

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA  
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**



**“EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO  
MEZCLADO CON HIPOCLORITO DE SODIO, SOLUCIÓN ANESTÉSICA Y  
SOLUCIÓN SALINA”**

Trabajo Terminal para obtener el  
**DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**PRESENTA  
GRECIA NEBLINA NORIEGA**

**PRESIDENTE  
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VARGUEZ**

**SINODAL**  
DRA. MARÍA NICOLASA RENTERIA AGUILERA

**SINODAL**  
MC VERÓNICA GONZÁLEZ TORRES

Tijuana Baja California, a Marzo 2014

Tijuana, Baja California, a 20 de Marzo del 2014

SUB-COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DEL PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

ASUNTO: Voto Aprobatorio

Habiendo fungido como Presidente de tesis denominada “EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO MEZCLADO CON HIPOCLORITO DE SODIO, SOLUCIÓN ANESTÉSICA Y SOLUCIÓN SALINA” Elaborada por la **C. GRECIA NEBLINA NORIEGA** manifiesto a ustedes que reúne los requisitos académicos establecidos para ser considerada por el jurado de examen.

ATENTAMENTE

DR ANA GABRIELA CARRILLO VARGUEZ

C.c.p. Archivo

Tijuana, Baja California, a 20 de Marzo del 2014

SUB-COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DEL PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

ASUNTO: Voto Aprobatorio

En mi calidad de sinodal de examen y habiendo revisado la tesis denominada “EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO MEZCLADO CON HIPOCLORITO DE SODIO, SOLUCIÓN ANESTÉSICA Y SOLUCIÓN SALINA” elaborada por la **C.GRECIA NEBLINA NORIEGA**, me permito notificarle que reúne los requisitos académicos establecidos para ser considerada por el jurado de examen.

ATENTAMENTE

MO MARÍA NICOLASA RENTERIA AGUILERA

C.c.p. Archivo

Tijuana, Baja California, a 20 de Marzo del 2014

SUB-COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DEL PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

ASUNTO: Voto Aprobatorio

En mi calidad de sinodal de examen y habiendo revisado la tesis denominada “EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL pH DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO MEZCLADO CON HIPOCLORITO DE SODIO, SOLUCIÓN ANESTÉSICA Y SOLUCIÓN SALINA” elaborada por la **C.GRECIA NEBLINA NORIEGA**, me permito notificarle que reúne los requisitos académicos establecidos para ser considerada por el jurado de examen.

ATENTAMENTE

MC VERÓNICA GONZÁLEZ TORRES

C.c.p. Archivo

# ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Antecedentes .....	3
3. Planteamiento del problema .....	16
4. Justificación .....	17
5. Marco teórico .....	18
5.1. Limpieza del Sistema de Conductos Radiculares .....	19
5.1.1. Soluciones de Irrigación .....	19
5.1.2. Medicamento Intraconducto .....	21
5.2. Hidróxido de Calcio .....	27
5.3. Pastas de Hidróxido de Calcio .....	30
5.3.1. Tipo de Vehículos .....	32
5.3.2. Remoción de las pastas de Hidróxido de Calcio .....	39
6. Hipótesis .....	40
7. Objetivos .....	41
8. Tipo de estudio .....	41
9. Variables .....	41
10. Universo de estudio .....	43
11. Criterios de inclusión .....	43
12. Criterios de exclusión .....	43
13. Criterios de eliminación .....	43
14. Materiales y Métodos .....	44
15. Análisis Estadístico .....	52

16. Resultados .....	57
17. Discusión .....	59
18. Conclusiones .....	62
19. Referencias bibliográficas .....	63

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la endodoncia es conservar el diente limpiando los conductos radiculares, mantener su función en la masticación y dejar el diente apto para su posterior restauración. Los tratamientos de endodoncia no siempre consiguen los objetivos deseados y, en algunas ocasiones, debido a infecciones o destrucción de la pieza dentaria, ésta debe ser extraída.

Se debe limpiar el sistema de conductos radiculares de bacterias, tejido necrótico, etc. con el fin de dejar el conducto lo más aséptico posible. Nunca se conseguirá que sea totalmente estéril ya que tratamos solamente el conducto principal de cada raíz y no los numerosos conductos accesorios.

La instrumentación biomecánica y la irrigación con una solución antimicrobiana son esenciales para la desinfección del espacio pulpar, pero algunos expertos consideran que quizá no sean suficientes para eliminar por completo los microorganismos de una pulpa necrótica. Por lo tanto, puede ser necesario potenciar la desinfección con un fármaco antimicrobiano eficaz.

El hidróxido de calcio es la medicación intraconducto más utilizada en el mundo, pues agrega el mayor número de propiedades deseables. La disociación iónica del hidróxido de calcio, en iones de calcio e iones de hidroxilo, y el efecto de estos iones sobre los tejidos y los microorganismos posibilitaron ese reconocimiento, permaneciendo firme a las pruebas de investigación y del tiempo. Además cuenta con un alto pH (12.3-12.8) que promueve la inhibición microbiana a través de una reacción enzimática irreversible.

Las pastas de hidróxido de calcio tienen como principal componente polvo de hidróxido de calcio y un vehículo para darle la consistencia deseada. Este vehículo debe ayudar al hidróxido de calcio a cumplir con las propiedades físico-mecánicas de un medicamento intraconducto, sin alterar las propiedades del hidróxido de calcio.

El presente estudio se realizó para evaluar la influencia del hipoclorito de sodio, mepivacaina/epinefrina 2% y solución salina en el nivel de pH, cuando son utilizados como vehículo en las pastas de hidróxido de calcio.

## ANTECEDENTES

Agrafioty *et al* en el 2013, estudiaron la influencia de la dentina de las paredes radiculares y el piso de cámara pulpar en el pH de los medicamentos intraconducto. Se utilizaron pasta de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , clorhexidina gel 2% y la combinación de ambas. El polvo de dentina se obtuvo de las paredes del conducto radicular y del piso de cámara pulpar de dientes de bovino y se le agregó el 1.8% al volumen de los medicamentos. El pH de las mezclas se evaluó inmediatamente después de la preparación, después de 24hrs y en 7 y 14 días. Los resultados fueron que el valor de pH del hidróxido de calcio fue siempre arriba de 12 en presencia o ausencia de polvo de dentina durante los 14 días del estudio. Hubo una disminución significativa en el valor del pH del hidróxido de calcio después de los 14 días cuando se le agregó polvo de dentina de las paredes del conducto. El pH de la clorhexidina gel aumentó significativamente en presencia de dentina. El pH de la combinación del hidróxido de calcio con el gel de clorhexidina no fue influenciado por el polvo de dentina y se observó una reducción después de los 14 días, exactamente igual que el grupo control. El pH de la combinación no fue alterado a los 14 días cuando se le agregó el polvo de dentina de cámara pulpar. Concluyeron que los diferentes tipos de dentina afecta el pH de la pasta de hidróxido de calcio, clorhexidina gel y su combinación en los periodos de estudio.<sup>1</sup>

En otro estudio realizado en el 2012, Hungaro *et al*, analizaron la influencia de la activación ultrasónica de las pastas de hidróxido de calcio en el pH y en la liberación de calcio en reabsorciones radiculares externas simuladas. Utilizaron 46 incisivos de bovinos, los limpiaron e instrumentaron, les crearon un defecto en el tercio medio externo de las raíces. Los dientes se sellaron externamente, excepto en el área del

defecto y se dividieron en 4 grupos de 10 muestras cada uno, de acuerdo con la pasta de hidróxido de calcio utilizada o no con activación ultrasónica: grupo 1: propilenglicol sin activación ultrasónica, grupo 2: agua destilada sin activación ultrasónica, grupo 3: propilenglicol con activación ultrasónica, y grupo 4: agua destilada con activación ultrasónica. Después de rellenar los conductos con las pastas, los dientes fueron restaurados e inmersos individualmente en frascos con agua ultrapura. Después de 7, 15 y 30 días las muestras fueron puestas en otros frascos y el pH del agua fue medido con un medidor de pH. La liberación de calcio fue medida con un espectrómetro de absorción atómica. Se utilizaron 6 dientes como controles. Los resultados fueron estadísticamente comparados con la prueba Kruskal-Wallis y Mann-Whitney U. Obtuvieron como resultado que en todos los periodos analizados, el nivel de pH se encontró más alto en donde se utilizó la pasta de hidróxido de calcio activada con el ultrasonido. La liberación de calcio fue significativamente mayor utilizando la activación ultrasónica después de los 7 y 30 días. Llegaron a las conclusiones que la activación ultrasónica de las pastas de hidróxido de calcio favorece el incremento del nivel de pH y liberación de calcio en resorciones radiculares externas simuladas.<sup>2</sup>

En el 2011 Madhubala *et al*, evaluaron y compararon la actividad antimicrobiana de hidróxido de calcio, mezcla de tres antibióticos (TAM), y un extracto de etanol de propóleo como medicamentos intraconducto en conductos radiculares infectados por *Enterococcus fecalis*. 120 incisivos centrales superiores permanentes intactos extraídos recientemente con raíces únicas y rectas y ápices maduros se almacenaron la solución salina. A todos los dientes se le retiró la corona con un disco de diamante y la longitud se estandarizó a 10mm. El tercio coronal se preparó con fresas Gates Glidden (1, 2, 3 y

4) y se utilizaron limas hedstrom para instrumentar a 0.5 mm más del foramen apical. Las muestras se colocaron en un baño ultrasónico con EDTA al 17% por 5 min. Seguido de hipoclorito de sodio al 5.25% por 5 min para remover el debris inorgánico y orgánico. La ampliación del foramen apical se selló con resina para prevenir la filtración bacteriana. Y las muestras se montaron verticalmente en cubos de acrílico. Estas muestras montadas se esterilizaron y se comprobó con cultivo su esterilización. Se utilizó un cultivo de *E. fecalis*. Las colonias bacterianas se sumergieron en 5 ml de caldo infusión cerebro-corazón y se incubaron por 4 hrs a 37° C. Cada muestra fue contaminada con 10 mul de *E. fecalis* y se incubaron a 37° C por 21 días. Después de la incubación se tomó la primer muestra, se inundó el conducto con solución salina y se colocó una lima hedstrom 50 para raspar la dentina durante el proceso. Se colocó una punta de papel absorbente por 60seg y se transfirió a tubos de prueba. Se colocó en platos con de Pfizer-selective Enterococcus médium., estos se incubaron por 24 hrs a 37° C. Las muestras se dividieron aleatoriamente en cinco grupos (n = 24). Cada grupo fue expuesto a diversos medicamentos intraconducto, hidróxido de calcio (grupo 1), TAM (grupo 2), propolis (grupo 3), etanol (grupo 4), y solución salina como el grupo de control (grupo V). Después de la colocación de los diferentes medicamentos, los grupos se subdividieron en 3 grupos de 8 muestras cada uno y fueron incubados por diferentes periodos de tiempo de 1, 2 y 7 días. La eficacia antibacterial del medicamento intraconducto se registró mediante la determinación del porcentaje de reducción en los recuentos de colonias (% RCC) al final del día 1, 2 y 7. Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando un solo sentido análisis de varianza Tukey Honestly Significant Difference (HSD) post hoc test. En los resultados el % RCC fue mayor para

propóleos que muestra 100% de reducción en el día 2 seguido por TAM que mostró un 82,5%, 92,2% y 98,4% de reducción en días 1,2, y 7, respectivamente. El hidróxido de calcio mostró un aumento gradual en la actividad antibacteriana, con un máximo de 59,4% en el día 7. Bajo las limitaciones de este estudio se puede concluir que el propolis puede ser utilizado como medicamento intraconducto a corto plazo, y el TAM y el propolis tuvieron una efectividad igual contra el *E. fecalis* en el espacio de los conductos radiculares.<sup>3</sup>

Delgado *et al*, estudiaron en el 2010 la eficacia del hidróxido de calcio y el gel de clorhexidina al 2% en la eliminación de *Enterococcus fecalis* intratubular. Sesenta dientes unirradiculares extraídos se limpiaron y se almacenaron en formaldehído al 10%. 45 dientes se utilizaron como muestras experimentales y 15 en grupo control. Se les removió la corona clínica y 2-5mm de la porción radicular (raíces de 8mm). Se mantuvieron en solución salina. Se incubó *Enterococcus fecalis* en infusión cerebro corazón. Los conductos fueron infectados con colonias de *Enterococcus fecalis* diluido en infusión de cerebro corazón, manteniendo en contacto la susceptión bacteriana con los conductos radiculares. Se colocó infusión cerebro corazón fresca para la supervivencia de las bacterias. Las muestras se incubaron anaeróticamente a 37° C por 21 días. Después de este periodo cada muestra fue irrigada con solución salina y secada con puntas de papel. Terminado el proceso de incubación, se les colocó medicamento intraconducto: Ca(OH)<sub>2</sub>, clorhexidina gel al 2%, una combinación de Ca(OH)<sub>2</sub> con clorhexidina gel, y como grupo control negativo solución salina, se sellaron tanto coronalmente como apicalmente con cemento provisional. Las muestras se colocaron en cajas petri con gasas estériles húmedas y se incubaron por 14 días a

37° C. Se lavaron las raíces con solución salina. Se realizó irrigación de los conductos con soluciones neutralizantes: ácido cítrico al 5% para hidróxido de calcio, Tween 80 al 0.5% para la clorhexidina gel y la combinación de clorhexidina con hidróxido de calcio. Se realizó una irrigación final con solución salina. Se obtuvieron fragmentos de dentina del conducto radicular utilizando fresas Gates Glidden a lo largo del conducto y se colocaron los fragmentos en infusión cerebro-corazón. Después de 14 días de colocar el medicamento intraconducto (clorhexidina gel e hidróxido de calcio) encontraron que había una disminución en UFC de EF comparado con el grupo control (sol. Salina). No hubo diferencias significativas entre el grupo de clorhexidina gel y el grupo de hidróxido de calcio. No hubo diferencias cuando se utilizó clorhexidina gel con o sin hidróxido de calcio. Llegaron a las conclusiones de que tanto el  $\text{Ca(OH)}_2$  y clorhexidina tiene efectos antimicrobianos contra *E. fecalis*. La clorhexidina ha aumentado la actividad antimicrobiana en comparación con  $\text{Ca(OH)}_2$ .  $\text{Ca(OH)}_2$  en combinación con clorhexidina mostró una actividad antimicrobiana similar a la clorhexidina sola.<sup>4</sup>

El propósito del estudio de Ballal *et al* publicado en el 2010, fue evaluar in vitro la liberación de iones calcio y el cambio en el pH del hidróxido de calcio en un periodo de 30 días cuando es mezclado con propilenglicol, polietilenglicol 6000, citosan y goma guar. Se utilizaron 40 incisivos superiores extraídos, se seccionó la corona y se estandarizó la longitud del diente a 15 mm. Se determinó la longitud de trabajo y se instrumentaron manualmente hasta la lima 45; se irrigaron con hipoclorito de sodio y una irrigación final con EDTA17%. Se prepararon las fórmulas y se colocaron dentro de los conductos radiculares de dientes humanos, se sumergieron en contenedores con agua destilada. La concentración de iones de calcio se analizó con un espectrómetro

ultravioleta en intervalos específicos de tiempo. Los cambios en el pH del medio se midieron en varios intervalos hasta 30 días. Los resultados revelaron que la fórmula con citosan mostró la máxima prolongación en la liberación de iones calcio comparada con las otras tres fórmulas. Todas las fórmulas mostraron un alto pH alcalino arriba de los 30 días. Se concluyó que el citosan puede ser utilizado como vehículo para prolongar la liberación de iones calcio del hidróxido de calcio en el sistema de conductos.<sup>5</sup>

En el 2009, Hungaro *et al* evaluaron el pH y liberación de iones calcio de las pastas de hidróxido de calcio asociadas con diferentes sustancias. Utilizaron 40 conductos de acrílico que se dividieron en 4 grupos de acuerdo a la sustancia utilizada asociada a la pasta de hidróxido de calcio: clorhexidina en dos fórmulas (solución 1% y gel 2%), extracto de *Casearia SSylvestris Ss* y propilenglicol como control. Los dientes con las pastas con sellado coronal fueron inmersos en 10ml de agua desionizada. Después de 10 min, 24 hr, 48 hr y 7,15 y 30 días los dientes se cambiaron a otros contenedores y el líquido fue analizado. La liberación de iones calcio fue medida con un espectrómetro de absorción atómica y el pH con un medidor de pH. En relación al análisis de calcio, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas para clorhexidina solución al 1% y gel al 2% en 10 min. Después de 24 hrs, CHX gel 2%-control, CHX gel 2% - CHX solución 1% tuvieron diferencias significativas. Después de 48 hrs, hubo diferencias significativas para CHX gel 2%- control y extracto-control. No hubo diferencias entre los grupos en los siguientes periodos. Con respecto al pH, hubo diferencias significativas para la CHX gel 2% - control y CHX gel 2%- CHX sol. 1% después de las 48 hrs y para CHX gel 2% - control después de los 15 días. En los demás periodos no hubo

diferencias entre los grupos. Se concluyó que todas las pastas tuvieron términos similares de pH y liberación de iones de calcio en los periodos estudiados.<sup>6</sup>

El propósito del estudio publicado en el 2008 por Blanscet *et al*, fue determinar si variaba el porcentaje de hidróxido de calcio acuoso o utilizando diferentes vehículos tiene un efecto eficaz antibacterial contra los patógenos endodónticos más comunes en un modelo de agar difusión. Se utilizaron modelos de difusión agar que mostraban zonas de crecimiento de seis bacterias patógenas comunes en vía oral, *E. fecalis*, *Estafilococo aureus*, *bacilo subtilis* y *estreptococo Sanguis*, *Porfiromona endodontalis* y *prevotella nigrescens*. Se comparó la actividad inhibitoria de tres concentraciones de  $\text{Ca(OH)}_2$  polvo USP mezclado con solución salina en concentraciones de 60%, 50% y 40% y dos marcas comerciales de pastas de  $\text{Ca(OH)}_2$ , Ultracal y Vitapex. Cada uno de los medicamentos se colocó en uno de los cinco pozos, en cada uno de los 10 platos de agar, con los cultivos de cada especie de bacterias. Las zonas de inhibición se midieron después de las 48 hrs de incubación para las aerobias y 96 hrs de incubación para las anaerobias. Los resultados que obtuvieron fueron grandes zonas de inhibición en donde se encontraban cantidades altas de hidróxido de calcio con estadística significativa dependiendo de la bacteria particularmente entre 40% y 60%. El vitapex fue significativamente menor que todos los otros medicamentos y el Ultracal XS estuvo cerca de la efectividad del  $\text{Ca(OH)}_2$  al 50%. Llegaron a las conclusiones que las concentraciones de  $\text{Ca(OH)}_2$  al 50% y 60% o al 35% con metilcelulosa resulta un buen inhibidor de las bacterias endopatógenas estudiadas y es recomendado como medicamento intraconducto entre citas.<sup>7</sup>

Yucel *et al* en el 2007 determinaron el nivel de pH del hidróxido de calcio mezclado con solución salina, glicerina, xilocaina spray, citanest octapresinn, solución de clorhexidina 0.2% y ultracaina. Se mezcló el hidróxido de calcio con 2 ml de vehículo de las soluciones antes mencionadas. Antes y después de cada mezcla, se midió el pH utilizando un medidor de pH de la siguiente manera: 0, 10, 20, 30 y 45 minutos; 1, 24 y 48 hrs; y 7 días. En los resultados encontraron que no había diferencia significativa entre la medición del pH en 0, 10, 20, 30, 45 minutos, 1 hora y 24 horas; el valor de pH de las mediciones de los grupos anteriores fue significativamente más bajo que la medición a las 48 horas y 7 días. El nivel de pH más alto se observó a los 7 días. Cuando se compararon los diferentes vehículos, el que obtuvo el menor nivel de pH fue la solución salina estéril y el mayor fue la xilocaina. Llegaron a la conclusión que mezclar el hidróxido de calcio con los diferentes vehículos mencionados, se obtiene una mezcla muy alcalina. También, el nivel de pH en las mezclas se incrementa significativamente después de las 24 horas. Cuando se utiliza uno de estos vehículos en una medicación intraconducto, la mezcla de hidróxido de calcio debe permanecer en su lugar al menos 7 días.<sup>8</sup>

En el 2007, Wang *et al* evaluaron la eficacia clínica de la clorhexidina (CHX) gel al 2% en la erradicación de las infecciones endodónticas en pacientes con periodontitis apical. También se evaluó el efecto antibacteriano adicional del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mezclado con CHX 2% gel en forma de pasta como medicamento intraconducto. Cuarenta y tres pacientes con periodontitis apical fueron reclutados. Cuatro pacientes con pulpitis irreversible se incluyeron como control negativo. Se incluyeron en el estudio las raíces mesiobucales de molares inferiores, raíces distales de los molares superiores, raíces

bucales de primeros premolares superiores y dientes unirradiculares. Los dientes fueron instrumentados con instrumentos rotatorios Profile con conicidad 0.04 y se utilizó CHX gel al 2% como desinfectante bacteriano. Una vez terminada la instrumentación de los conductos radiculares, todos los dientes fueron rellenados con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mezclado con CHX por un periodo de 2 semanas. Las muestras fueron tomadas en el acceso (S1), después de la instrumentación (S2), y después de 2 semanas del medicamento intraconducto (S3). Se realizó un cultivo anaerobio. Los resultados de las muestras cultivadas positivamente en S1, el 10,3% (4/39) y 8.3% (4/36) muestra bacterias en S2 y S3, respectivamente. Se encontró una diferencia significativa en el porcentaje de cultivo positivo entre S1 y S2 ( $p < 0,001$ ), pero no entre S2 y S3 ( $p = 0,692$ ). Estos resultados sugieren que la CHX gel al 2% es un desinfectante eficaz en el conducto radicular y el medicamento intraconducto adicional no mejoró significativamente la reducción de bacterias en las muestras de conductos radiculares.<sup>9</sup>

El objetivo del estudio de Camargo *et al*, publicado en el 2006, fue comparar el pH y la liberación de iones calcio después de utilizar pastas de hidróxido de calcio con diferentes vehículos en dientes humanos y bovinos. Se utilizaron 92 dientes unirradiculares humanos y de bovino. Las raíces se instrumentaron y se les creó una preparación cavitaria externa. Las raíces se dividieron en grupo humano y bovino. Cada grupo se dividió en cuatro subgrupos de acuerdo al vehículo utilizado: SB1, detergente; SB2, solución salina; SB3 polietilenglicol con paramonoclorofenol alcanforado y SB4 polietilenglicol mas paramonoclorofenol furacin. Las muestras se sumergieron en solución salina a 37°C y después de 7 y 14 días se midieron el pH y los

iones calcio. Como resultados obtuvieron que no hay diferencias significativas entre los grupos bovino y humano en el análisis de pH, pero el grupo bovino provee más liberación de iones calcio que los dientes humanos. El polietilenglicol con paramonoclorofenol alcanforado fue estadísticamente más efectivo en el incremento de pH y liberación de iones calcio en todos los análisis, seguido por polietilenglicol más paramonoclorofenol furacin y solución salina. El detergente muestra menor alteración del pH y liberación de iones calcio. El periodo de 14 días mostró mayor liberación de iones calcio que el periodo de 7 días. Concluyeron que el polietilenglicol con paramonoclorofenol alcanforado es la mejor opción para los medicamentos intraconducto en los casos de pulpa necrótica, en un periodo de 14 días. Se cree que el pH y la liberación de iones calcio continua incrementándose para los demás grupos hasta su completa saturación.<sup>10</sup>

En el 2005, Peters *et al* estudiaron el efecto de los diferentes ensanchados apicales en la preparación de conductos radiculares simulados en la aplicación de una pasta comercial de hidróxido de calcio colocándolo con jeringa o léntulo. Se utilizaron 90 conductos simulados y se dividieron en 3 grupos. Se patentizaron con una lima tipo K #15, y se instrumentaron de la siguiente manera: grupo A con un tamaño apical #20/10 se utilizaron instrumentos manuales y rotatorios, el grupo B con tamaño apical de 30/08 utilizaron instrumentos rotatorio GT y el grupo C con tamaño apical 40/04 utilizando instrumentos Profile. Se dividieron los grupos en 2 cada uno y se llevó al conducto la pasta hidróxido de calcio de la siguiente manera: grupos A1, B1 y C1 con un espiral de léntulo a un 1mm de la longitud de trabajo y se condensó con puntas de papel, en los grupos A2, B2 y C2 se inyectó con una jeringa con aguja calibre 18 y se condensó con

puntas de papel, se les colocó cavit. Las muestras se pesaron en etapas: antes de la preparación, después de la preparación, después de colocar la pasta de hidróxido de calcio, después de colocarle cavit y después de una semana. Obtuvieron los siguientes resultados: los conductos en el grupo C fueron significativamente menores radiográficamente que los conductos de los grupos A y B,, utilizando el espiral de léntulo resulta significativamente menor comparado con la técnica de inyección. Se detectaron más huecos coronalmente comparado con los tercios medio y apical. Concluyeron que la preparación del conducto y el método de aplicación tienen un impacto en la cantidad y radio densidad en los medicamentos de hidróxido de calcio en conductos simulados. Los conductos preparados al tamaño apical #40/04 tienen menor número de huecos, el hidróxido de calcio que se colocó con el espiral de léntulo tuvo menos huecos comparado con la técnica de inyección.<sup>11</sup>

Schäfer *et al*, en un estudio publicado en el 2005 investigaron la eficacia de la clorhexidina (CHX) y el hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) contra *Enterococcus fecalis* in vitro. Se utilizaron dientes unirradiculares humanos extraídos, se les seccionó la corona hasta la unión esmalte-cemento y se hizo un acceso directo al conducto. Todos los conductos fueron instrumentados a 1mm de la longitud del diente con limas hedstrom hasta el ISO 40, se irrigó con solución fisiológica entre cada lima. Para remover el smear layer se utilizó ácido cítrico al 10%. Se esterilizaron las muestras por 30 min a 121° C. Inoculación y Medicación. Se inoculo *Enterococcus fecalis* por 24 hrs a 37° C en CSL. El E. *fecalis* inoculado se inyectó en los conductos radiculares utilizando una jeringa estéril. Se colocaron en tubos de ensayo y se incubaron por 9 días a 37° C. Después de incubación se retiró el contenido del conducto con una jeringa estéril y se

secó con puntas de papel estériles. Las muestras se dividieron en 3 grupos experimentales y un grupo control, a cada grupo se le colocó el medicamento intraconducto en condiciones estériles de la siguiente manera: hidróxido de calcio en pasta, solución de clorhexidina al 2% e hidróxido de calcio con clorhexidina en partes iguales. Muestra de dentina radicular y análisis estadístico. Cada conducto fue preparado manualmente con limas Hedstrom estériles #45. Cada lima con dentina radicular se colocó en tubos de ensayo con solución CSL con sustancias inactivantes y se le realizó examen microbiológico determinando las unidades formadoras de colonias CFU. En los resultados la CHX fue significativamente más eficaz contra *E. fecalis* que el  $\text{Ca(OH)}_2$  en pasta o una mezcla de CHX con  $\text{Ca(OH)}_2$  en pasta ( $p < 0,05$ ). No hubo aumento en la eficiencia de  $\text{Ca(OH)}_2$  en pasta cuando se añadió CHX ( $p > 0,05$ ). Dio como resultado que la solución de clorhexidina al 2% fue más eficiente en un periodo corto de tiempo que otras concentraciones analizadas. Los resultados sugieren que la CHX es eficaz en la eliminación de *E. fecalis* de los túbulos dentinarios en las condiciones de este estudio.<sup>12</sup>

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hemos observado en la práctica endodóntica, que la incidencia de retratamientos es frecuente debido a la actividad microbiana que persiste en los tratamientos de conducto de pulpas necróticas. Por lo tanto es necesaria la colocación de una medicación entre sesiones para evitar el fracaso en los tratamientos de conductos. El uso de hidróxido de calcio en pasta facilita su colocación dentro del conducto radicular, por lo tanto es necesario mezclarlo con un vehículo adecuado que ayude a conservar las propiedades físico-químicas del hidróxido de calcio. La fabricación de estas pastas por el clínico en el consultorio conlleva a la utilización de sustancias comúnmente encontradas en el mismo, como el hipoclorito de sodio, solución anestésica, solución salina entre otras. Por lo que nos planteamos la siguiente pregunta

¿Existe una alteración del pH del hidróxido de calcio cuando es mezclado con el hipoclorito de sodio, mepivacaina/epinefrina al 2% y solución salina?

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la colocación de un medicamento entre sesiones es ampliamente utilizada como coadyuvante en la desinfección del sistema de conductos. El hidróxido de calcio es la sustancia que cumple con el mayor número de propiedades físico-químicas que debe cumplir un medicamento intraconducto, pero este debe ser mezclado con un vehículo para su colocación dentro del conducto. El empleo de diferentes sustancias como vehículo puede afectar o alterar las propiedades físico-químicas como el nivel de pH, modificando su potencial de acción. Comúnmente utilizamos como vehículo las sustancias que tenemos disponibles en el consultorio como son el hipoclorito de sodio, soluciones anestésicas, solución salina, entre otras. Es importante determinar si las pastas de hidróxido de calcio que fabrica el clínico en el consultorio cumplen con los requisitos que deben tener las pastas de hidróxido de calcio ideales, como es el nivel de pH, siendo este importante para el control antibacteriano.

## MARCO TEÓRICO

Endodoncia es ciencia y es arte, comprende la etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dentaria y de sus repercusiones en la región periapical y por consiguiente en el organismo. En resumen, esa especialidad atiende la prevención y el tratamiento del endodonto y de la región apical y periapical.<sup>13</sup>

El objetivo de la endodoncia es conservar el diente limpiando los conductos, mantener su función en la masticación y dejar el diente apto para su posterior restauración. El objetivo biológico de los procedimientos de limpieza y remodelado consiste en eliminar todo el tejido pulpar, las bacterias y sus endotoxinas, del conducto radicular. Los objetivos mecánicos consisten en hacer posible la obtención del objetivo biológico, y en ampliar el conducto lo suficiente para permitir su obturación tridimensional.<sup>14</sup>

El ecosistema microbiano de un conducto y la respuesta inflamatoria subsecuente del tejido perirradicular persiste hasta que se elimina la fuente de irritación. El tratamiento debe establecer un medio favorable para que el huésped termine con la enfermedad. La clave del éxito en el tratamiento de la enfermedad perirradicular es la eliminación del reservorio de infección (tejido necrótico, bacterias, productos bacterianos) mediante una limpieza minuciosa.<sup>15</sup>

## LIMPIEZA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.

La desbridación de los conductos como parte del proceso de limpieza y preparación, es la eliminación de sustratos que alimentan a los microorganismos. Como el sistema de conductos es irregular, los instrumentos no alcanzan todas las aletas, puntos ciegos, indentaciones y áreas entre los conductos principales. Los irrigantes enjuagan y aflojan los residuos, proporcionan lubricación, ejercen acción antimicrobiana y disuelven algunos residuos en los conductos.<sup>15</sup>

La irrigación acompañada por la aspiración, es un auxiliar en la preparación del conducto radicular. Sus objetivos son:

- Eliminar (por remoción o disolución, o ambos) los dentritos presentes en el interior del conducto radicular.
- Reducir la cantidad de bacterias existentes en los conductos radiculares.
- Facilitar la acción conformadora de los instrumento endodónticos. Hidratación y lubricación.

### Soluciones De Irrigación

La función principal del irrigador es sacar por lavado los desechos del conducto. La remoción de los restos orgánicos y microorganismos del conducto radicular parecen depender más de la mayor cantidad de solución de irrigación usada, que del tipo de solución utilizada.

La selección de la solución adecuada depende del cotejo entre las propiedades del producto y los efectos deseados en cada una de las condiciones clínicas que puedan

presentar el diente en tratamiento. Así, en los casos de dientes con pulpa viva, la contaminación microbiana ausente o incipiente permite el uso de productos sin poder antiséptico a favor de la aplicación de sustancias que, por su biocompatibilidad, respetan el muñón apical y los tejidos apicales, favoreciendo la reparación. En los dientes con pulpa mortificada, la irrigación se integra al conjunto de acciones destinadas a promover la desinfección del conducto radicular y la neutralización de las toxinas presentes en su contenido necrótico.

Soluciones y sustancias comúnmente indicadas son:

Compuestos halogenados:

Solución de hipoclorito de sodio

Solución de gluconato de clorhexidina

Detergentes sintéticos:

Duponol C – al 1% (alquil-sulfato de sodio)

Zefirol – cloruro de aquildimetil-bencilamonio (cloruro de benzalconium)

Dehyquart-A (cloruro de cetiltrimetilamonio)

Tween – 80 (polisorbato 80)

Quelantes:

Soluciones de ácido etilnodiaminotetracético- EDTA

Largal ultra (agente quelante comercial)

Redta (agente quelante comercial)

Asociaciones:

- RC Prep
- Endo-PTC
- Glyde File Prep
- MTAD
- Smear Clear.

Otras soluciones de irrigación:

- Agua destilada esterilizada
- Agua de hidróxido de calcio – 0.14g%
- Peróxido de hidrógeno – 10 vol.
- Suero fisiológico
- Solución de ácido cítrico.<sup>13</sup>

## MEDICAMENTOS INTRACONDUCTO

La medicación intraconducto se caracteriza por la colocación de un fármaco en el interior de la cavidad pulpar entre las sesiones necesarias para la conclusión del tratamiento endodóntico. La literatura médica acuñó las expresiones medicación entre sesiones, medicación local y medicación intraconducto para denominar a este procedimiento.

Los objetivos de la medicación, así como las sustancias y las técnicas utilizadas difieren entre sí en función de la situación clínica del diente en tratamiento. En los casos de dientes con pulpa viva, la contaminación bacteriana, si existe, no será masiva

y quedará restringida a las porciones más superficiales de la pulpa. Una limpieza bien realizada facilitará por cierto la eliminación de los microorganismos. En esa situación, la medicación intraconducto servirá para el control de la inflamación, consecuencia del acto quirúrgico.

En los dientes con pulpa mortificada, el contenido microbiano y tóxico de la cavidad pulpar determina la opción por sustancias antisépticas. La medicación intraconducto será entonces un auxiliar valioso en la desinfección del sistema de conductos radiculares, sobre todo en lugares inaccesibles a la instrumentación, como las ramificaciones del conducto principal y los túbulos dentinarios.<sup>16</sup>

La elección de una medicación intraconducto entre sesiones requiere de las mismas consideraciones que la aplicación de cualquier fármaco en otra región del organismo humano.

Por lo tanto es necesario considerar:

- Cantidad: se debe precisar la cantidad y la concentración del fármaco, para ejercer el efecto deseado sin lesionar tejidos circundantes.
- Localización: es indispensable tener en cuenta el mecanismo de acción de la sustancia para determinar la forma apropiada para su colocación.
- Tiempo de aplicación: conocer el tiempo que la sustancia permanece activa.  
Tiempo de vida útil.

## Requisitos Ideales Del Fármaco

Un fármaco que va a ser utilizado como medicamento intraconducto debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Debe mantener su efecto germicida por 48-60 horas después de haber sido sellado en el diente.
2. Debe esterilizar sin irritación de los tejidos periradiculares.
3. Sus vapores germicidas deben ser eliminados lentamente para establecer y mantener la esterilidad, y evitar cambios diarios de la aplicación; también estos vapores deben producirse a la temperatura corporal.
4. Ser biocompatible
5. Baja toxicidad tisular.
6. Ayuda a la remoción de tejido orgánico.
7. Penetrar en el sistema de conductos radiculares y los túbulos dentinarios.
8. Inducir una barrera de calcificación en la unión con los tejidos periradiculares.
9. Fácil colocación y remoción.
10. No debe manchar el diente.

Los medicamentos colocados dentro de la cámara o el conducto ejercen su actividad antimicrobiana por contacto directo con los microorganismos o por vía de la acción de vapores de los componentes volátiles.

El medicamento ideal debe poseer una alta actividad antibacterial combinada con una baja toxicidad tisular. De hecho, un medicamento que posee una baja toxicidad pero actúa por un largo período de tiempo, debe ser tan efectivo en la desinfección del

conducto que uno que tiene una actividad antimicrobiana alta pero se disipa rápidamente. A esto se le agrega que debe poseer propiedades físico-químicas que permitan su difusión a través de los túbulos dentinarios y ramificaciones laterales del sistema de conductos radiculares y un tiempo suficiente de acción para eliminar bacterias, también cabe resaltar que los medicamentos intraconductos son capaces de irritar los tejidos periapicales, por lo que se recomienda que los mismos se limiten a los confines del conducto.

Sustancias utilizadas:

#### Asociación Corticoide-antibiótico

Los corticoides son los antiinflamatorios más eficaces de los que se disponen en la actualidad. Reduce significativamente la fase aguda del proceso inflamatorio. Por sus propiedades está indicado como medicación temporaria en las pulpectomías, en procura de reducir la intensidad de la inflamación del muñón apical y de los tejidos periapicales. La presencia de antibiótico en la fórmula se justifica por la necesidad de combatir una eventual contaminación bacteriana producida durante la preparación. Se recomienda la permanencia del fármaco en el conducto por periodos breves, inferiores a siete días, para mayores plazos está indicada la utilización de una pasta de hidróxido de calcio.

#### Paramonoclorofenol alcanforado

Presenta doble acción antiséptica, basada en la función fenólica y en la presencia del ion cloro, liberando con lentitud durante el uso. Indicado como medicación

intraconducto temporaria en el tratamiento de dientes con pulpa mortificada. Es una alternativa en conductos estrechos, donde es difícil aplicar la pasta alcalina o cuando la permanencia de la medicación temporaria fuere inferior a siete días, tiempo en que el hidróxido de calcio no muestra eficiencia total.

#### Tricerol formalina

Este fármaco, constituido por una mezcla de cresoles y formol, se utilizó tradicionalmente como antiséptico. El compuesto, acumula las actividades antimicrobianas del cresol y del formol, posee también la capacidad de neutralizar toxinas presentes en el conducto radicular. La aplicación en la cámara pulpar, en pequeñas cantidades, permite controlar su reconocida agresividad para los tejidos. El poder de acción a distancia, proporcionado por el desprendimiento de gases, favorece la reducción de los factores de agresión contenidos en el conducto, lo que minimiza el riesgo de secuelas después de la instrumentación.<sup>16</sup>

#### Clorhexidina

La clorhexidina fue utilizada por primera vez en Inglaterra en 1954, como limpiador de piel y heridas. Químicamente es una bisbiguanidina catiónica comercializada como sal de gluconato. Se ha demostrado que la clorhexidina posee gran afinidad hacia la pared celular de los microorganismos, lo que modifica sus estructuras superficiales, provoca pérdida del equilibrio osmótico y la membrana plasmática se destruye, por lo que se forman vesículas y el citoplasma se precipita. Esta precipitación inhibe la reparación de la pared celular y causa la muerte de las bacterias.<sup>13</sup>

Es utilizado como irrigante endodóntico al 0.12% o 2%, demostrando propiedades antibacterianas como el hipoclorito de sodio, pero a diferencia de éste, continua su liberación por un periodo de 48 a 72 horas posterior a la instrumentación. Su prolongada presencia dentro del conducto puede favorecer la acción antibacteriana en caso de que fuera necesario dejarlo como medicamento intraconducto, demostrando así eficientes características clínicas debido a que va a estar mayor tiempo en contacto con el tejido, esto en el caso de que la endodoncia no pueda ser realizada en una sola cita.<sup>14</sup>

La clorhexidina es eficaz contra microorganismos gran positivos, gran negativos, levaduras, aerobios o anaerobios y facultativos; los de mayor susceptibilidad son estafilococos, *Streptococo mutans*, *S. silvarius*, bacterias *coli*; con susceptibilidad mediana el *Streptococo sanguis* y con baja *Kleilsilla*.<sup>13</sup>

En diversos estudios se ha informado su posible utilidad como irrigante pulpar. Al parecer la clorhexidina ayuda a la adecuada regeneración de tejidos sin efectos tóxicos o irritantes, en comparación con otros agentes irritantes tanto in vitro como in vivo. Asimismo, se han obtenido resultados satisfactorios en las evaluaciones microbiológicas donde se ha comprobado la eficacia de la clorhexidina en conductos radiculares. También se ha empleado para la desinfección de los túbulos dentinarios con buenos resultados. Se recomienda su empleo como irrigante o curativo temporal.<sup>17</sup>

## HIDROXIDO DE CALCIO

El hidróxido de calcio es la medicación intraconducto más utilizada en el mundo, pues agrega el mayor número de propiedades deseables. La disociación iónica del hidróxido de calcio, en iones de calcio e iones de hidroxilo, y el efecto de estos iones sobre los tejidos y los microorganismos posibilitaron ese reconocimiento, permaneciendo firme a las pruebas de investigación y del tiempo.<sup>18</sup>

El hidróxido de calcio es un polvo blanco inoloro con la fórmula  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , y un peso molecular de 74.08 g/mol. Es poco soluble en agua, tiene un pH alto (12.5-12.8) y es insoluble en alcohol. El material es químicamente clasificado como una base fuerte.<sup>19</sup>

La principal acción del hidróxido de calcio viene de la disociación iónica de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{OH}^-$ , la acción de estos iones en tejido vital y bacterias es generar la inducción de deposición de tejido duro y el efecto antibacterial.

Como medicamento intraconducto, el hidróxido de calcio tiene un gran espectro de actividad antimicrobiana, que auxilia en la eliminación de microorganismos que permanecen después de la preparación e irrigación del conducto. Neutraliza las toxinas bacterianas remanentes, además de bloquear físicamente el espacio del conducto, impidiendo el ingreso de exudado del periapice hacia el interior. Asimismo, favorece el mantenimiento de las condiciones de asepsia logradas con la preparación biomecánica. Al mismo tiempo, permite al clínico tener al conducto radicular en condiciones de ser fácilmente reinstrumentado. Entre las principales propiedades del hidróxido de calcio podemos citar las siguientes:

- Altamente bactericida, resultado de la liberación de iones  $\text{OH}^-$  que son altamente tóxicos para la mayoría de las bacterias, además de inactivar enzimas de las membranas citoplasmáticas bacterianas.
- Inactiva un gran número de toxinas bacterianas como los lipopolisacáridos por peroxidación lipídica e hidrolización de estas moléculas.
- Inhibe la reabsorción de tejidos duros y estimula la deposición de los mismos.
- Es antiexudativo, ya que si es colocado en polvo, podría absorber exudado periapical, evitando su acumulación en los tejidos periapicales, mejorando las condiciones fisiológicas de estos tejidos.
- Estimula la cicatrización periapical, ya que al crear un entorno desfavorable para las bacterias, y un ambiente propicio para la actividad celular, facilita la reparación periapical.

Parte del mecanismo antimicrobiano del hidróxido de calcio, se explica a partir de que las enzimas de la membrana citoplasmática de las bacterias son sensibles a cambios severos del pH. La presencia de iones hidroxilo por periodos largos puede llevar a la inactivación, reversible o irreversible, de los sistemas enzimáticos presentes en la membrana bacteriana, y a daños en su estructura a partir de la peroxidación lipídica de los fosfolípidos que la componen. El elevado pH del hidróxido de calcio inhibe actividades enzimáticas esenciales del metabolismo, crecimiento y división de las bacterias. Los altos niveles de pH, por largos periodos de tiempo, alteran la integridad de la membrana citoplasmática por daño químico (fosfolípidos y proteínas) que produce lesiones en la estructura de la membrana y la consecuente afectación del transporte de nutrientes microbianos, que pueden llevar a la muerte de la bacteria.

Otra importante propiedad enzimática del hidróxido de calcio, por su elevado pH, es la activación de enzimas tisulares, como la fosfatasa alcalina, lo que causa un efecto mineralizador en el sitio, favoreciendo la deposición de sales de calcio en la matriz de la fosfatasa ácida, enzima necesaria para las células clásticas que reabsorben hueso, cemento o dentina.<sup>20</sup>

El efecto antiséptico del hidróxido cálcico es lento. En experiencias clínicas se ha demostrado la necesidad de dejar colocado el preparado durante una semana para desinfectar con seguridad los conductos radiculares. Además de destruir las bacterias, el hidróxido cálcico tiene la extraordinaria cualidad de hidrolizar la mitad lipídica de los lipopolisacáridos bacterianos, inactivando así la actividad biológica del lipopolisacárido (LPS). Este efecto es muy deseable, puesto que el material de la pared celular muerta permanece después de destruir las bacterias causantes de la infección del conducto radicular. El hidróxido cálcico no sólo destruye las bacterias, sino que también reduce el efecto del lipopolisacárido contenido en el material restante de la pared celular.<sup>14</sup>

Asimismo, participa en la reparación periapical de las lesiones presentes en los conductos de los dientes con pulpas necróticas e infectadas al crear un entorno desfavorable para las bacterias, y un ambiente para la actividad celular. Las propiedades del  $\text{Ca(OH)}_2$ , como histocompatibilidad, capacidad antimicrobiana o características físico-químicas, dan bases científicas para el uso de estas sustancia como medicamento intraconducto en piezas con lesión periapical.<sup>19</sup>

## Pastas de Hidróxido de Calcio

Cuando el polvo de hidróxido de calcio es mezclado con un vehículo adecuado, se forma una pasta, y como su principal componente es hidróxido de calcio, se clasifica a estas fórmulas como pastas alcalinas por tener un pH alto. De acuerdo a varios autores, estas pastas deben reunir las siguientes características:

- Compuestas principalmente por hidróxido de calcio que puede utilizarse en asociación con otras sustancias para mejorar algunas de las propiedades físico-químicas, tales como radiopacidad, flujo y consistencia;
- Debe ser soluble o reabsorbido dentro de los tejidos vitales ya sea lenta o rápidamente, dependiendo del vehículo y de otros componentes;
- Puede ser preparado para su uso en el consultorio o disponible como una pasta comercial;
- Dentro del sistema de conductos radiculares se utilizan sólo como medicamento temporal y no como un material de relleno definitivo.

El método más fácil para preparar el hidróxido de calcio es mezclando el polvo de hidróxido con agua hasta la consistencia deseada, pero no le da las propiedades físico-mecánicas, porque no es radiopaco, es permeable a los fluidos tisulares y es soluble o reabsorbido en el área periapical y dentro del conducto radicular. Por esta razón se recomiendan agregar algunas sustancias a la pasta:

1. Para mantener la consistencia de pasta del material.
2. Para mejorar su fluidez
3. Para mantener el pH alto del hidróxido de calcio

4. Para mejorar su radiopacidad
5. Para facilitar su uso por el clínico
6. No alterar sus excelentes propiedades físicas que tiene el hidróxido de calcio por sí solo.

En esencia, la pasta de hidróxido de calcio para uso en endodoncia está compuesta por polvo, un vehículo y un radiopacador. Se le pueden agregar otras sustancias para mejorar sus propiedades físico-químicas o su acción antibacteriana.

#### Tipos de vehículos

El vehículo juega un papel muy importante en todo el proceso porque este determinara la velocidad de la disociación iónica causando que la pasta se soluble o reabsorbible en los tejidos periapicales y dentro del conducto radicular. De acuerdo a Fava, el vehículo ideal debe:

1. Permitir una liberación gradual y lenta de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{OH}^-$ .
2. Permitir una lenta difusión a los tejidos y baja solubilidad a los fluidos tisulares.
3. No debe tener efectos adversos en la inducción de deposición de tejido duro.

En general, se utilizan tres tipos de vehículos: acuosos, viscosos y aceitosos. El primer grupo está representado por sustancias solubles en agua, incluyendo agua, solución salina, anestésicos dentales con o sin vasoconstrictor. Cuando el hidróxido de calcio es mezclado con estas sustancias, los iones calcio e hidroxilo son liberados rápidamente. Estos vehículos tienen un alto grado de solubilidad cuando entran en contacto directo con los tejidos o fluidos tisulares, causando esto que sea rápidamente solubilizado y reabsorbido por macrófagos. El conducto radicular puede estar vacío en un corto

periodo de tiempo, retrasando el proceso de cicatrización. Desde el punto de vista clínico esto significa que el conducto radicular debe ser rellenado gran número de veces para obtener el objetivo deseado, incrementando así el número de citas.

Algunos vehículos viscosos son sustancias poco solubles en agua que liberan los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{OH}^-$  más lento por periodos prolongados. Estos prometen una baja solubilidad de la pasta cuando se compara con los vehículos acuosos, probablemente porque tienen un alto peso molecular. El alto peso molecular de estos vehículos minimiza la dispersión del hidróxido de calcio en los tejidos y mantiene la pasta en el área deseada por más tiempo; este factor prolonga la acción del hidróxido de calcio, los iones calcio e hidroxilo se liberan con menor velocidad. Las pastas que contienen este tipo de vehículos se mantienen dentro del conducto radicular por un periodo de dos a cuatro meses, reduciendo el número de citas para rellenado del conducto radicular. Algunos ejemplos son glicerina, polietilen glicol y propilen glicol.

Los vehículos aceitosos son sustancias insolubles al agua esto proporciona baja solubilidad y difusión de la pasta en los tejidos. Algunos ejemplos son aceite de oliva, aceite de silicona, alcanfor y algunos ácidos como el oleico, linoleico, etc. Las pastas que contienen este tipo de vehículo permanecen por más tiempo dentro del conducto radicular en comparación de las pastas que contienen un vehículo acuoso o viscoso.

#### Vehículos Acuosos

Agua. El método más fácil de preparar la pasta de hidróxido de calcio es mezclando el polvo con agua. Sin embargo, la literatura menciona diferentes tipos de agua con el cual se prepara la pasta, incluyendo agua estéril, agua destilada, agua destilada estéril,

agua bidestilada y agua bidestilada estéril. Usualmente esta pasta se prepara en una loseta de vidrio estéril con una espátula estéril. El polvo es mezclado con el líquido hasta obtener la consistencia deseada. Esta pasta es llevada al conducto por diversos métodos disponibles. Diversos estudios clínicos indican esta pasta en casos de recubrimiento pulpar directo en pulpotomías, como medicamento intraconducto a largo plazo en casos de necrosis pulpar con lesiones periapicales grandes y en procedimientos de apexificación. Para darle mayor radiopacidad algunos autores recomiendan agregar sulfato de bario al polvo de hidróxido de calcio antes de la preparación de la pasta.

Agua Estéril. Esta pasta está indicada en como recubrimiento pulpar directo, pulpotomías y apexogénesis, procedimientos de apexificación, como tope apical en dientes no vitales con ápice abierto y en casos de reabsorción interna con perforación de la pared dentinaria.

Agua Destilada. Clínicamente esta pasta es empleada para la inducción a la formación de tejido dura en los procedimientos de apicoformación, pulpotomía en dientes deciduos o dientes permanentes, como medicamento temporal después de la eliminación de la pulpa vital y en dientes no vitales asociados a lesión periapical crónica, reabsorciones internas, perforaciones y reabsorción externa cervical después del blanqueamiento de dientes desvitalizados. Se recomienda agregarle iodoformo o carbonato de bismuto a la mezcla para aumentar la radiopacidad de la pasta.

Agua Destilada Estéril. Esta pasta fue evaluada en diversos estudios siendo utilizada como recubrimiento pulpar directo y procedimientos de apexificación en humanos.

Agua Bidestilada. Se empleaba en las pastas para uso en casos clínicos normales, casos de pulpa necrótica, algunos le agregaban paramonoclorofenol alcanforado.

Agua Bidestilada Estéril. Este vehículo era recomendado para procedimientos de apexogénesis y apicoformación.

Solución Salina Estéril. Diversos estudios han evaluado la efectividad de este vehículo cuando es empleado en dientes inmaduros desvitalizados, perforaciones, en reabsorción interna en el sitio de una fractura radicular intraalveolar, en reabsorción inflamatoria externa, en dientes luxados sin vitalidad; es un medicamento antibacterial en casos de dientes infectados, en dientes infectados asociados a periodontitis aguda o crónica, en dientes no vitales asociados a un tracto sinuoso cutáneo, en retratamiento endodóntico asociado al fracaso del tratamiento de conductos y cirugía y como recubrimiento después de una pulpotomía parcial.

Solución Anestésica. Las soluciones anestésicas con o sin vasoconstrictor, son utilizadas como vehículo ya que estas soluciones están disponibles rápidamente, es estéril y fácil de usar. Es interesante resaltar que estas soluciones tienen un pH ácido, pero cuando son mezcladas con el polvo de hidróxido de calcio, la pasta final tiene un pH alto y se mantiene todo el tiempo. Esta pasta está indicada en los procedimientos de apexificación y como material de recubrimiento pulpar.

Solución de Ringer. Esta solución es cloruro de sodio (8.6g), cloruro de potasio (0.3g), cloruro de calcio (0.33g) y agua (1000ml). Algunos autores describen como primer uso de esta pasta en casos de traumatismos, en la inducción del cierre apical. Clínicamente está indicada como recubrimiento pulpar indirecto, procedimientos de apexificación y

como medicamento temporal después de la pulpectomía de dientes vitales y no vitales, y también es ampliamente usada en el tratamiento postraumático de las secuelas de una luxación o reimplante.

Metilcelulosa y Carboximetilcelulosa. Se recomienda su uso en los procedimientos de apexificación, recubrimiento pulpar indirecto. Recientemente Giro *et al*, proponen el uso de esta pasta de la siguiente manera: 0.5 g de hidróxido de calcio a 0.5 ml de solución de carboximetilcelulosa, otra sugerencia es agregar 0.25 g de óxido de zinc para darle mayor radiopacidad.

#### Vehículos Viscosos

Glicerina. La glicerina es un líquido viscoso, de color transparente y con olor característico, sabor dulce e higroscópico. Puede ser mezclada con agua, acetona, alcohol y otros glicoles en cualquier proporción pero es insoluble en cloroformo, éter, benceno y aceites volátiles. Su peso molecular es 92.02 g/mol. Debido a su propiedad higroscópica, es utilizada ampliamente como sustancia humectante y por su solubilidad en agua es fácil retirarla. No es tóxica y es utilizada como lubricante intraconducto. El primer uso de la pasta de hidróxido de calcio con glicerina estaba compuesta por hidróxido de calcio, paramonoclorofenol alcanforado, sulfato de bario y glicerina. Esta pasta se utilizaba para inducir el cierre apical de dientes no vitales inmaduros. Esta pasta es utilizada en casos de abscesos crónicos con fistula extraoral, abscesos agudos y lesiones periapicales crónicas, reabsorciones internas con o sin perforación radicular y para reparar fracturas radiculares.

Poli(etilenglicol). Es un líquido viscoso, incoloro con olor característico y es ligeramente higroscópico. Se puede mezclar con agua, acetona, alcohol y otros glicoles pero es insoluble en éter y benceno. Es un polímero de etilenglicol y agua, representa la fórmula  $H(OCH_2CH_2)_nOH$ . Tiene un pH entre 4.5 y 7.5. Para obtener una pasta simple se mezclan hidróxido de calcio (3 g) con polietilenglicol 400 (1.75 ml).

Propilenglicol. Es un líquido claro, sin olor, incoloro con ligero sabor característico parecido al de la glicerina. Su fórmula es  $CH_3CH(OH)CH_2OH$  y tiene un peso molecular de 76.09 g/mol. Es altamente empleado como vehículo en preparaciones farmacéuticas. Otras de las ventajas de este vehículo es su consistencia que le provee cualidades de manejo a la pasta. Se recomienda su uso después de la pulpectomía de dientes vitales y como tratamiento no quirúrgico de lesiones periapicales amplias.

#### Vehículos Aceitosos

Aceite de Oliva. El aceite de oliva purificado es un líquido verde con olor característico, no soluble en agua pero ligeramente soluble en alcohol. Promueve una baja solubilidad al hidróxido de calcio dándole una propiedad física. Debido a la baja solubilidad, la pasta tiene una baja difusión en contacto con tejidos.

Paramonoclorofenol Alcanforado. Comprende 33-37% de paraclorofenol y 63-67% alcanfor. El paraclorofenol tiene un olor fenólico característico y es presentado en forma de cristal. Alcanfor es una cetona obtenida de *Cinnamomum camphora* o sintéticamente en el laboratorio, tiene un olor característico y penetrante, sabor amargo y baja solubilidad en agua. La acción desinfectante del paraclorofenol depende de la liberación de la clorina en presencia del fenol. Cuando se utiliza el paraclorofenol

alcanforado como vehículo de las pastas de hidróxido de calcio, es un vehículo aceitoso porque el alcanfor es considerado un aceite esencial con baja solubilidad en agua. Sus aplicaciones clínicas son en procedimientos de apexificación, defectos perforantes después de una reabsorción interna, en reabsorciones radiculares externas reversibles y como medicamento intraconducto en casos de pulpas no vitales asociadas a lesiones periapicales amplias.

Metracresilacetato. Es un ester acético de metacresol en combinación con benceno. Es un líquido aceitoso y antibacterial, analgésico y con propiedades sedantes. Cuando es mezclado con hidróxido de calcio, ocurre una reacción química donde se obtiene cresilato de calcio y ácido acético. En un estudio comparativo, mostró que esta asociación reduce el pH cuando es comparado con las pastas donde en hidróxido de calcio fue mezclado con solución salina o paramonoclorofenol alcanforado. Esta pasta puede ser utilizada como recubrimiento pulpar, en pulpotomías, inducción al cierre apical en dientes inmaduros desvitalizados, en retratamientos y en algunos tipos de reabsorción radicular.

Eugenol. El eugenol se obtiene del aceite de clavo. Su fórmula es  $C_{10}H_{12}O_2$  y tiene un peso molecular de 164.20 g/mol. La pasta de hidróxido de calcio y eugenol se ha empleado como medicamento intraconducto de dientes deciduos vitales o no vitales.

## Remoción del Hidróxido de Calcio

Diversos estudios muestran que los residuos de hidróxido de calcio en las paredes del conducto radicular pueden afectar la penetración del cemento sellador a los túbulos dentinarios e incrementar la filtración apical. Por lo tanto, se recomienda la eliminación completa de la pasta de hidróxido de calcio de los conductos radiculares antes de la obturación del sistema de conductos. El método más frecuentemente utilizado para remover el hidróxido de calcio es la instrumentación del conducto con la lima maestra a longitud de trabajo e irrigación minuciosa con hipoclorito de sodio y EDTA. Otros estudios muestran la efectividad de la eliminación del hidróxido de calcio con diferentes dispositivos y sistemas de irrigación. La irrigación ultrasónica pasiva continua se emplea utilizando una lima activada ultrasónicamente dentro del conducto con irrigación continua proveniente de la pieza de mano.<sup>20</sup>

## HIPOTESIS

H0 (hipótesis nula). Utilizar hipoclorito de sodio, mepivacaina/epinefrina al 2% y solución salina como vehículo en las pastas de hidróxido de calcio utilizadas como medicamento intraconducto no influye en el cambio de pH de la solución circundante.

H1 (hipótesis alternativa). Utilizar hipoclorito de sodio, mepivacaina/epinefrina al 2% y solución salina como vehículo en las pastas de hidróxido de calcio utilizadas como medicamento intraconducto influye en el cambio de pH de la solución circundante.

## OBJETIVO

Determinar la influencia del hipoclorito de sodio, mepivacaina/epinefrina al 2% y solución salina en el pH de la solución circundante cuando son utilizados como vehículos en las pastas de hidróxido de calcio en tiempos determinados 24 horas, 72 horas y 7 días.

## TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo

Comparativo

Experimental

## VARIABLE DEPENDIENTE

pH de la solución circundante conteniendo pasta de hidróxido de calcio como medicamento intraconducto.

## VARIABLES INDEPENDIENTES

Hipoclorito de sodio

Mepivacaina/epinefrina al 2%

Solucion salina

24 horas, 72 horas y 7 días

## OPERACIÓN DE VARIABLE

El hidróxido de calcio es un polvo blanco inoloro con la formula  $\text{Ca(OH)}_2$ , y un peso molecular de 74.08 g/mol. Es poco soluble en agua, tiene un pH alto (12.5-12.8) y es insoluble en alcohol. El material es químicamente clasificado como una base fuerte. La principal acción del hidróxido de calcio viene de la disociación iónica de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{OH}^-$ , la acción de estos iones en tejido vital y bacterias es generar la inducción de deposición de tejido duro y el efecto antibacterial.

## UNIVERSO DE ESTUDIO

38 raíces de dientes extraídos.

## CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Raíces palatinas de molares superiores, raíces distales de molares inferiores, premolares uniradiculares, caninos e incisivos centrales superiores extraídos.

## CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Raíces mesiales y distales de molares superiores, raíces mesiales de molares inferiores, premolares birradiculares e incisivos inferiores.

## CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Raíces amplias con dos o más conductos.

## MATERIALES

- Discos de diamante, Harbor Freight Tools.
- Motor Dremel.
- Explorador DG16, HuFriedy.
- Pinzas de curación, HuFriedy.
- Gasas, Borgatta Specialties.
- Lima tipo K 10, 15, 20, 25 y 30, Dentsply Maillefer.
- Endoring, Sybronendo.
- Hipoclorito de sodio, Cloralex
- Limas Rotatorias Endosequence 25/04-50/04, Brasseler USA.
- Micromotor Silver Reciproc, VDW.
- Jeringa hipodérmica de 10ml, BD Plastipak.
- Agujas para irrigar Appli-Vac 30ga, Vista.
- Ultrasonido Varios 350, NSK.
- Punta ultrasónica tipo U, NSK
- Limas ultrasonicas 20,25, NSK.
- Smearclear, Sybronendo.
- Puntas de papel 50, Hygienic.
- Esmalte de uñas transparente.
- Cera pegajosa.
- Condensadores verticales, HuFriedy.
- Hidroxido de calcio, Viarden

- Semi-microbalanza analítica New Classic MS, Mettler Toledo
- Papel encerado, Reynolds.
- Mepivacaina/epinefrina al 2%, Scandonest 2% especial, Septodont.
- Solución salina, Pisa.
- Agua destilada, Sparkletts.
- Loleta de vidrio
- Espátula, HuFriedy
- Cavit G, 3M ESPE.
- Cianocrilato , Kola loka brocha.
- Tubos de ensayo, VWR.
- Gradilla para tubos de ensayo, VWR.
- Probeta graduada
- Papel parafilm, American National Can.
- Medidor de pH, Checker Hanna
- Soluciones bufer 7.00 y 10.01, Orion Thermo Scientific
- Vaso de precipitado 100ml
- Toallas de papel absorbente
- Etiquetas auto-adheribles, Tuk-Stik
- Plumón permanente, Sharpie

## METODOLOGÍA

Se seccionaron los dientes con un disco de diamante (Harbor Freight Tools), estandarizando las raíces a 15mm y se patentizaron con una lima K 10 (K-Files, Dentsply Maillefer) a 1mm fuera del foramen apical. Se determinó la longitud de trabajo a 1 mm del foramen apical, esto se realizó retirando 1mm la lima K 10 después de salir por el foramen apical con apoyo del endoring (Sybronendo).



Se instrumentaron manualmente con la técnica de fuerzas balanceadas hasta la lima K 20 (K-Files, Dentsply Maillefer), siguiendo con el sistema rotatorio endosequence (Brasseler) de la lima 25/04 hasta la 50/04 a 500rpm y torque 2.5 (Micromotor Silver Reciproc,VDW), con irrigación pasiva entre lima y lima con 2 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% (Cloralex, Industrias Alen), utilizando una jeringa hipodérmica (BD Plastipak) y aguja para irrigación 30ga (Appli-Vac, Vista).



Como irrigación final, se realizó irrigación ultrasónica pasiva (Ultrasonido Varios 350, NSK) con una lima tipo U 20 (NSK) aplicando dos ciclos con hipoclorito de sodio al 5.25% por 20 seg, irrigación pasiva con solución salina (Pisa) y un ciclo con EDTA (Smearclear, Sybronendo) por 20 seg. Se secaron con una punta de papel 50 (Hygienic). Se colocó una capa de esmalte de uñas transparente en la parte externa de la raíz con el fin de impermeabilizar, excepto en el área de acceso y foramen apical, colocando una bolita de cera pegajosa en el tercio apical. Se retiró la cera del tercio apical y se permeabilizó el foramen apical con una lima K 20.

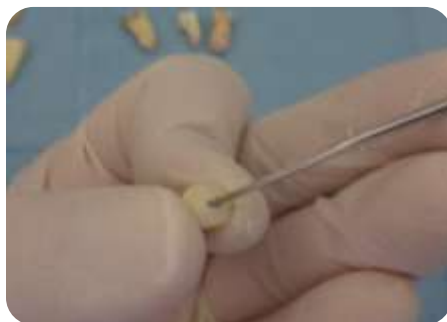


Los dientes se dividieron al azar en 5 grupos:

- Grupo A: doce raíces para la pasta de hidróxido de calcio mezclado con hipoclorito de sodio al 5%.
- Grupo B: doce raíces para la pasta de hidróxido de calcio mezclado con mepivacaina/epinefrina al 2% (Scandonest 2% especial, Septodont).
- Grupo C: doce raíces para la pasta de hidróxido de calcio mezclado con solución salina.

- Grupo Control Positivo (CP): una raíz sin pasta.
- Grupo Control Negativo (CN): una raíz para la pasta de hidróxido de calcio con agua destilada (Sparkletts) y sellado con esmalte de uñas el foramen apical.

Se preparó la pasta de hidróxido de calcio pesando 0.8 g de polvo de hidróxido de calcio (Viarden) en un trozo de papel encerado en una semi-microbalanza analítica (Mettler Toledo). Se colocó el polvo de hidróxido de calcio en una loseta de vidrio estéril y se le agregó 1 ml del vehículo, mezclando con una espátula estéril (HuFriedy) hasta obtener una mezcla homogénea. Se colocó la pasta de hidróxido de calcio dentro del conducto con lima K 30 (K-Files, Dentsply) y activación ultrasónica con lima U-25 (NSK) aplicando un ciclo de 10 seg, rellenando con lima K30 y otro ciclo de activación ultrasónica por 10seg y condensando con condensadores verticales (HuFriedy).



Se sellaron en la parte coronal con cavit G (3M ESPE) y una capa de cianocrilato (Kola loca) para impermeabilizar. Las muestras se colocaron con una pinza de curación (HuFriedy) en el fondo de los tubos de ensayo nuevos y previamente lavados con agua destilada y se les agrego 10ml de agua destilada. Se les coloco una etiqueta auto-adherible (Tuk-Stik) según el grupo al que pertenecían.



Se calibró el medidor de pH (Checker, Hanna) con soluciones bufer 7.00 y 10.01 (Orion, Thermo Scientific) y se realizó la medición inicial al agua destilada. Se taparon con papel parafilm (American National Can) y se almacenaron a temperatura ambiente. Se realizaron las mediciones a las 24 hr, 72 hr y 7 días, calibrando el medidor de pH para cada grupo, enjuagando el electrodo con agua destilada y secando con papel absorbente entre cada muestra.



En tubos de ensayo nuevos y previamente lavados con agua destilada se agregaron 10 ml de los siguientes vehículos: hipoclorito de sodio al 5.25% (Cloralex, Industrias Alen), mepivacaina/epinefrina al 2% (Scandonest 2% especial, Septodont) y solución salina estéril (Pisa), se agregaron 4 gramos de polvo de hidróxido de calcio (Viarden) y se mezcló con una espátula. Se utilizó un medidor de pH (Checker, Hanna) calibrado a 7.00 y 10.01 con soluciones buffer (Orion, Thermo Scientific). Se midió el pH del vehículo antes de realizar las mezclas y después de cada combinación, a las 24 y 48 horas y 7 días. Se calibro el medidor de pH antes de cada medición y se enjuago con agua destilada y secó con papel absorbente entre cada muestra. Se taparon con papel parafilm y se almacenaron a temperatura ambiente entre cada medición. Los datos obtenidos fueron anotados en la hoja de registro en el programa Microsoft Excel.

## RESULTADOS

Las lecturas de los valores de pH para cada muestra por grupo se muestran en las tablas 1, 2 y 3.

**Tabla 1.** Valores de pH para el grupo A (hidróxido de calcio / hipoclorito de sodio)

Tubo	24 hr	72 hr	7 días
1	9.24	9.51	10.18
2	9.58	9.70	11.00
3	9.00	10.17	10.86
4	8.71	9.12	10.78
5	9.40	10.22	11.09
6	8.60	9.2	9.65
7	8.47	9.02	10.08
8	8.14	9.00	9.92
9	6.80	7.00	7.55
10	8.50	9.48	10.86
11	7.38	7.84	8.73
12	8.39	9.65	10.66

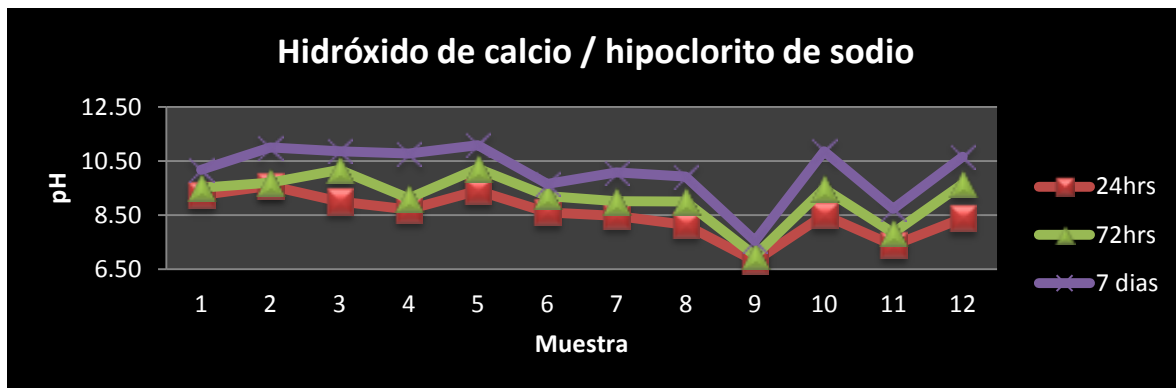
**Tabla 2.** Valores de pH para el grupo B (hidróxido de calcio / mepivacaína-epinefrina 2%)

Tubo	24 hr	72 hr	7 días
1	8.02	8.71	8.98
2	8.15	9.46	10.07
3	8.48	8.03	9.37
4	8.44	7.94	9.62
5	10.35	9.90	9.29
6	8.33	8.99	10.07
7	10.14	10.45	11.02
8	8.38	7.77	8.49
9	9.00	9.12	9.87
10	9.40	8.01	8.62
11	8.42	8.24	8.84
12	8.87	8.50	9.62

**Tabla 3.** Valores de pH para el grupo C (hidróxido de calcio con solución salina)

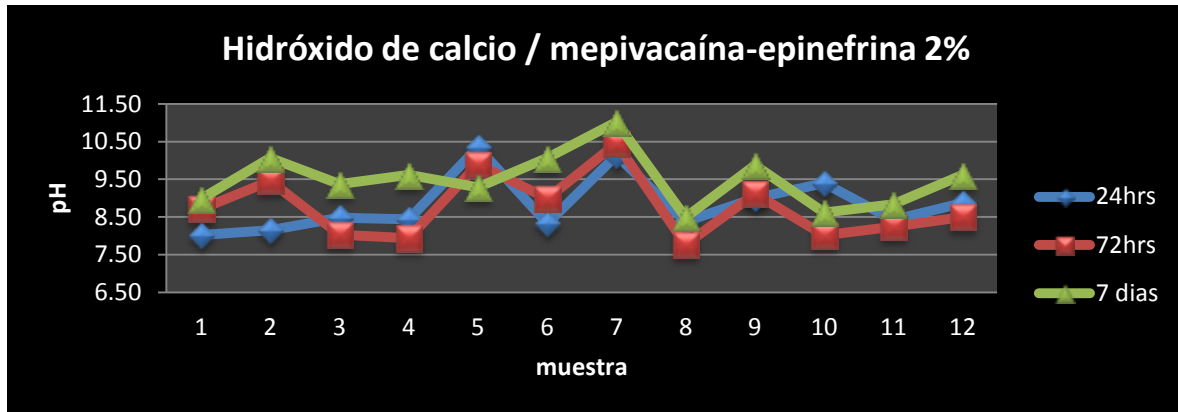
Tubo	24 hr	72 hr	7 días
1	9.11	9.80	10.09
2	9.07	9.08	9.70
3	8.82	9.90	10.64
4	8.89	9.72	10.73
5	8.22	7.47	8.01
6	8.77	9.49	9.67
7	8.45	9.27	9.72
8	8.78	9.76	11.01
9	9.60	9.77	9.26
10	9.41	7.43	7.70
11	9.79	9.98	10.64
12	8.73	7.95	9.13

Se midió el pH al agua destilada antes de colocar las raíces de los dientes rellenos con la pasta de hidróxido de sodio, éste dio un valor de 6.14. En la figura 1 se muestra la variación de pH del grupo de muestras con pasta de hidróxido de calcio preparado con hipoclorito de sodio como vehículo.



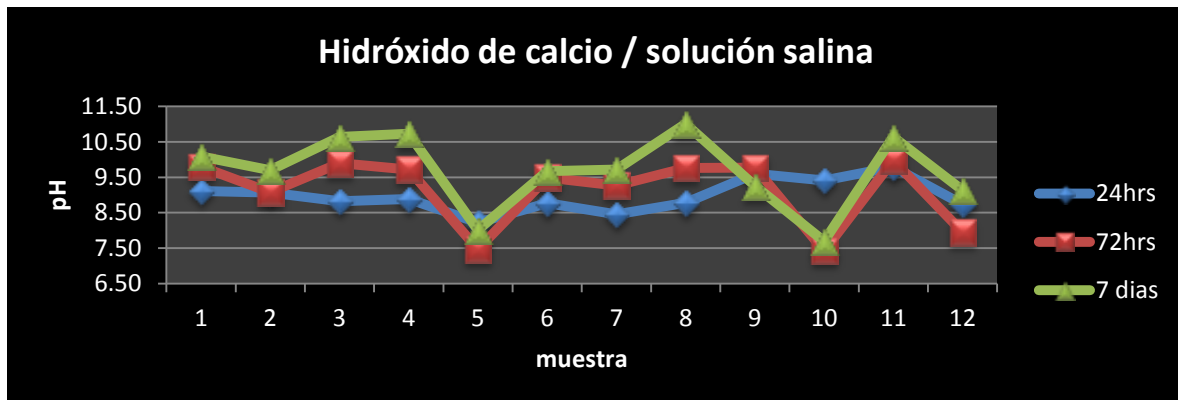
**Figura 1.** Variación del pH del agua destilada donde se sumergieron las muestras con pasta de hidróxido de calcio preparada con hipoclorito de sodio.

En la figura 2 se muestra la variación de pH del grupo de muestras con pasta de hidróxido de calcio preparado con mepivacaína/epinefrina 2% como vehículo.



**Figura 2.** Variación del pH del agua destilada donde se sumergieron las muestras con pasta de hidróxido de calcio preparada con mepivacaína-epinefrina 2%.

En la figura 3 se muestra la se muestra la variación de pH del grupo de muestras con pasta de hidróxido de calcio preparado con solución salina como vehículo.



**Figura 3.** Variación del pH del agua destilada donde se sumergieron las muestras con pasta de hidróxido de calcio preparada con solución salina.

La tabla 4 muestra la media y los valores máximos y mínimos de pH registrados para cada grupo después de 24 hrs, 72 horas y 7 días. Comparando los 3 grupos de manera

individual se observó una diferencia significativa en el cambio de pH en el grupo de hidróxido de calcio preparado con hipoclorito de sodio ( $P < 0.001$ ), en relación con los grupos en donde se preparó la pasta de hidróxido de calcio con solución fisiológica y con mepivacaína, en donde no se observó una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 4.** Media, máximo y mínimo de los valores de pH registrados por grupo.

Grupo	24 hrs			72 horas			7 días		
	Media	Max	Min	Media	Max	Min	Media	Max	Min
A	8.55	9.58	6.8	9.34	10.22	7.00	1.42	11.09	7.55
B	8.46	10.35	8.02	8.61	10.45	7.77	9.50	11.02	8.49
C	8.86	9.79	8.22	9.61	9.98	7.43	9.71	11.01	7.70

A (hidróxido de calcio /hipoclorito de sodio); B (hidróxido de calcio / mepivacaína-epinefrina 2%; C (hidróxido de calcio / solución salina.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se registraron los valores de los cambios de pH para cada grupo, se analizó a través del programa estadístico Sigma Plot. Se efectuó un análisis de varianza de una vía para verificar si la distribución de los datos se comportaba de manera normal, los resultados indicaron que la distribución no es normal. Los valores de pH de cada grupo se compararon utilizando el análisis de varianza a través de la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia del 5%.

## Análisis estadístico. Grupo A

One Way Analysis of  
Variance

domingo, marzo 02, 2014, 12:15:26 p.m.

Data source: Data 1 in Notebook1

Normality Test: Failed (P < 0.050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

domingo, marzo 02, 2014, 12:15:26 p.m.

Data source: Data 1 in Notebook1

Group	N	Missing	Median	25%	75%
24 horas GA	12	0	8.55	8.265	9.12
72 horas GA	12	0	9.34	9.01	9.675
7 dias GA	12	0	10.42	9.785	10.86

H = 14.320 with 2 degrees of freedom. (P = <0.001)

The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0.001)

To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparison	Diff of Ranks	q	P<0.05
7 dias GA vs 24 horas GA	195	5.343	Yes
7 dias GA vs 72 horas GA	106.5	2.918	No
72 horas GA vs 24 horas GA	88.5	2.425	No

Note: The multiple comparisons on ranks do not include an adjustment for ties.

## Análisis estadístico. Grupo B

One Way  
Analysis of  
Variance      domingo, marzo 02, 2014, 12:16:23 p.m.

Data source: Data 1 in Notebook1

Normality  
Test:            Failed      ( $P < 0.050$ )

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks  
domingo, marzo 02, 2014, 12:16:23 p.m.  
Data source: Data 1 in Notebook1

Group	N	Missing	Median	25%	75%
24 horas GB	12	0	8.46	8.355	9.2
72 horas GB	12	0	8.605	8.02	9.29
7 dias GB	12	0	9.495	8.91	9.97

$H = 5.877$  with 2 degrees of freedom. ( $P = 0.053$ )

The differences in the median values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference ( $P = 0.053$ )

## Análisis estadístico. Grupo C

One Way Analysis of Variance

domingo, marzo 02, 2014, 12:17:50 p.m.

Data source: Data 1 in Notebook1

Normality Test: (P < Failed 0.050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks domingo, marzo 02, 2014, 12:17:50 p.m.

Data source: Data 1 in Notebook1

Group	N	Missing	Median	25%	75%
24 horas GC	12	0	8.855	8.75	9.26
72 horas GC	12	0	9.605	8.515	9.785
7 dias GC	12	0	9.71	9.195	10.64

H = 5.566 with 2 degrees of freedom. (P = 0.062)

The differences in the median values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P = 0.062)

## Análisis estadístico. Medianas

	24 horas	72 horas	7 dias			
Grupo A	8.550	9.340	10.420			
Grupo B	8.460	8.605	9.495			
Grupo C	8.855	9.605	9.710			
Two Way Analysis of Variance						
domingo, marzo 02, 2014, 01:10:25 p.m.						
Data source: Data 1 in Notebook3						
General Linear Model (No Interactions)						
Dependent Variable: Medianas (pH)						
Normality Test: Passed (P = 0.584)						
Equal Variance Test: Passed (P = 1.000)						
Source of Variation	DF	SS	MS	F	P	
Grupo	2	0.63	0.315	2.737	0.178	
Tiempo	2	2.365	1.182	10.265	0.027	
Residual	4	0.461	0.115			
Total	8	3.456	0.432			
<p>The difference in the mean values among the different levels of Grupo is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of differences in Tiempo. There is not a statistically significant difference (P = 0.178).</p> <p>The difference in the mean values among the different levels of Tiempo is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in Grupo. There is a statistically significant difference (P = 0.027). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.</p> <p>Power of performed test with alpha = 0.0500: for Grupo : 0.195            Power of performed test with alpha = 0.0500: for Tiempo : 0.725</p>						
Least square means for Grupo :						
Group		Mean				
1		9.437				
2		8.853				
3		9.39				
Std Err of LS Mean = 0.196						
Least square means for Tiempo :						
Group		Mean				
1		8.622				
2		9.183				
3		9.875				
Std Err of LS Mean = 0.196						
All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):						
Overall significance level = 0.05						
Comparisons for factor: Tiempo						
Comparison	Diff of Means	t	Unadjusted P	Critical Level	Significant?	
3.000 vs. 1.000	1.253	4.523	0.011	0.017	Yes	
3.000 vs. 2.000	0.692	2.496	0.067	0.025	No	
2.000 vs. 1.000	0.562	2.027	0.113	0.05	No	

## DISCUSIÓN

Los procesos inflamatorios e infecciosos se desarrollan en pH ácido. La atmósfera alcalina que es creada por el hidróxido de calcio previenen o impide el desarrollo de infecciones y el efecto es directamente proporcional a su potencial alcalino. Un pH alto produce distracción bacteriana. Dado que el pH del hidróxido de calcio es de 12.5, gran número de especies bacterianas que comúnmente infectan los conductos radiculares son eliminados después de un periodo corto cuando entran en contacto directo con esta sustancia. La habilidad del medicamento para disolver y difundirse en el sistema de conductos es esencial para su acción antibacteriana. Una suspensión saturada de hidróxido de calcio posee un pH alto, con un gran potencial citotóxico. Sin embargo, esta sustancia es biocompatible, tiene baja solubilidad y capacidad de difusión. Debido a estas propiedades, la citotoxicidad es limitada al área de tejido que está en contacto directo con el hidróxido de calcio.<sup>8</sup>

Las diferentes composiciones de dentina son responsables de la inactividad de los medicamentos intraconducto. La variación en la composición de la dentina afecta el pH de la medicación, subsecuentemente su efecto antimicrobiano. Debido a esto, estudios previos han demostrado que el pH del hidróxido de calcio siempre se mantiene alto en presencia o ausencia del polvo dentinario, con valores de 12 durante los 14 días estudiados.<sup>1</sup>

En un estudio previo, se utilizaron dientes de bovino donde verificaron la alcalinización y liberación de iones calcio en cavidades externas creadas en el tercio medio de las raíces, simulando resorción radicular externa. El pH fue medido en la solución donde

se sumergieron los dientes con pastas de hidróxido de calcio en los conductos radiculares. En los resultados obtuvieron que el vehículo no fue un factor relevante en cuanto a la alcalinización. Se encontraron los niveles de pH altos. En el presente estudio se utilizó la metodología relacionada al pH del estudio anterior. Los cambios de pH del agua en donde se colocaron las piezas del grupo que contenía la pasta de hidróxido de calcio preparada con hipoclorito de sodio, presentaron un aumento significativo asociado al hipoclorito de sodio. En el estudio de Hungaro, dentro de los grupos experimentales donde la pasta de hidróxido de calcio fue agitada con el ultrasonido dentro de los conductos radiculares, se mantuvo el pH alto en la superficie externa, posiblemente porque la activación ultrasónica favoreció la penetración de las partículas del hidróxido de calcio dentro de los túbulos dentinarios.<sup>2</sup> En este estudio se mantuvieron valores altos de pH y se utilizó la activación ultrasónica. En otros estudios han reportado que el tipo de sustancia que se le agrega a las pastas de hidróxido de calcio puede afectar el valor de pH. La asociación con agua favorece un pH alto, mientras que agregar otras sustancias, como la clorhexidina, resulta favorable en alcalinización. También han demostrado lecturas extremadamente altas con diferentes sustancias y anestésicos, ocurriendo las lecturas más altas a las 24hrs.<sup>6</sup> En este estudio se encontró que el grupo donde se preparó la pasta el hidróxido de calcio con mepivacaína/epinefrina se presentaron cambios de pH del agua circundante a la pieza, pero no significativos, estos puede deberse al azahar; otro punto a considerar es que el pH de la mepivacaína/epinefrina es ácido, así que al entrar en contacto con el hidróxido de calcio si puede cambiar el pH de la pasta preparada pero no tanto como para dejar de estar en un ambiente alcalino. De hecho el cambio de pH va en aumento de un

tiempo a otro, pero no tanto como en el grupo de hipoclorito de sodio. Para el grupo que contenía la pasta de hidróxido de calcio preparado con solución salina el cambio de pH vario poco, sigue estando en un rango alcalino pero no tanto como en el grupo de hipoclorito de sodio, es decir se mantuvo más estable.

La adicción de otras sustancias antisépticas al hidróxido de calcio ha sido propuesto para mejorar su efecto antimicrobiano. Muchos estudios han agregado clorhexidina, por su acción antimicrobiana acentuada y su pH entre los 5.5 y 7.0, y este podría reducirse en asociación con sustancias con pH alcalino. En el presente estudio se encontró que el grupo que contenía la pasta de hidróxido de calcio preparada con hipoclorito de sodio, presentaron un aumento significativo asociado al hipoclorito de sodio.

## CONCLUSIONES

La presencia de hidróxido de calcio en el conducto radicular por un determinado periodo de tiempo promueve un shock bacteriano como consecuencia de su elevado pH que inactiva las enzimas de la membrana celular bacteriana promoviendo su destrucción. La alteración de la membrana celular puede llevar a cambios reversibles o irreversibles de tal estructura dependiendo del tiempo de acción y valor del pH.

La pasta de hidróxido de calcio utilizando como vehículo el hipoclorito de sodio mantiene su pH alcalino. También, el valor de pH de la solución se incrementa durante las primeras 24 horas y sigue en aumento a los 7 días. Por lo que recomendamos utilizar este vehículo para la medicación intraconducto, ya que la mezcla de hidróxido de calcio puede mantenerse en el sitio por lo menos 7 días.

Los cambios de pH de la solución en las que se sumergieron las muestras pueden deberse a que existió una filtración del material hacia el exterior, o de solución hacia el interior que al entrar en contacto con el material cambió su pH, pero no permite conocer con certeza si el pH de la pasta de hidróxido de calcio colocada en el conducto radicular en realidad aumento.

En futuros estudios sería necesario evaluar el efecto del hipoclorito de sodio en la citotoxicidad de las pastas de hidróxido de calcio cuando es utilizada como medicamento intraconducto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agrafioti A, Tzimpoulas NE. Influence of Dentin from the Root Canal Walls and the Pulp Chamber Floor on the pH of Intracanal Medicaments. JOE Volume 39, Number 5, May 2013
2. Hungaro MA, Valan NV, et al. Effect of Ultrasonic Activation on pH and Calcium Released by Calcium Hydroxide Pastes in Simulated External Root Resorption. JOE Volume 38, Number 6, June 2012.
3. Madhubala MM, Srinivasan N, Ahamed S. Comparative Evaluation of Propolis and Triantibiotic Mixture as an Intracanal Medicament against *Enterococcus faecalis*. JOE. 2011 Sep; 37(9), 1287-1289.
4. Delgado R, Gasparoto TH, Sipert CR et al. Antimicrobial Effects of Calcium Hydroxide and Chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. JOE. 2010 Aug; 36(8), 1389-1393.
5. Ballal NV, Shavi GV, et al. In Vitro Sustained Release of Calcium Ions and pH Maintenance from Different Vehicles Containing Calcium Hydroxide. JOE Volume 36, Number 5, May 2010.
6. Hungaro MA, Zanin R, et al. Evaluation of pH and Calcium Ion Release of Calcium Hydroxide Pastes Containing Different Substances. JOE Volume 35, Number 9, September 2009.
7. Blanscet ML, Tordik PA, et al. An Agar Diffusion Comparison of the Antimicrobial Effect of Calcium Hydroxide at Five Different Concentrations with Three Different Vehicles JOE, Volume 34, Number 10, October 2008

8. Yucel AC, Abdurrahman A, et al. The pH changes of calcium hydroxide mixed with six different vehicles. OOOOE Volume 103, Number 5, 2007.
9. Wang C, Arnold R, Tropen M, Teixeira F. Clinical Efficiency of 2% Chlorhexidine Gel in Reducing Intracanal Bacteria. JOE. 2007 Nov; 33(11), 1283-1288.
10. Camargo CHM, Bernardeli N, et al. Vehicle influence on calcium hydroxide pastes diffusion in human and bovine teeth. Dental Traumatology 2006; 22: 302–306
11. Peters CI, Koka RS, et al. Calcium hydroxide dressings using different preparation and application modes: density and dissolution by simulated tissue pressure. International Endodontic Journal, 38, 889–895, 2005
12. Schäfer E, Bössmann K. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Two Calcium Hydroxide Formulations Against *Enterococcus faecalis*. JOE. 2005 Jan; 31(1), 53-56.
13. Leonardo MR. Endodoncia. Tratamientos de conductos radiculares. Principios Técnicos Y Biológicos. Vol. 2. Editorial Artes Médicas. Brasil 2005.
14. Cohen S, Burns RC, Vias de la pulpa. 8va ed. Editorial Mosby. Madrid. 2004.
15. Torabinejad M, Walton RE. Endodoncia Principios y Práctica. 2da ed. Editorial McGrawHill Interamericana. México. 1997.
16. Soares IJ, Golberg F. Endodoncia Técnicas y Fundamentos. Editorial Médica Panamericana. Madrid. 2002.
17. Mondragon JD. Endodoncia, Editorial Interamericana McGraw Hill. México.
18. Lasala A. Endodoncia. 4ta ed. Editorial Salvat. México. 1992

19. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *International Endodontic Journal*, 32, 257-282, 1999.
20. Cruz A, Vera J, Lara A. *Endodoncia. Fundamentos científicos para la práctica clínica*. Editorial Amate. México. 2012.