

CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL IÓN CALCIO A TRAVÉS DE LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO CUATRO TIPOS DE VEHÍCULOS: ANESTESIA, HIDRÓXIDO DE CALCIO CALCIFAR[®], GLICERINA Y POLIETILENGLICOL

¹ Lucía Becerra B., ² Patricia Becerra B., ³ Gloria Cristina Moreno A.

¹ Odontóloga, U. Antonio Nariño, Residente de II año, pósgrado de endodoncia USTA-FOC,

² Odontóloga, Endodonzista y Traumatóloga Dentoalveolar, C.O.C., Docente, U. Santo Tomás,

³ Odontóloga, U. Javeriana, Maestría en Microbiología, U. Javeriana, Docente, U. Santo Tomás.

Autor responsable de correspondencia: Dra. Gloria Cristina Moreno A.

Correo electrónico: gcmoreno@javeriana.edu.co

RESUMEN

Objetivo: Determinar la capacidad de difusión del ión calcio a través de la dentina radicular usando cuatro tipos de vehículos: Anestesia, hidróxido de calcio líquido Calcifar[®], glicerina y polietilenglicol.

Materiales y métodos: Se agruparon al azar, veinte dientes obturados con pasta preparada de hidróxido de calcio mezclado con hidróxido de calcio líquido, Calcifar[®], 20 con anestesia, 20 con glicerina, 20 con polietilenglicol, 5 con Ultracal[®] (control positivo) y 5 sin procedimiento alguno. Los dientes fueron decoronados, se prepararon con la técnica de preparación biomecánica Crown - Down EDTA (RCprep) y se irrigaron con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25%. Se secaron con puntas de papel y se obturaron con pasta de hidróxido de calcio preparada. Luego fueron sumergidos en 2 ml de agua destilada estéril para realizar medidas de la concentración del ión calcio con el método colorimétrico, utilizando un Espectrofotómetro en diferentes periodos de tiempo: a los 1, 5, 15 y 30 días.

Resultados: El mayor grado de difusión del ión calcio se obtuvo, el primer día, con anestesia difundiendo 39.6 mg/dl; en las comparaciones efectuadas entre periodos de tiempo con relación al vehículo, el grupo de anestesia 39.6mg/dl \pm 26.4, hidróxido de calcio líquido Calcifar[®] 2.4mg/dl \pm 41.3 y glicerina 37.5mg/dl \pm 36.9. La difusión disminuyó significativamente a partir del quinto día. En todos los periodos de tiempo el vehículo que presentó mayor liberación de ión calcio fue la anestesia y la menor liberación fue dada por el polietilenglicol siendo constante durante los tiempos analizados.

Conclusiones: El mejor vehículo para la liberación del hidróxido de calcio fue la anestesia. Los vehículos viscosos demostraron mantener constante la liberación de los iones calcio en todos los tiempos. [Becerra L, Becerra P, Moreno GC. Capacidad de difusión del ión calcio a través de la dentina radicular utilizando cuatro tipos de vehículos: Anestesia, hidróxido de calcio líquido Calcifar[®], glicerina y polietilenglicol. Ustasalud Odontología 2004; 3: 77 - 85]

Palabras clave: Difusión, Vehículos, Acuosa.

CALCIUM HYDROXIDE ION CAPABILITY OF DIFFUSION THROUGH THE RADICULAR DENTINE USING FOUR TYPES OF VEHICLES: ANAESTHESIA, LIQUID CALCIUM HYDROXIDE (CALCIFAR[®]), GLYCERIN AND POLYETHILGLYCOL

ABSTRACT

Objective: To determine the capacity of diffusion of the calcium ion through the radicular dentine using four vehicles: Anaesthesia, liquid calcium hydroxide, Calcifar[®], glycerin and polyethylglycol.

Materials and methods: The specimens were randomly grouped. Twenty teeth were filled with calcium hydroxide in paste mixed with aqueous calcium hydroxide (Calcifar[®]), 20 with anaesthesia, 20 with glycerin, 20 with polyethylglycol, 5 were filled with Ultracal and 5 were left with no treatment. The crowns of the teeth were eliminated, prepared with CROWN - DOWN biomechanical technique, EDTA (RCprep) was used and irrigated with NaOCl at 5.25%. They were dried with paper points and filled with calcium hydroxide then divided into 4 experimental groups and 1 control group. They were immersed in to 2 ml of sterile distilled water, to make measures of the ion calcium concentration with the colorimeter method using an spectrophotometer in different periods of time at day 1, 5, 15, 30.

Results: The greatest degree of calcium ion diffusion was obtained the first day which diffused 39.6mg/dl; with comparisons made between period of time in relation with the vehicle, the anaesthesia group had 39.6 +/- 26.4, calcium hydroxide liquid 32.4mg/dl \pm 41.3 and the glycerin group with 37.5mg/dl \pm 36.9. Diffusion decreased from the fifth day. In all periods of time the vehicle that presented the highest liberation was the group of calcium ion with anaesthesia and the lowest liberation rate was given by the polyethylglycol which was constant during the periods of time analyzed.

Conclusions: The best vehicle for calcium hydroxide ion was anaesthesia. The viscous vehicles demonstrated they can maintain constant liberation of calcium ions through the period of time measured.

Key words: Diffusion, Vehicles, Aqueous.

Recibido para publicación: 15 de septiembre de 2004. Aceptado para publicación: 20 de octubre de 2004.

INTRODUCCIÓN

El hidróxido de calcio es una molécula de calcio por dos de hidroxilo. Es una molécula alcalina que ejerce cambios biológicos dentro del conducto radicular. Desde su introducción en 1.920 por Hermmman, el hidróxido de calcio ha sido recomendado en diferentes situaciones clínicas como medicamento intraconducto por excelencia.¹

En 1974, Manhart postuló el hidróxido de calcio como agente para recubrir la pulpa de canales radiculares permanentes. El hidróxido de calcio no solo es reabsorbido en el tejido periapical sino también en el espacio del conducto radicular ya que el ión hidroxilo del hidróxido de calcio puede ser capaz de difundirse a través de los túbulos dentinales y esta difusión está dada por su bajo peso molecular; por lo tanto, el hidróxido de calcio actúa efectivamente como un acondicionador intrarradicular.²

El conocimiento de las propiedades del hidróxido de calcio, ha establecido su uso desde hace varias décadas como el material más utilizado en la terapia endodóntica. Por tal motivo, se utilizan varios tipos de vehículos para la elaboración de la pasta de hidróxido de calcio que va a ser utilizada dentro del conducto radicular. El vehículo juega un rol importante debido a que determina la velocidad de disociación iónica causando solubilización y reabsorción de la pasta dentro del conducto radicular.³

De acuerdo con Fava, el vehículo ideal debe permitir una liberación lenta y gradual de iones OH-, una lenta difusión con baja solubilidad tisular y no debe tener un efecto adverso en la inducción de aposición de tejido duro.⁴

Muchos estudios in vitro han demostrado que el tipo de vehículo tiene una relación directa tanto con la concentración y la velocidad de disociación iónica como con la acción antimicrobiana cuando la pasta es llevada en un área contaminada.

En general, se utilizan tres tipos de vehículos, viscosos, acuosos y oleosos. Cuando el hidróxido de calcio se mezcla con estas sustancias se provee la liberación de Ca++ y OH-. Los vehículos promueven un alto grado de solubilidad cuando la pasta se deja en contacto directo con el tejido y el fluido tisular, causando rápidamente solubilización y reabsorción por los macrófagos, lo cual obliga a varios recambios hasta obtener el efecto deseado, incrementando el número de citas.³

El agua estéril se ha usado para procedimientos de apexificación en dientes de perros como material temporal en conductos infectados. En humanos se ha utilizado para recubrimiento pulpar directo,⁵ pulpotomía y apexificación,⁶ procedimientos de apexificación⁷ y como tapón apical,⁸ y en casos de perforación de la pared dentinal.

Las soluciones anestésicas, son sustancias químicas con la propiedad de bloquear la conducción de los impulsos nerviosos de forma específica y reversible en el tiempo. Estas soluciones con o sin vasoconstrictor han sido usadas debido a su disponibilidad, facilidad de uso y por ser estériles. La mayoría de estas soluciones tienen un pH ácido, pero cuando se mezclan con el hidróxido de calcio, la pasta final tiene un pH de 12.5 que se mantiene con el tiempo. Además, promueve una rápida liberación iónica.

Dentro de los vehículos viscosos se encuentran la glicerina, y polietilenglicol. La adición de la glicerina a la pasta parece aumentar su acción antimicrobiana debido a que la glicerina ayuda a la difusión del hidróxido de calcio.⁹ Esto está en desacuerdo con Safavi y colaboradores, quienes hallaron que altas concentraciones de glicerina o polietilenglicol reducen la conductividad (medición de la disociación iónica de una sustancia) de las soluciones de hidróxido de calcio.¹⁰

La glicerina (o glicerol) es un subproducto de la elaboración del biodiesel. Es un líquido transparente, incoloro, con un olor característico y dulce, puede ser mezclado en agua, acetona, alcohol y otros glicoles en cualquier proporción, pero es insoluble en cloroformo, éter benceno y aceites volátiles. Debido a sus propiedades giroscópicas, es muy útil como material humectante y es soluble en agua; no es tóxico y se usa como un lubricante dentro del conducto radicular. El primer reporte del uso de hidróxido de calcio con glicerina lo hizo Steiner y colaboradores, dentro de la fórmula contenía paraclorofenol y sulfato de bario.¹¹ Esta pasta se usó para el cierre apical de raíces inmaduras.

Estas sustancias viscosas son sustancias menos solubles en agua que liberan calcio e iones OH- más lentamente por largos períodos. Ellos promueven una baja solubilidad de la pasta comparada con los vehículos acuosos, debido a su alto peso molecular, minimizando la dispersión del hidróxido de calcio en los tejidos y manteniendo la pasta en el área deseada por largos intervalos. Un vehículo viscoso contenido en la pasta

puede mantenerse en el conducto por dos a cuatro meses, disminuyendo drásticamente el número de citas. Además de las propiedades anteriormente expuestas y según resultados obtenidos en el estudio por Figuereido colaboradores, se concluye que los anaerobios Gram negativos son más susceptibles a las pastas de hidróxido de calcio más que los facultativos Gram positivos, la habilidad de difusión y la actividad microbial del hidróxido de calcio está afectada por el tipo de vehículo utilizado.⁹

Aceitosos, representados por el aceite de oliva, aceite de silicona, alcanfor metacresilacetato, ácido (oleico, linoléico, isosteárico), paramonoclorofenol alcanforado. Sustancias no solubles en agua que promueven la baja solubilidad y la difusión de la pasta en los tejidos. Las pastas que contienen esta clase de vehículo pueden mantenerse en el conducto por períodos más largos que los vehículos acuosos y viscosos.¹⁰

El propósito de este estudio fue determinar la capacidad de difusión del ión calcio a través de la dentina radicular utilizando cuatro tipos de vehículos: Anestesia, hidróxido de calcio líquido Calcifar[®], glicerina y polietilenglicol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio *in vitro* tuvo un diseño experimental. Se constituyó por una muestra intencional de 90 dientes unirradiculares recién extraídos, con los siguientes criterios de inclusión: dientes sanos, raíces rectas, conductos viables, longitud radicular mínima de 14 mm y conductos no tratados endodónticamente. Los criterios de exclusión fueron: conductos calcificados y dientes con ápice inmaduro. Los dientes fueron colocados en formalina al 10%, posteriormente se lavaron con hipoclorito de sodio al 5.25% para evitar cualquier tipo de contaminación. Los dientes se estandarizaron a una longitud 14 mm decoronándolos; posteriormente, se realizó la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares con la técnica Crown-Down, por medio de la instrumentación manual dejando como lima apical principal la número 35, se irrigó con hipoclorito de sodio al 5.25% y EDTA (RC-prep) entre cada instrumento. Luego fueron secados con puntas de papel. Finalmente, una lima número 10 fue llevada a cada conducto para verificar la negociación del conducto radicular

El hidróxido de calcio fue preparado con cada vehículo con la siguiente proporción: tres partes de hidróxido de calcio en polvo por una parte de vehículo, para conseguir una mezcla de consistencia cremosa ideal. Esta mezcla fue llevada al conducto radicular con léntulos a baja velocidad. Los especímenes se agruparon al azar dejando veinte dientes en cada grupo experimental así: veinte dientes obturados con una pasta preparada con hidróxido de calcio mezclado con anestesia, veinte dientes obturados con una pasta preparada con hidróxido de calcio mezclado con hidróxido de calcio líquido Calcifar[®], veinte dientes obturados con una pasta preparada con hidróxido de calcio mezclado con glicerina, veinte dientes obturados con una pasta preparada con hidróxido de calcio mezclado con polietilenglicol, cinco dientes obturados con Ultracal (control positivo) y cinco dientes con ningún procedimiento (control negativo).

Posteriormente, se sellaron las aperturas coronales y apicales con cera pegajosa; para asegurar un mejor sellado se aplicó doble capa de barniz de uñas sobre la cera dejándola secar entre cada aplicación. Luego de este procedimiento los especímenes se sumergieron en viales tapa rosca plásticos (de 2.5 ml) en 2 ml de agua destilada estéril para realizar la medida de la concentración del ión calcio por medio del método colorimétrico, utilizando un Espectrofotómetro (Milton Roy Spectronic 601) en diferentes períodos de tiempo: 1, 5, 15 y 30 días en el programa de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal CORPOICA-CEISA en Bogotá, Colombia.

Los especímenes se mantuvieron en incubadora a 37° C para simular la temperatura de la cavidad oral. A las 24 horas se inició el procedimiento de lectura de absorbancia, preparando los materiales y reactivos bajo condiciones de esterilidad en la cabina de flujo laminar. Se procedió a preparar el reactivo de trabajo siguiendo las instrucciones indicadas por el laboratorio (HUMAN) productor del estuche, Calcium Liquicolor (que contiene: 100 ml Buffer solution, 100 ml color reagent, 3 ml estándar), mezclando volúmenes equivalentes solución Buffer y el reactivo de color en cantidades suficientes para los especímenes. Una vez la mezcla homogenizada alcanzó la temperatura ambiente durante 10 minutos, se distribuyó en tubos Eppendorf plásticos de 2 ml para cada espécimen individual para cada tubo a analizar. De cada espécimen en cada tiempo de observación (1, 5, 15 y 30 días) se tomó una solución de 0,02 ml de cada vial o de la solución estándar, se tomaron 2 tubos Eppendorf cada

uno con 2 ml de agua destilada más 20 microlitros de reactivo. Luego los especímenes se llevaron a la celda de cuarzo para realizar las lecturas de densidad óptica, se midieron a 570 nm (lámpara de Tungsteno) ajustando el blanco a cero de absorbancia con 1 ml del reactivo de trabajo. Para el cálculo de la concentración del calcio se aplicó la fórmula: $C8 \text{ mg/dl} = 8 \times \text{Absorbancia } 570 \text{ muestra} / \text{Absorbancia } 570 \text{ estándar de la casa comercial que produce el estuche}$.

RESULTADOS

Inicialmente se tabularon los datos según el tiempo determinado de observación y concentración para la difusión del ión calcio para los diferentes vehículos utilizados. Luego se aplicó la prueba de ANOVA de una y de dos vías, donde las variables eran los vehículos y los diferentes períodos de tiempo. Se compararon los promedios con la prueba T de Bonferroni, ya que esta se utiliza cuando hay muchos promedios por comparar. La comparación de los promedios fue:

Anestesia

El mayor grado de liberación del ión calcio se obtuvo en el día 1 difundiendo $39.6 \text{ mg/dl} \pm 26.4$. En los diferentes períodos de tiempo el grupo de la anestesia siempre obtuvo los promedios de difusión más elevados. En todos los especímenes hubo difusión del ión calcio presentando valores extremos encontrando un valor mínimo de 5.210 mg/dl y un valor máximo de $101, 457 \text{ mg/dl}$.

A partir del día 5 hubo una disminución estadísticamente significativa ($p < 0.001$) de la liberación del ión calcio obteniéndose $8.27 \text{ mg/dl} \pm 2.8$; en el día 15 fue de $8.2 \text{ mg/dl} \pm 2.3$ y en el día 30 el promedio obtenido fue de $9.2 \text{ mg/dl} \pm 2$. Entre los días 5, 15 y 30 no hubo diferencias significativas ($p > 0.001$) en la difusión del ión calcio cuando el vehículo fue anestesia (Figura 1).

Hidróxido de calcio líquido Calcifar®

A partir del día 1 hubo una difusión del ión calcio de $32.4 \text{ mg/dl} \pm 41.3$, disminuyendo significativamente ($p < 0.001$); en el día 5, $8.83 \text{ mg/dl} \pm 2.4$ manteniéndose constante en los días 15, $8.1 \text{ mg/dl} \pm 2.3$ y en el día 30, $8.6 \text{ mg/dl} \pm 2.7$ (Figura 1).

Entre los 5, 15 y 30 no hubo diferencias significativas ($p > 0.001$) en la difusión del ión calcio cuando el vehículo fue hidróxido de calcio líquido Calcifar®.

Glicerina

La difusión del ión calcio en el grupo de la glicerina tuvo un comportamiento muy similar al hidróxido de calcio líquido Calcifar® pero con valores inferiores a ésta presentando el día 1 una difusión de $37.5 \text{ mg/dl} \pm 36.9$, disminuyendo significativamente ($p < 0.001$) considerablemente en el día 5, $8.5 \text{ mg/dl} \pm 3.7$, manteniéndose constante en los días 15, $7 \text{ mg/dl} \pm 2.8$ y 30, $6 \text{ mg/dl} \pm 3.4$ (Figura 1).

Entre los 5, 15 y 30 no hubo diferencias significativas ($p > 0.001$) en la difusión del ión calcio cuando el vehículo fue glicerina.

Polietilenglicol

Fue el vehículo que obtuvo la liberación de calcio más baja permaneciendo constante durante todos los períodos de tiempo sin presentar diferencias significativas ($p > 0.001$). En el día 1, $9.2 \text{ mg/dl} \pm 16.5$; en el día 5, $7.4 \text{ mg/dl} \pm 3$; en el día 15, $8.2 \text{ mg/dl} \pm 2.4$ y en el día y 30, $7 \text{ mg/dl} \pm 2.3$ (Figura 1).

Diferencias entre los vehículos

Durante el día 1 se presentaron las mayores diferencias; cuando el vehículo fue hidróxido de calcio líquido Calcifar® seis especímenes no liberaron calcio, en la glicerina seis especímenes no liberaron y en polietilenglicol 14 especímenes no liberaron.

La liberación fue efectiva para todos los especímenes en los días 15 y 30 con los cuatro vehículos.

Las comparaciones efectuadas entre los períodos de tiempo con relación al vehículo fueron:

Anestesia

Se encontraron diferencias significativas en el día 1, 39.6 mg/dl y los demás días; en el día 5, 8.83 mg/dl , día 15, 8.2 mg/dl y en el día 30, 9.2 mg/dl (Figuras 2, 3, 4 y 5).

Hidróxido de calcio líquido Calcifar®

Se encontraron diferencias significativas en el día 1, 32.4 mg/dl y en los demás días; en el día 5, 8.83 mg/dl , día 15, 8 mg/dl y en el día 30, 8.6 mg/dl (Figuras 2, 3, 4 y 5).

Glicerina

Se encontraron diferencias significativas en el día 1, 37.5 mg/dl y en los demás días; en el día 5, 8.5 mg/dl , día 15, 7 mg/dl y el día 30, 6 mg/dl (Figuras 2, 3, 4 y 5).

Polietilenglicol

No se encontraron diferencias significativas durante el día 1, 9.2 mg/dl y los demás días; en el día 5, 7.4 mg/dl, día 15, 8.2 mg/dl y en el día 30, 7 mg/dl (Figuras 2, 3, 4 y 5).

Comparaciones efectuadas entre los vehículos dependiendo del tiempo:

Se comparó el promedio obtenido durante el día 1 de anestesia 39.6 mg/dl, hidróxido de calcio líquido Calcifar® 3.4 mg/dl y glicerina 37.5 mg/dl donde no se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los tres grupos ($p > 0.001$).

Al comparar el promedio obtenido durante el día 1 del polietilenglicol 9.2 mg/dl con los demás vehículos, el resultado obtenido evidenció diferencias significativas con los demás grupos ($p < 0.001$).

En el día 5 no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.001$) entre los cuatro vehículos: anestesia 8.27 mg/dl, hidróxido de calcio líquido Calcifar® 8.83 mg/dl, glicerina 8.5 mg/dl y polietilenglicol 7.4 mg/dl.

En el día 15 no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.001$) entre los cuatro vehículos: anestesia 8.2 mg/dl, hidróxido de calcio líquido Calcifar® 8.1 mg/dl, glicerina 7 mg/dl y polietilenglicol 8.2 mg/dl.

En el día 30 se encontró una diferencia significativa ($p = 0.0026$) de la difusión del calcio entre anestesia 9.2 mg/dl y polietilenglicol 7 mg/dl. También se encontró una diferencia significativa ($p = 0.0007$) entre anestesia 9.2 mg/dl y glicerina 6 mg/dl.

En todos los períodos de tiempo el vehículo que presentó mayor liberación de ión calcio fue la anestesia y la menor liberación fue dada por el polietilenglicol siendo constante durante los tiempos analizados.

Comportamiento de los controles positivo y negativo con respecto al tiempo:

Control positivo (Ultracal®)

El promedio de liberación del ión calcio fue de 8.00 mg/dl \pm 3.65, el cual se mantuvo constante durante los tiempos analizados.

Control negativo

No hubo liberación de calcio el primer día; a partir de los

días 5 presentó una liberación de calcio así: día 5, 3.405 mg/dl \pm 2.600, al día 15, 2.319 mg/dl \pm 2.100 y en el día 30, 2.421 mg/dl \pm 3.300.

Al realizar una ANOVA de dos vías se vio que la mayor influencia en la liberación del ión calcio se daba al presentar diferencia significativa para tres de los vehículos utilizados anestesia, hidróxido de calcio líquido Calcifar® y glicerina. Aunque para el polietilenglicol no presentó diferencia alguna en la liberación.

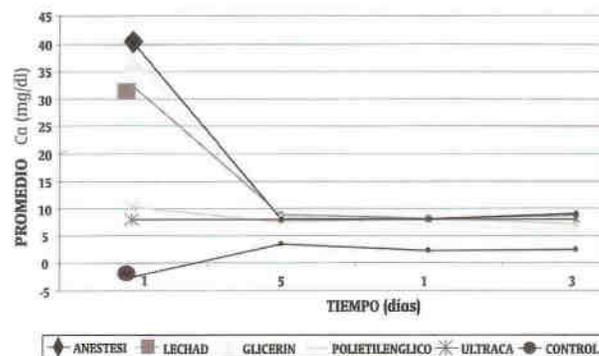


Figura 1. Cambios en la concentración del calcio en los diferentes vehículos.

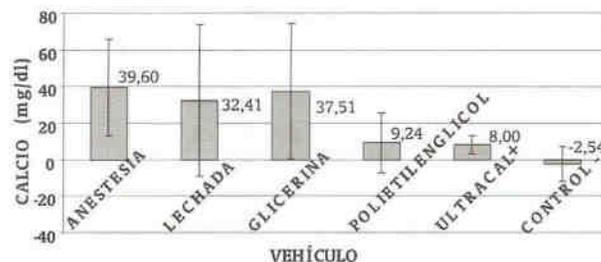


Figura 2. Día 1, comparación de los promedios de difusión de calcio en diferentes vehículos.

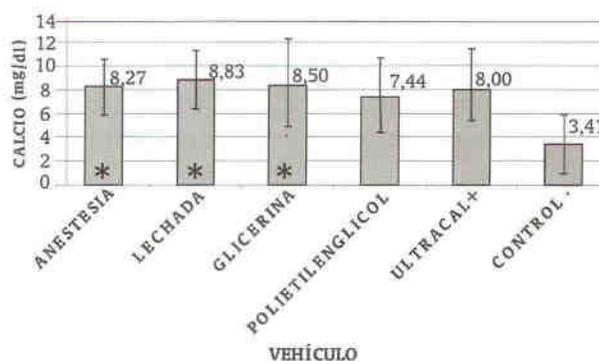


Figura 3. Día 5, comparación de los promedios de difusión de calcio en diferentes vehículos.

Utilizando el ANOVA también se observó que la liberación del calcio depende del vehículo siendo el polietilenglicol el que menor difusión presentó.

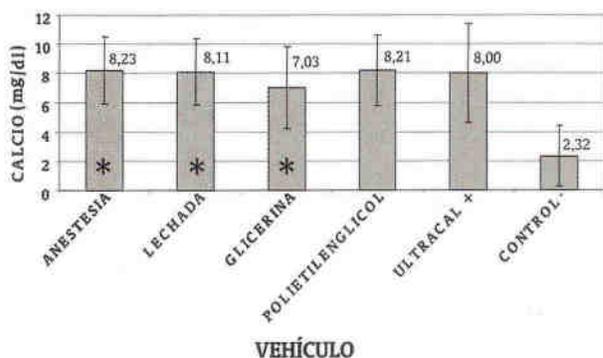


Figura 4. Día 15, comparación de los promedios de difusión de calcio en diferentes vehículos.

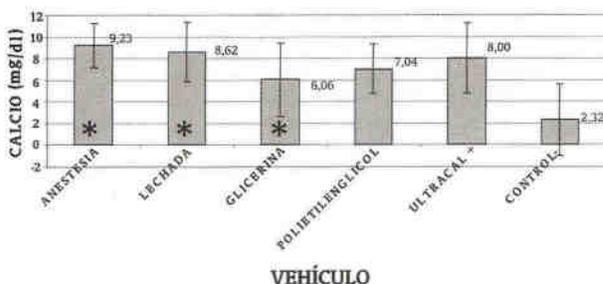


Figura 5. Día 30, comparación de los promedios de difusión de calcio en diferentes vehículos.

DISCUSIÓN

El tratamiento del sistema de conductos radiculares está esencialmente dirigido a la prevención y al control de las infecciones pulpares y periradiculares. La preparación quimiomecánica completa es considerada un paso esencial en la desinfección del sistema de conductos radiculares.

La actividad antimicrobiana del hidróxido de calcio está relacionada con la liberación de los iones hidroxil en un medio acuoso. Los iones hidroxil son radicales libres oxidantes que presentan extrema reactividad, reaccionando con varias biomoléculas.¹²

El hidróxido de calcio se encuentra dentro de la composición de varios materiales ampliamente usados es la terapia endodóntica, los cuales están continuamente liberando iones de OH⁻ que promueven un medio osteogénico alcalino.

Dados los resultados en este estudio se observó que el promedio de difusión del hidróxido de calcio con anestesia y el hidróxido de calcio líquido Calcifar® (vehículos acuosos), obtuvieron los promedios de difusión más elevados durante el 1 y 30 días presentando un comportamiento similar.

Al comparar el resultado anterior con la difusión del ión calcio a través de la dentina radicular realizada por Coelho, Gomes, Chevitaes y colaboradores, quienes determinaron la concentración de iones calcio colocando los dientes en un medio acuoso y en el que las medidas se dividieron en tres fases: disolución, disolución y difusión I, y disolución y difusión II; los resultados mostraron que la difusión del ión calcio se observó igualmente en los primeros 16 días en todas las situaciones del estudio en donde se colocó hidróxido de calcio puro.¹³

En este estudio de investigación se comprobó que la liberación del ión calcio se mantuvo constante inclusive hasta el día 30.

La permeabilidad dentinal se ve afectada directamente por el espesor dentinario postinstrumentación y por la presencia de barro dentinario; Fogel y Pashley reportaron que el barro dentinario reducía la permeabilidad radicular entre un 25% a 49%. Por lo tanto, es lógico asumir que si se retira el barro dentinario se logra que los materiales penetren en los túbulos dentinales y se obtiene una mejor obturación del sistema de conductos radiculares.¹⁴

La necesidad de permitir la difusión del ión calcio a través de la dentina, posiblemente, facilita la reparación de lesiones de tejidos periradiculares alterando el pH de éstas, motivo por el cual se debe eliminar el barro dentinario que se encuentra adherido a las paredes del conducto radicular y dentro de los mismos túbulos para que permita el paso de éste ión. McComb y Smith, en 1975, fueron los primeros en reportar la presencia del barro dentinal sobre las paredes del conducto radicular en un estudio bajo microscopía electrónica de barrido después del tratamiento endodóntico.¹⁵ La remoción del barro dentinario reduce la microflora y sus endotoxinas, aumenta la capacidad de selle de los materiales de obturación y disminuye el potencial de sobrevivencia y reproducción de bacterias.

Por muchos años se han estudiado diferentes tipos de irrigantes que cumplan esta función. Para lograr una adecuada difusión del ión calcio, Koch utilizó ácido mi-

neral fuerte para deshacer el tejido pulpar y observo al mismo tiempo una evidente limpieza sobre el tejido dental duro.¹⁶ Luego Callahan, 1984, reportó el uso del ácido sulfúrico pero su empleo se limitó porque tenía una acción caústica que necrosaba los tejidos periradiculares;¹⁷ Grossman y Meiman investigaron la disolución pulpar con diferentes agentes químicos: Enzimol, soda clorinatada, lactona galactónica, ácido hidroclorehídrico, papaína (solución al 105 en 0.0001 N de ácido hidroclorehídrico), hidróxido de sodio, ácido sulfúrico hidróxido de potasio y concluyeron que la soda clorinatada fue el solvente del tejido pulpar que actuó más rápida y efectivamente en menos de dos horas.¹⁸

Para la remoción del barro dentinal se requiere la combinación de hipoclorito de sodio y sustancias activas sobre componentes inorgánicos que incluyen los agentes quelantes para remover los componentes orgánicos e inorgánicos. De esta manera, el tipo de instrumentación manual de este estudio de investigación y el irrigante utilizado en este estudio (hipoclorito de sodio al 5.25%) son los más acertados.

De acuerdo con Fava, todas las acciones del hidróxido de calcio se basan en la disociación iónica de Ca^{++} y los iones OH^- . El vehículo juega un papel importante debido a que determinan la velocidad de disociación iónica causando en la pasta solubilización y reabsorción en los tejidos periapicales y en el conducto radicular.³ Además, el vehículo ideal debe permitir una liberación lenta y gradual de calcio e iones hidroxilo (OH^-) permitir una lenta difusión en los tejidos con baja solubilidad en los fluidos tisulares y no tener un efecto adverso en la inducción de aposición de tejido duro.⁴

Muchos estudios in vitro han demostrado que el tipo de vehículo tiene una relación directa con la concentración y la velocidad de la liberación iónica como con la acción antibacteriana cuando la pasta es llevada a un área contaminada. Las diferencias en la velocidad de disociación iónica se relacionan directamente con el vehículo empleado para obtener la pasta. En general, existen tres tipos de vehículos: acuosos, viscosos y aceitosos.

Los acuosos están representados por sustancias solubles en agua, incluyendo agua, solución salina, anestésico, solución de Ringer, suspensión acuosa de metil celulosa o carboxi-metilcelulosa y solución detergente aniónica. Cuando el hidróxido de calcio es mezclado con alguna de estas

sustancias el ión calcio y el OH^- son liberados rápidamente. Promueven un alto grado de solubilidad cuando la pasta se deja en contacto directo con el tejido y el fluido tisular, causan la solubilización y reabsorción por los macrófagos, lo cual obliga a varios recambios hasta obtener el efecto deseado, incrementando el número de citas.³

De esta forma, se corroboran los resultados arrojados en este estudio donde la solución anestésica y el hidróxido de calcio líquido Calcifar® para preparar las pastas, obtuvieron los mejores resultados en cuanto a la liberación rápida de los iones calcio e hidroxilo, en el día 1 y el día 30.

Los viscosos, son representados por la glicerina y el prolietilenglicol. La adición de la glicerina a la pasta parece aumentar su acción antimicrobiana debido a que la glicerina ayuda a la difusión del hidróxido de calcio según Figueiredo y colaboradores.⁹ Estas sustancias viscosas son solubles en agua y liberan calcio e iones OH^- más lentamente por largos periodos. Ellos promueven una baja solubilidad de la pasta comparada con los vehículos acuosos, debido a su alto peso molecular, minimizando la dispersión del hidróxido de calcio en los tejidos y manteniendo la pasta en el área deseada por largos intervalos.³

En el presente estudio el polietilenglicol y la glicerina fueron los vehículos que menos hidróxido de calcio liberaron a los 30 días quizás por el poco tiempo de exposición.

Las situaciones clínicas que requieren una rápida liberación iónica necesitan de un vehículo acuoso contenido en la pasta hidróxido de calcio, mientras que una situación clínica que requiere de una liberación iónica gradual y uniforme necesitan de un vehículo viscoso contenido en la pasta.

En esta investigación se observó que un vehículo viscoso (glicerina), y dos vehículos acuosos (anestesia e hidróxido de calcio líquido Calcifar®) difunden la misma cantidad de calcio al día 1, 5 y 15. Sin embargo, en el día 30 los vehículos acuosos, principalmente la anestesia, mostraron mayor liberación de ión calcio en comparación con los dos viscosos.

La nueva fórmula (Ultradent Products, USA), es una pasta de hidróxido de calcio contenida en una jeringa, es acuosa y radiopaca con un pH de 12.5; contiene 35% de hidróxido de calcio e hidroxiapatita de calcio (los demás componentes fueron reservados por el fabricante). Está

indicada para recubrimiento pulpar, pulpotomías o como cemento temporal y en apexificación. Esta presentación ha sido contemplada en la investigación de Caicedo, Leal, Pulgarín y Avellaneda en el 2000 en la que se sugiere que el Ultracal presentó mayor difusión del ión calcio a través de los túbulos dentinales comparado con el Calasept, conos de hidróxido de calcio e hidróxido de calcio puro Eufar[®].¹⁹

En este estudio, se decidió utilizar el Ultracal como control positivo debido a los resultados que mostraron que éste presentaba una mayor difusión del ión calcio.

Debido a la composición orgánica e inorgánica del tejido dental no es correcto asumir que todo el calcio existente en el medio acuoso fue difundido del hidróxido de calcio dentro de los conductos, desde el principio el punto principal fue determinar con certeza el origen del calcio encontrado en el medio acuoso y se formularon cuatro hipótesis acerca de su origen: (1) Disolución por parte del diente. (2) Calcio del conducto. (3) Calcio del medio en sí. (4) Filtración del selle apical y cervical.

Se debe tener en cuenta que el diente libera calcio por sí solo y no es adecuado tenerlo en cuenta para este estudio.¹³ Por esta razón, se utilizaron cinco dientes sin ningún procedimiento para el control negativo.

CONCLUSIONES

- El mayor grado de liberación del ión calcio se obtuvo con la anestesia en el día 1 y en el día 30; presentó diferencias significativas con el polietilenglicol el día 1 y el día 30.
- En el día 1 y 30, los vehículos acuosos demostraron mejor difusión del ión calcio.
- El polietilenglicol demostró mantener constante la liberación de los iones calcio en todos los periodos de tiempo.
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la difusión del ión calcio a través de la dentina radicular entre los vehículos en los días 5 y 15.
- En el día 30, los vehículos acuosos, principalmente la anestesia mostró mayor liberación de ión calcio en comparación con los dos viscosos utilizando glicerina y polietilenglicol.

- El Ultracal[®] en este estudio demostró difundirse en menor proporción que las pastas de hidróxido de calcio preparadas con los vehículos del trabajo de investigación.

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar este estudio mezclando diferentes técnicas de preparación biomecánica y diferentes irrigantes.

Se recomienda en un futuro llevar a cabo un estudio con más intervalos de tiempo y como mínimo con tres meses de observación.

AGRADECIMIENTOS

A CORPOICA – CEISA por los aportes realizados en dicha Institución para el desarrollo de este estudio de Investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hermann BW. Calcium hydroxyl als mittle zum behandeln und fillen von Wurzelkanällen (dissertation). Wursburg: (printed in: Malo PRT, Kessler Nieto F. Vadillo MVM (1.987) Hidróxido de calcio y apicoformación. Revista Española de Endodoncia 5, 41-61). Int Endod J 1920; 32: 257 - 282.
2. Andreasen JO, Kristerson L. The effect of extra-alveolar root with calcium hydroxide on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. J Endod 1981; 7: 349 - 354.
3. Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. Int Endod J 1999; 32: 257 - 282.
4. Fava LRG. Pastas de hidróxido de calcio. Considerações sobre seu emprego clínico em Endodoncia. Revista Paulista de Odontologia 1991; 13: 36 - 43.
5. Sommer RE, Ostrander FD, Crowley MC. Endodoncia Clínica. Barcelona: Labor; 1975.
6. Corpron RE, Dowson J. Pulpal therapy for the traumatized immature permanent anterior teeth. J Mich Dent Assoc 1970; 50: 224 - 230.
7. Erdogan G. The treatment of non-vital immature teeth with calcium hydroxide-sterile water paste. Two case reports. Quintessence Int 1997; 28: 681 - 686.
8. Michanowicz J, Michanowicz A. A conservative approach and procedure to fill incompletely formed root using calcium hydroxide as an adjunct. J Dent Child 1967; 32: 42 - 47.
9. Gomez BP, Ferraz CC, Garrido FD, Rosalen PL, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. Microbial susceptibility to calcium hydroxide pastes and their vehicles. J Endod 2002; 28: 758 - 761.

10. Safavi, K, Nakayama TA. Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution. *J Endod* 2000; 26: 649 – 651.
11. Steiner JC, Dow PR, Cathey GM. Inducing root end closure of non-vital teeth. *J Dent Child* 1968; 55: 47 - 54.
12. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J* 1999; 32: 361 - 369.
13. Gomes IC, Chevitaress O, de Almeida NS, Salles MR, Gomes GC. Diffusion of calcium through Dentin. *J Endod* 1996; 22: 590 - 595.
14. Fogel HM, Pashley DH. Dentin permeability. Effects of endodontic procedures on root slabs. *J Endod* 1990; 16: 442 - 445.
15. McComb D, Smith DC. A preliminary Scanning electron microscope study of root canals after endodontics procedures. *J Endod* 1975; 1: 238 – 242.
16. Koch C. History of dental surgery – Chicago National Art. Publishing Co. 1909 - Referenciado por Loel DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* 1975; 90: 148 – 151.
17. Callahan, J.R. Sulfuric acid for opening root canals, *Dent cosmos*. 1894; 36: 957. Referenciado por Loel DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* 1975; 90: 148 – 151.
18. Grossman, LL, Meiman BW. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc* 1941; 28: 223 - 252.
19. Caicedo R, Leal LM, Pulgarin, Avellaneda P. Difusión del ión calcio de cuatro materiales con base en hidróxido de calcio: Calasept, Ultracal, conos de hidróxido de calcio e hidróxido de calcio puro Eufar. *J Endod* 2000; 26: 420.

Misión

Facultad
de Odontología

La Facultad de Odontología orientada por el pensamiento de Santo Tomás pretende formar odontólogos integrales y/o especialistas a través de parámetros humanísticos, éticos científicos, biotecnológicos investigativos y sociales, como recurso humano capaz de intervenir con éxito en el proceso dinámico de la salud y la enfermedad, en el individuo, la familia y la comunidad, sin distinción de género, credo o condición social.

