estadístico se comparó, en los distintos intervalos de tiempo, la valoración entre las dos temperaturas probadas (21 °C y 37 °C) para las muestras tratadas únicamente con NaOCl, independientemente de la concentración de la solución. El test utilizado en este análisis fue la prueba U de Mann Whitney, con un nivel de significancia de 0.5. Los resultados obtenidos para los tiempos 1 minuto; 45 minutos y 60 minutos, no permiten observar diferencias significativas. Para los intervalos de 5 minutos; 15 minutos y 30 minutos, sí se observaron diferencias, siempre a favor de las muestras tratadas a 37°C.

El tercer análisis estadístico, comparó la capacidad de disolución de materia orgánica del HOCl en las distintas temperaturas a la que fueron expuestas las muestras (21 °C y 37 °C). En este caso, se observaron las muestras en todos los intervalos de tiempo utilizados. Para este análisis, también

Tabla 1. Grupos de estudio.

Grupo 1: NaOCl 5.25% a 21°C	Grupo 6: NaOCl 5.25% a 37°C
Grupo 2: NaOCl 2.5% a 21°C	Grupo 7: NaOCl 2.5% a 37°C
Grupo 3: NaOCl 1% a 21°C	Grupo 8: NaOCl 1% a 37°C
Grupo 4: NaOCl 0.5% a 21°C	Grupo 9: NaOCl 0.5% a 37°C
Grupo 5: HOCl 5% a 21°C	Grupo 10: HOCl 5% a 37°C

Tabla 1. Grupo de estudio

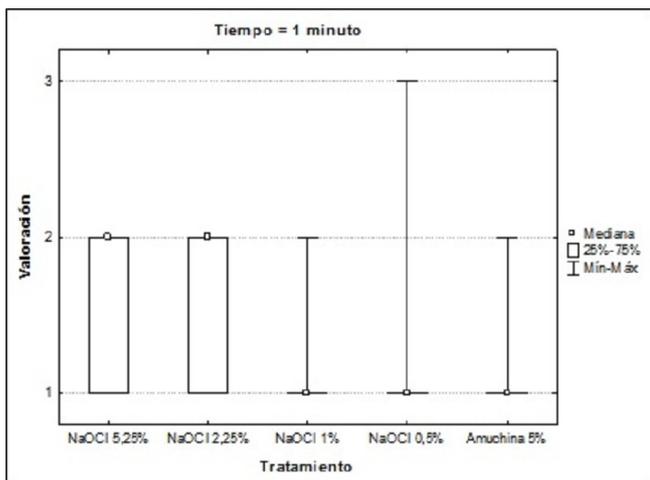


Fig. 1. Comparación de valoración entre los diferentes grupos de tratamiento de tiempo=1 minuto (Test de Kruskal-Wallis, p=0,17; n=6 por grupo)

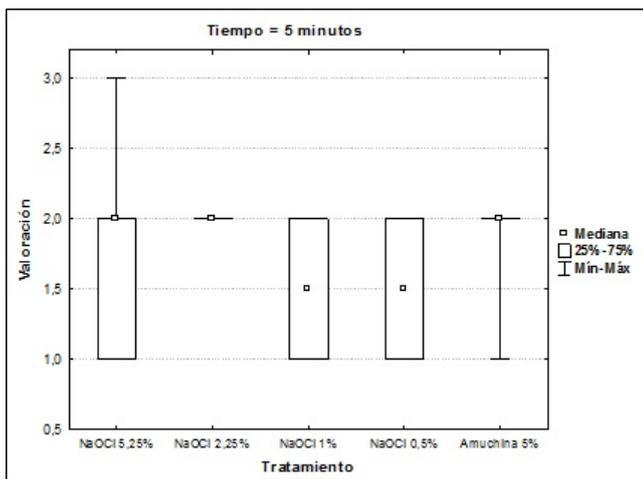


Fig. 2. Comparación de valoración entre los diferentes grupos de tratamiento para tiempo = 5 minutos (Test de Kruskal-Wallis, p=0,33; n=6 por grupo)

Score	Significado
1	Sin cambios
2	Superficie color blanquecina
3	Deterioro superficial
4	Pérdida de masa parcial
5	Pérdida de masa total

Tabla 2. Score de la evaluación de la muestra

se utilizó la prueba U de Mann Whitney. Los intervalos de tiempo fueron divididos en tres grupos: tiempos cortos (1 y 5 minutos), tiempos intermedios (15 y 30 minutos) y tiempos largos (45 y 60 minutos). En este análisis, solo se observaron diferencias estadísticamente significativas en el grupo de tiempos largos, es decir, en los minutos 45 y 60. Pero en este caso, la valoración de disolución de materia orgánica es mayor en las muestras mantenidas a 21°C a comparación de los otros grados de temperaturas. Tabla 2. Score de evaluación de las muestras.

4 DISCUSIÓN

El Hipoclorito de Sodio es el irrigante endodóntico más utilizado durante la etapa de limpieza química de los sistemas de conductos. Esto es debido no solamente a la capacidad antimicrobiana que posee sino también a que es la única sustancia con capacidad de disolver el tejido pulpar, ya sea que éste se encuentre en estado necrótico o vital. Durante décadas distintos autores han investigado las propiedades y características físicas, químicas y el comportamiento en distintos medios de esta sustancia. Spano et al.,³⁵ en el año 2001; establecieron que el NaOCl utilizado al 5% disuelve el tejido orgánico más rápido que al 2.5%. También estableció que la sustancia debe ser cambiada en forma constante para evitar la saturación. Trepagnier et al.,²² observaron que 1 minuto después de que la reacción haya comenzado (utilizado NaOCl al 5%), el 50% del colágeno pulpar destruido en 1 hora estaba disuelto. Y afirmaron que no existen diferencias

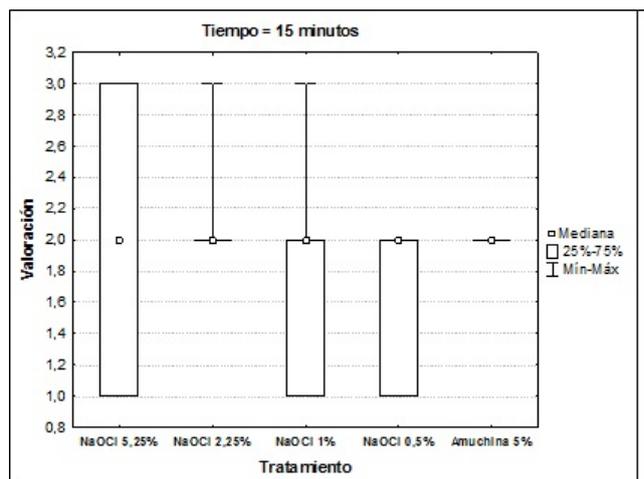


Fig. 3. Comparación de valoración entre los diferentes grupos de tratamiento para tiempo = 5 minutos (Test de Kruskal-Wallis, $p=0,63$; $n=6$ por grupo)

significativas entre los resultados obtenidos a los 5 minutos y a los 15 minutos, ya que observaron que la reacción se enlentece pasados los primeros 5 minutos. Salem et. al,¹³ en un trabajo publicado en el año 2006, establecieron que el tejido pulpar puede ser disuelto en períodos de tiempo que van desde los 20 minutos a las 2 horas; esto depende de la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo. Además demostró que aumentando la temperatura a 35o, se aumenta el poder solvente sobre tejido necrótico, y que a 60oC se aumenta el poder solvente sobre tejido fresco. Cunningham et al,³⁶ establecieron que a 37 °C, el NaOCl a 5.2 % tiene la misma eficacia respecto a la disolución de tejido que al 2.6 %. En cambio, si se utiliza la solución a 21 °C, el NaOCl al 2.6 % es menos efectivo que al 5.2 %. Coincidiendo con estos resultados, Sirtes et al. estableció que se obtiene el mismo resultado de disolución de tejido con NaOCl al 1 % a 45°C que con NaOCl al 5.25 % y 20 °C. Además observó un aumento de la capacidad antimicrobiana de la solución conforme se aumentaba su temperatura. Gordon et al,¹⁴ aseguraron en su trabajo, que utilizado a una concentración igual o mayor que el 3 %, el NaOCl es más efectivo en la disolución de tejido que la ser utilizado al 1 %. Más allá de estos resultados, Guida et. al,¹² en 2006, afirmaron que no se ha demostrado científicamente cuál es el tiempo real que le toma a las fibras colágenas ser digeridas por la acción del NaOCl. En el año 2005, y coincidiendo con nuestros resultados, Sirtes et al,²⁰ observaron que al aumentar la temperatura se aceleraba el proceso de disolución de tejido y aumentaba también la actividad antibacteriana. Estableció que el NaOCl al 1 % y a 45o tenía el mismo efecto que al 5.25 % y 20o. Nuestros resultados también coinciden con los presentados por Gambarini,³⁹ quien demostró que al aumentar la temperatura de la solución, se aumenta el desbridamiento, el poder

bactericida y las propiedades disolutivas, pero hace especial referencia a los posibles problemas generados en los tejidos periapicales en caso de extrusión involuntaria del NaOCl. Los resultados obtenidos en este trabajo son coincidentes con muchas investigaciones previamente realizadas. Resulta evidente entonces, que las propiedades físicas y químicas de esta sustancia tan noble utilizada como irrigante endodóntico, se ven modificadas ante cambios térmicos y de concentración. El NaOCl aumenta su capacidad disolutiva al aumentar levemente la temperatura y al duplicar la concentración. Soluciones a mayor temperatura producen mayor cantidad de interacciones moleculares y aumentan el contacto con el tejido. Además, el NaOCl más concentrado produce efectos altamente deseables en el tejido pulpar fresco o necrótico, ya que permite que la mayor cantidad de moléculas de NaOH presentes en la solución interaccionen con los lípidos de membrana del tejido. Se ha logrado evidenciar además, que la molécula de HOCl no tiene la capacidad disolutiva que posee el NaOH, dejando el tejido pulpar casi intacto, independientemente de los cambio de temperatura.

5 CONCLUSIÓN

Este trabajo permitió comparar el grado de disolución de tejido orgánico por medio de dos sustancias sometidas a distintas temperaturas, concentraciones y observadas en diferentes intervalos de tiempo. Se concluyó que las muestras que sufrieron mayor disolución orgánica fueron aquellas tratadas con NaOCl, obteniéndose resultados altamente contrapuestos en aquellos especímenes tratados con HOCl. La incapacidad del Ácido Hipocloroso de degradar la materia orgánica presente en los conductos radiculares permite que se considere a esta sustancia como opción en aquellos casos donde se requiera desinfectar el conducto sin destruir los restos de tejido infectados que se encuentran dentro del canal. Esto podría ser de utilidad en casos de regeneración tisular, revascularización, piezas permanentes jóvenes, ápices inmaduros o en casos de protecciones pulpares directas al generarse exposiciones accidentales. También el uso del HOCl podría disminuir las alteraciones en el tejido conjuntivo periapical en casos de extravasación de la solución. Por estos motivos es necesario continuar con investigaciones que permitan evaluar la capacidad antimicrobiana del HOCl y los efectos de éste sobre los tejidos que rodean a las piezas dentarias.

Referencias

- 1 Perez – Heredia et al. The effectiveness of different acid irrigant solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. JOE 2006 (32) 10:993-997
- 2 Espinel Pinzón et al. Remoción de Enterococcus faecalis despues de preparacion rotatoria e irrigacion con hipoclorito de sodio al 592 % y gluconato de clorhexidina al 2 % con/sin EDTA al 1.7 %. Univ. Odontol. 2009 Ene – Jun; 28(60): 3943

- 3 Zahed M. et al. Residual antibacterial activity of a new modified sodium hypochlorite – based endodontic irrigation solution. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.* 2011 Jul 1;16(4):e588-92
- 4 Alves F. et al. Time – depend antibacterial effects of the soft – adjusting file used with two sodium hypochlorite concentration. *JOE.* 2011 October;37(10): 1451-1455
- 5 Zmener O. Estado actual del hipoclorito de sodio en endodoncia. 1. Propiedades biológicas. *RAOA* 2010 Julio; 98(3): 247-255
- 6 Zmener O. Estado actual del hipoclorito de sodio en endodoncia. 2. Propiedades fisicoquímicas. *RAOA* 2010 Septiembre; 98(4): 351-357
- 7 Gergi R, Osta N, Bourbouze G, Zgheib C, Arbab-Chirani R, Naaman A. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 48, 162–170, 2015.
- 8 Pathak S. In vitro comparison of K-file, Mtwo, and WaveOne in cleaning efficacy and instrumentation time in primary molars. *Chrimed J Health Res* 2016;3:60-4.
- 9 Nahid Ramazani, Abbas Mohammadi, Foroogh Amirabadi, Mohsen Ramazani, Farzane Ehsani. In vitro investigation of the cleaning efficacy, shaping ability, preparation time and file deformation of continuous rotary, reciprocating rotary and manual instrumentations in primary molars *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects J Dent Reserch* 2016;10(1): 49-56
- 10 Santos Coelho M, Fontana C, Shoji Kato A, Sigrist de Martin A, Silveira Bueno C. Effects of Glide Path on the Centering Ability and Preparation Time of Two Reciprocating Instruments *Iranian Endodontic Journal* 2016;11(1): 33-37
- 11 Balandrano Pinal F. Soluciones para irrigación en endodoncia: hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina. *CCDCR.* 2007 Abril; 3(1): 11-14
- 12 Guida A. Mechanism of action of sodium hypochlorite and its effects on dentin. *Minerva Stomatologica.* 2006; 55(9): 471-482
- 13 Lahoud Salem V. Irrigación endodóntica con el uso de hipoclorito de sodio. *Odontol. Sanmarquina* 2006; 9(1): 2830
- 14 Takeda F. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *International Endodontic Journal* 1999; 32: 32-39
- 15 Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18(2):269-296
- 16 Cohen, B. Las vías de la pulpa. 7ma. edición. Editorial Harcourt 1999. España
- 17 Rodríguez-Ponce, A. Endodoncia Consideraciones Actuales. 1ra. Edición. Edit. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas C.A. 2003
- 18 Piskin B. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *JOE* 1995 Mayo; 21(5): 253-255
- 19 Bystrom A. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA un 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal* 1985; 15: 35-40
- 20 Sirtes G. The effects of temperature on sodium hypochlorite short – term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *Journal of Endodontics* 2005 September; 31 (9): 669-671
- 21 Gordon T. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *Journal of endodontics* 1981 October; 7(10): 466-469
- 22 Trepagnier C. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vivo endodontic irrigant. *Journal of endodontics* 1977 May; 3(5): 194-196
- 23 Hyeon – Sik K. Chemical interaction of alexidine and sodium hypochlorite. *Journal of endodontics* January 2012; 38(1):112-116
- 24 Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-398
- 25 Basrani Br et al. Interaction between sodium hypochlorite and clorhexidine gluconate. *J Endod* 2007;8:966-9
- 26 Bui T et al. Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and clorhexidine gluconate and its effect on root dentin. *J Endod* 2008; 34:181-5
- 27 Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. *BMJ* 1915;2:318-20
- 28 Grossman, L. Irrigation of root canals. *J. Amer. Dent. Ass.* 30(23): 1915-1917, Dec. 1943
- 29 Levine, Jeffrey M. Dakin’s Solution: Past, Present, and Future. *Advances in Skin Wound Care* 2013;26(9):410–414
- 30 Grossman L, Meimann B. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J. Amer. Dent. Ass.*, 28(2):223-225, Feb. 1941
- 31 Walker, A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. *J. Amer. Dent. Ass.* 23(8): 1418-1425, Aug. 1936
- 32 American Association of Endodontics. Contemporary terminology for Endodontics. 6th. Ed. Chicago 1998
- 33 Grossman, L. Irrigation of root canals. *J. Amer. Dent. Ass.* 30(23): 1915-1917, Dec. 1943
- 34 Estrela C. et al. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz. Dent. J.* 2002;13:113-117
- 35 Spano JC. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physic – chemical properties of resulting liquid. *Braz Dent J* 2001; 12(3):154-157
- 36 Cunningham W. Effect of temperature on the bacterial action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980; 50:569
- 37 Pontes H. Gingival and bone necrosis caused by accidental sodium hypochlorite injection instead of anaesthetic solution. *Int. End. J* 2008; 41: 267-270
- 38 Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int. Endod J* April 2004; 37:272-280
- 39 Gambarini G. Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants. *Journal of endodontics* 1998 June; 24 (6): 432-434
- 40 Slutzky – Goldberg I. The effect of dentin on the pulp tissue

- dissolution capacity of sodium hypochlorite and calcium hydroxide. Journal of endodontics August 2013; 39(8): 980983
- 41 Suriani Abdul Rani, Russell Hoon, Ramin Najafi, Behzad Khosrovi, Lu Wang, Dmitri Debabov. The In Vitro Antimicrobial Activity of Wound and Skin Cleansers at Nontoxic Concentrations. Advances in skin and wound care 2014; Feb 65-69
 - 42 Silvia Odorcic, Wolfgang Haas, Michael Gilmore, Claes Dohlman. Fungal Infections After Boston Type 1 Keratoprosthesis Implantation: Literature Review and In Vitro Antifungal Activity of Hypochlorous Acid. Cornea Journal 2015;34(12):1599-1605
 - 43 Guoshun Wang, William Nauseef. Salt, chloride, bleach and innate host defense. Journal of Leukocyte Biology 2015;98:1-10

Recibido: 16 de Marzo de 2016

Aceptado: 21 de Marzo de 2016

