



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

**TEMA:**

**Reparación de la exposición pulpar directa utilizando hidróxido de  
calcio químicamente puro**

**AUTOR:**

**Johanna Elizabeth Gómez Vega**

**Tutor:**

**Dr. Carlos Echeverría Bonilla**

**Guayaquil, Junio 2012**

## **CERTIFICACION DE TUTORES**

**En calidad de tutor del trabajo de investigación:**

Nombrados por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil.

### **CERTIFICAMOS**

**Que hemos analizado el trabajo de graduación como requisito previo para optar por el Título de tercer nivel de Odontólogo**

**El trabajo de graduación se refiere a:**

### **EL TEMA**

**“REPARACIÓN DE LA EXPOSICIÓN PULPAR DIRECTA UTILIZANDO  
HIDROXIDO DE CALCIO QUÍMICAMENTE PURO”**

**Presentado por:**

**Gómez Vega Johanna Elizabeth**

**0704507623**

---

**Tutor Académico**

**Dr. Carlos Echeverría Bonilla**

---

**Tutor Metodológico**

**Dr. Carlos Echeverría Bonilla**

---

**Dr. Washington Escudero Doltz**

**Decano**

**Guayaquil, Junio del 2012**

## **AUTORIA**

Los criterios y hallazgos de este trabajo responden a propiedad intelectual  
del estudiante

JOHANNA ELIZABETH GÓMEZ VEGA

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado la fuerza, perseverancia y constancia para poder alcanzar esta meta, siguiendo agradezco a mi Abuela Teodora porque gracias a ella y a todo lo que me enseñó estoy logrando mis metas, juntas luchamos por este y demás objetivos, se que debe estar muy orgullosa de mi, a mis padres Jhojan y Saida quienes siempre me han brindado su comprensión, paciencia y apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida permitiéndome lograr los diferentes objetivos que me eh propuesto hasta el momento.

También debo agradecer a los diferentes catedráticos de la facultad de odontología que contribuyeran en mi formación profesional y personal a través de la transmisión de conocimientos y experiencias con las que enriquecieron mi vida y con las que me han preparado para poder llevar por el camino de la ética mi vida profesional

Y por ultimo un especial agradecimiento a mi tutor de tesis DR. CARLOS ECHEVERRIA BONILLA por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica y profesional en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico el esfuerzo a Dios el cual me ha dado la fortaleza y sabiduría para realizar el siguiente proyecto, a mis padres quienes me han dado su apoyo absoluto para que yo pueda culminar mi carrera los cuales me inculcaron el valor del trabajo duro y de superación, así como los diferentes valores humanos bajo los cuales dirijo mi vida, también dedico en especial este esfuerzo a mi Abuela Teodora que a pesar de no estar actualmente conmigo fue el pilar fundamental en todos estos años, motivándome a seguir día a día sin dejarme vencer por las adversidades; y a mi Tía Maritza quien ha estado conmigo a lo largo de este camino de formación profesional brindándome su apoyo constante e incondicional en todo momento.

A mi tutor, Dr. Carlos Echeverría Bonilla por su desinteresada amistad y su paciencia para ayudarme a culminar mi trabajo de graduación.

## INDICE GENERAL

<b>Contenidos</b>	<b>pág.</b>
Caratula	
Carta de Aceptación de los tutores.....	I
Autoría.....	II
Agradecimiento.....	III
Dedicatoria.....	IV
Índice General	
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Preguntas de investigación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Viabilidad.....	3
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>MARCO TEORICO</b>	
Antecedentes.....	4
2.1 Fundamentos teóricos.....	5
2.1.1. Mecanismo de acción del hidróxido de calcio.....	5
2.1.1.1 Mecanismo de acción biológica del hidróxido de calcio en pulpas dentarias.....	11
2.1.1.2 Características de citología bacteriana.....	14
2.1.1.3 Características Químicas-Hidroxido de Calcio.....	18
2.1.2 Uso clínico del hidróxido de calcio.....	24
2.1.3 Tratamiento de la pulpa dentaria.....	27

2.1.4 Tratamiento indirecto de la pulpa dentaria.....	28
2.1.4.1 Técnica del tratamiento indirecto de la pulpa dentaria.....	29
2.1.5 Recubrimiento Pulpar.....	30
2.1.5.1 Agentes del Recubrimiento Pulpar.....	30
2.1.5.2 Técnica del Recubrimiento Pulpar.....	31
2.1.6 Raspado Pulpar.....	31
2.1.6.1 Técnica del Raspado Pulpar.....	31
2.1.7 Pulpotomía.....	32
2.1.7.1 Pulpotomía con hidróxido de calcio.....	33
2.1.7.2 Técnica de la Pulpotomía.....	34
2.2 .Elaboración de Hipótesis.....	35
2.3 .Identificación de las variables.....	35
2.4. Operacionalización de las variables.....	36

### **CAPÍTULO 3**

#### **3. METODOLOGÍA**

3.1. Lugar de la investigación.....	37
3.2. Periodo de la investigación.....	37
3.3. Recursos Empleados.....	37
3.2.1 Recursos Humanos.....	37
3.3.2. Recursos Materiales.....	37
3.4. Universo y muestra.....	37
3.5. Tipo de investigación.....	38
3.6. Diseño de la investigación.....	38

### **CAPÍTULO 4**

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones.....	39
4.2. Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41
Anexos.....	43

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se encuentra orientado a determinar un método y técnica más conveniente para evitar la extirpación pulpar y estudiar las propiedades del hidróxido de calcio químicamente puro. Se realizan los más importantes estudios en el intento de salvar la pulpa dental con el fin de hallar el material ideal para el tratamiento de las lesiones apicales y periapicales. El uso de  $(Ca[OH_2])$  en endodoncia fue introducido por Hermann en 1920. El hidróxido de calcio es un polvo fino, blanco; es la medicación intraconducto más utilizada en el mundo durante los últimos 40 años, es ampliamente usado en Endodoncia por sus propiedades para controlar la inflamación e inducir la reparación con tejidos duros, así como por su actividad antimicrobiana, se le agrega el mayor número de propiedades deseables; se puede discutir el mecanismo de acción del hidróxido de calcio sobre las bacterias y sobre los tejidos. Ha sido propuesto para un gran número de procedimientos, tales como: medicación intraconducto, solución irrigadora, tratamiento de reabsorciones, como cemento sellador, reparación de perforaciones, recubrimientos pulpares. Este fármaco es una sustancia dotada de elevado pH, lo cual hace aconsejable su empleo como medicación tópica entre sesiones y como componente de materiales de obturación temporarios y definitivos. El hidróxido de calcio actúa por disociación iónica, a los productos de esta reacción química se le atribuye su efecto biológico, el cual difiere en tejidos vitales de tejidos necróticos. Se dice que en los tejidos vitales induce la formación de tejidos duros debido a la liberación de iones de calcio y que en los tejidos necróticos tiene un efecto desinfectante por su gran capacidad antibacteriana relacionada con la liberación de iones hidroxilos. La metodología usada en este trabajo es bibliográfico el cual se basa en libros de endodoncia, revistas odontológicas, consultas y folletos de interés científico. Con este trabajo se lograra introducir un método con la finalidad de evitar la extirpación pulpar y mantenerlas en un estado funcional.



# CAPITULO I

## EL PROBLEMA.

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el tratamiento de la pulpa dental expuesta deberíamos utilizar el hidróxido de calcio químicamente puro, empleando métodos y técnicas, así podríamos disminuir el índice de fracasos endodónticos, evitando la extirpación de la pulpa dentaria manteniéndola en su estado funcional.

**CAUSA VARIABLE INDEPENDIENTE:** La utilización del hidróxido de calcio químicamente puro en el tratamiento de la pulpa dental expuesta.

**EFFECTO VARIABLE DEPENDIENTE:** Disminuir el índice de fracasos endodónticos evitando la extirpación de la pulpa dentaria y así mantenerla en su estado funcional.

### 1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

- ¿El hidróxido de calcio de que manera actúa en la exposición pulpar?
- ¿Qué porcentaje de alcalinidad encontramos en el hidróxido de calcio?
- ¿Qué tipos de bacterias y microorganismos podría inhibir la función del hidróxido de calcio?
- ¿Con la utilización del hidróxido de calcio puede reducirse la invasión bacteriana de la pulpa expuesta?
- ¿Qué método se puede utilizar para evitar la extirpación de la pulpa dentaria?
- ¿Se podría disminuir el número de fracasos endodónticos empleando el hidróxido de calcio químicamente puro?
- ¿Es prudente proteger con hidróxido de calcio la pulpa dental expuesta?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del hidróxido de calcio en exposición pulpar?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL:**

Investigar si el Hidróxido de calcio químicamente puro cumple la función de estimular a la pulpa dentaria a su reparación, determinando el método más conveniente.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Estudiar las propiedades del Hidróxido de calcio químicamente puro.

Aplicar los métodos y técnicas correctas para la aplicación del Hidróxido de calcio en la pulpa dental que debe ser necesario para evitar así la extirpación pulpar.

Revisar otras investigaciones similares que hayan servido como guía para el estudio del hidróxido de calcio en la exposición pulpar.

Determinar los beneficios que ofrece el hidróxido de calcio.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Este trabajo es hecho con la finalidad de evitar así la extirpación pulpar conociendo que en nuestro medio muchas veces no existe la posibilidad de realizar una endodoncia de manera correcta debido a los altos costos de los equipos necesarios beneficiando al paciente con la permanencia de sus piezas dentales en un estado funcional.

### **1.4 VIABILIDAD**

Esta investigación es viable ya que se cuenta con los recursos necesarios para llevarla a cabo, estos son los recursos económicos, bibliográficos y humanos; logrando así alcanzar las metas planteadas.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO.**

#### **ANTECEDENTES.**

El hidróxido de calcio fue descrito por primera vez en 1838 para uso odontológico por Nygren. Casi un siglo más tarde, en 1920, B. W. Hermann lo uso como protector pulpar. Ocho años después, Teuscher y Zander comprobaron que induce la formación de un puente de dentina secundaria. En 1966 Frank lo popularizo al ser el componente clave de la técnica que presento respaldada por el éxito de diversos casos clínicos, de forma que ha llegado hasta nosotros como técnica de Frank. El propio Frank dice que el valor del hidróxido de calcio reside no solo en sus propiedades sino también en lo fácil que es obtenerse, de ser preparado, de reabsorberse y de ser eliminado. La combustión de piedra caliza a 1.200 °C produce oxido de calcio (CaO) y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Tiene un peso molecular de 74.08 g y un pH fuertemente alcalino que oscila entre 12.5 y 12.8. Las principales propiedades del hidróxido de calcio provienen de su disociación iónica en Ca<sup>++</sup> y OH<sup>-</sup>, que tiene lugar tanto en el tejido vivo como en el tejido necrótico infectado de bacterias. Posee un gran efecto antibacteriano, que unido a su gran alcalinidad proporciona el medio ideal para inducir el desarrollo de una barrera de tejido duro mineralizado. El efecto antibacteriano del hidróxido de calcio se debe principalmente al incremento de pH producido al liberarse iones hidroxilos, que impide el crecimiento bacteriano. Kontakiotis y Cols, creen que, además del motivo mencionado, el efecto puede deberse a la absorción del dióxido de carbono, necesario para el desarrollo de muchas especies bacterianas capnofílicas, por parte del hidróxido de calcio. Por muchos motivos se considera que el hidróxido de calcio es un medicamento importante en el tratamiento para la conservación de la pulpa.

## **2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.1.1. MECANISMO DE ACCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO**

El mecanismo de acción de este fármaco sobre las bacterias y sobre los tejidos, constituye el fundamento básico para la selección de cualquier medicación intraconducto. Las sustancias antimicrobianas del grupo de los antibióticos y/o quimioterápicos causan dos tipos de efectos sobre los microorganismos: inhiben el crecimiento o la reproducción o inducen a la inactividad celular. Estos efectos se expresan en la síntesis de la pared celular, en la estructura de la membrana celular, en la síntesis de las proteínas, en la replicación cromosómica y en el metabolismo intermedio. El hidróxido de calcio ejerce su efecto controlador. El mecanismo de acción del hidróxido de calcio, como antimicrobiano, podría ser mejor enunciado. Por esta razón, es importante analizar aisladamente el efecto del pH sobre el crecimiento, el metabolismo y la división celular bacteriana. La variación del pH refleja en el crecimiento bacteriano, una vez que influencia la actividad enzimática. La velocidad de las reacciones químicas favorecidas por las enzimas pueden estar presentes tanto extra como intracelularmente. Las enzimas extracelulares actúan sobre los nutrientes, carbohidratos, proteínas y lípidos, que mediante las hidrolasas favorecen la digestión. Las enzimas localizadas en la membrana citoplasmática están relacionadas con el transporte de sustancias para dentro y para fuera de la célula, con la actividad respiratoria y con la estructuración de la pared celular. El transporte por la membrana es fundamental, pues, para sus complejas reacciones metabólicas, crecimiento y reproducción, ahí la necesidad del control del flujo de nutrientes. Koduluka, relato que, en condiciones de elevado pH (baja concentración de iones  $H^+$ ), la actividad enzimática de las bacterias es inhibida. Aliado a este hecho, cada enzima posee un pH excelente para su acción, según el cual reacciona con una velocidad máxima. El pH interno de las bacterias es diferente del pH externo, siendo que internamente su valor oscila alrededor de la neutralidad. Además, el mecanismo que mantiene esa neutralidad también es desconocido. Se

añade a ese hecho que la diferencia del pH interior y exterior de la célula puede determinar el mecanismo a través del cual la actividad celular se influencia por la concentración de iones de hidrógeno. También se considera la existencia de un gradiente de pH a través de la membrana citoplasmática, que es responsable por producir energía para el transporte de nutrientes y componentes orgánicos para el interior de la célula. Este gradiente puede ser afectado por el cambio en el pH del medio, influenciando el transporte químico a través de la membrana. En este caso específico, el efecto del pH sobre el transporte químico puede ser directo o indirecto. Será directo cuando el pH influencia la actividad específica de las proteínas de la membrana (combinación con grupo químico específico). El efecto indirecto puede causar alteraciones de los estados de ionización de los nutrientes orgánicos. Los componentes no ionizados son mucho más fácilmente transportados a través de la membrana celular que los ionizados. De esta forma, según el pH, puede haber aumento de la disponibilidad de nutrientes. Y un intenso transporte puede causar la inhibición y efectos tóxicos sobre la célula. El crecimiento bacteriano en pH inferior a su pH interno hace con que el citoplasma quede más alcalino que el medio; no obstante, cuando el crecimiento ocurre en pH alto, su citoplasma queda más ácido. El crecimiento bacteriano en pH elevado puede causar complicaciones fisiológicas muy complejas. La membrana citoplasmática se relaciona con tres funciones esenciales: metabolismo, crecimiento y división celular. Además, participa de las últimas etapas de la formación de la pared celular, participa de la biosíntesis de lípidos, transporte de electrones como enzimas envueltas en el proceso de fosforilación oxidativa, siendo responsables por los mecanismos de transporte de nutrientes y por etapas de la duplicación celular. En lo que se refiere al pH, existen pocas especies que en pH menor que 2 o mayor que 10 pueden crecer. La mayoría de las bacterias patogénicas crece mejor en medio neutro. De esa forma, según el pH ideal al crecimiento, estas bacterias pueden clasificarse en tres categorías: acidófilas, neutrófilas y alcalófilas. Es posible haber una

inactividad enzimática reversible (temporal) cuando puesta en pH superior o inferior a lo ideal para su funcionamiento, una vez que recolocada en pH ideal, la enzima puede volver a adquirir su actividad catalítica. Su irreversibilidad puede ser observada en condiciones extremas de pH, por largos periodos de tiempo, causando la total pérdida de actividad biológica. “Casi todas las dos mil enzimas ya identificadas son proteínas globulares. Otras proteínas globulares funcionan como transportadoras de oxígeno, de nutrientes y de iones en la sangre. Algunas son anticuerpos, otras hormonas y otras componentes de las membranas y ribosomas. La estructura terciaria de una proteína globular depende de su secuencia de aminoácidos, y algunos experimentos demuestran que la desnaturalización de algunas proteínas es reversible. Los valores extremos de pH causan el desenrollado de la mayoría de las proteínas globulares y la pérdida de sus actividades biológicas sin romper enlaces covalentes en el esqueleto polipéptido. Por varios años se pensó que el proceso de desnaturalización de las proteínas era irreversible. No obstante, se demostró que algunas proteínas globulares desnaturalizadas a causa del pH readquieren su estructura inactiva y su actividad biológica, desde que el pH regrese al valor normal, siendo este proceso denominado renaturalización”. Varias proteínas presentes en la superficie de la membrana celular son especializadas en el transporte de ácidos y bases por la membrana. La regulación del pH celular es fundamental, una vez que los cambios de pH pueden desgovernar y afectar el metabolismo celular, actuando en la ionización de grupos de proteínas por la desconfiguración y alteración de sus actividades. El metabolismo celular depende del pH para la actividad enzimática, altera el sustrato y afecta el crecimiento y la proliferación celular. Putnam, describiendo la regulación de pH intracelular, relata que el pH influye en diferentes procesos celulares, como: a) metabolismo celular; b) citoesqueleto, pudiendo alterar la forma, la motilidad, la regulación de transportadores, la polimerización de elementos; c) activación de crecimiento y proliferación celular; d) conductibilidad y transporte a través de la membrana; e) volumen celular

isosmótico. De esta forma, muchas funciones celulares pueden ser afectadas por el pH, entre ellas, las enzimas esenciales al metabolismo celular. Otro proceso a considerar consiste en el transporte químico por la membrana celular que puede alterarse a través del proceso de peroxidación lipídica. La pérdida de la integridad de la membrana puede ser observada a través de la destrucción de ácidos grasos insaturados o fosfolípidos. Cuando los iones de hidroxilo remueven los átomos de hidrógeno de ácidos grasos insaturados, se forma un radical lípido libre que reacciona con el oxígeno molecular, transformándose en otro radical peróxido lípido. La peroxidación lipídica puede formarse nuevamente a partir de un nuevo inductor, **iones de hidroxilo que roban átomos de hidrógeno** de un segundo ácido graso insaturado, resultando en otro peróxido lípido y otro nuevo radical lípido libre, transformándose en una reacción en cadena. Ante todo el raciocinio sobre los procesos y actividades aisladas del pH en sitios enzimáticos esenciales, como ocurre a nivel de la membrana, se torna más aclarador asociar el hidróxido de calcio, sustancia dotada de elevado pH, a efectos biológicos lesivos sobre la célula bacteriana para explicar su mecanismo de acción. Con esta finalidad, Estrela estudió el efecto biológico del pH en la actividad enzimática de bacterias anaerobias. Como la localización de los sitios enzimáticos es la membrana citoplasmática, y por ser responsable por funciones esenciales como el metabolismo, crecimiento y división celular, y participar de las últimas etapas de la formación de la pared celular, biosíntesis de lípidos, transporte de electrones como enzimas envueltas en el proceso de fosforilación oxidativa, se cree que los iones de hidroxilo del hidróxido de calcio desarrollan su mecanismo de acción a nivel de la membrana citoplasmática. El efecto del elevado pH del hidróxido de calcio 12.6, influenciado por la liberación de iones de hidroxilo, es capaz de alterar la integridad de la membrana citoplasmática mediante agresiones químicas a los componentes orgánicos y transporte de nutrientes, o mediante la destrucción de los fosfolípidos o ácidos grasos insaturados de la membrana citoplasmática, observado por el proceso de peroxidación

lipida, siendo esta, en realidad, una reacción de saponificación. La explicación del mecanismo de acción del hidróxido de calcio en el control de la actividad enzimática bacteriana permitió que Estrela levante la hipótesis de una inactividad enzimática bacteriana irreversible en condiciones extremas de pH, en largos periodos de tiempo. Y también, una inactividad enzimática bacteriana temporal durante el regreso del pH ideal a la acción enzimática, habiendo vuelto a su actividad normal. La inactividad enzimática irreversible fue demostrada por Estrela, que determino in vitro el efecto antimicrobiano directo del hidróxido de calcio sobre diferentes microorganismos (*M. luteus*; *S. aureus*; *P. aeruginosa*; *F. nucleatum*; *E. coli* y *Streptococcus* sp.) durante intervalos de 0, 1, 2, 6, 12, 24, 48, 72 horas y 7 días. La alteración de la integridad de la membrana citoplasmática de los microorganismos analizados ocurrió en el periodo de 72 horas posibilitando sus destrucciones, tanto en culturas puras como mixtas. La inactividad enzimática reversible pudo ser observada en otro estudio realizado por Estrela, que evaluó el efecto antimicrobiano indirecto del hidróxido de calcio en conductos radiculares infectados por diferentes microorganismos en intervalos de tiempo de 0,48, 72 horas y 7 días. Los resultados mostraron que el **hidróxido fue inefectivo por la acción a distancia** (acción indirecta) en el periodo de 7 días sobre varios microorganismos (*E. faecalis*; *S. aureus*; *P. aeruginosa* y *B. subtilis*). Estudios adicionales mostraron los efectos antimicrobianos del hidróxido de calcio y el periodo de tiempo ideal para adecuada efectividad. Además de estas investigaciones, que respaldan la hipótesis levantada, la difusión dentinaria de iones de hidroxilo del hidróxido de calcio con el cambio de pH en la superficie de la masa dentinaria puede tardar. La hidrosolubilidad o no del vehículo utilizado (diferencia de viscosidad), la característica ácido base, la mayor o menor permeabilidad dentinaria, el grado de calcificación presente, pueden influenciar la velocidad de disociación y difusión de iones de hidroxilo. Además, algunos vehículos puedan alterar el pH del hidróxido de calcio. Otra forma de acción antimicrobiana del hidróxido de calcio fue demostrada por Safavi&Nichols. Esos autores,



estudiando el efecto del hidróxido de calcio sobre el lipopolisacárido bacteriano demostraron que los iones de hidroxilo pueden hidrolizar el LPS presente en la pared celular de las bacterias, degradando el lípido A y neutralizando su efecto residual después de la lisis celular. Esa propiedad del hidróxido de calcio de hidrolizar el LPS es fundamental como agente antimicrobiano. **El lipopolisacárido es un componente de la pared celular de las bacterias Gram – negativas** con el privilegio de estar superficialmente localizado y ser dotado de acción tóxica, siendo muy apropiadamente considerado la endotoxina de esas bacterias. Además de la acción demostrada sobre el LPS, el hidróxido de calcio inhibe las enzimas de la membrana citoplasmática tanto de las bacterias Gram-negativas como Gram-positivas, independientemente del efecto del oxígeno sobre su metabolismo, que las distribuyen en aerobias, microaerófilas y anaerobias. El hidróxido de calcio presenta dos expresivas propiedades enzimáticas, la de inhibir enzimas bacterianas generando efecto antimicrobiano y la de activar enzimas de los tejidos, como la fosfatasa alcalina, conduciendo al efecto mineralizador. Es necesario destacar que algunas bacterias se muestran más resistentes y predominantes en determinadas infecciones endodónticas (infección primaria, secundaria o persistente; infección sintomática o asintomática). Los microorganismos son importantes factores etiológicos en los fracasos endodónticos. No obstante, adicional a la infección intrarradicular, se destacan también como agentes expresivos en los fracasos endodónticos la reacción del cuerpo con cristales de colesterol. **El enterococcus faecalis, bacteria facultativa, Gram-positiva, capaz de tolerar medio ambiente con pH elevado 11, ha demostrado ser responsable por fracasos después del tratamiento endodóntico.** Love investigó el posible mecanismo capaz de explicar la capacidad del E. faecalis de sobrevivir y crecer dentro de los conductos radiculares y reinfectar un conducto radicular obturado. Se observó que el factor de virulencia del E. faecalis puede estar relacionado a la habilidad para invadir los conductos radiculares y adherir al colágeno, incluso en

presencia de suero humano. Un importante estudio sobre el mecanismo involucrado en la resistencia del *E. faecalis* al hidróxido de calcio fue realizado por Evans. El estudio de estos autores confirmó que el *E. faecalis* es resistente al hidróxido de calcio en pH igual o inferior a 11,1. Una respuesta de adaptación al pH alcalino y a la síntesis de proteínas inducidas por stress parecen tener un rol menor en la supervivencia celular, mientras que el funcionamiento de la bomba y protones, que tiene la capacidad de acidificar el citoplasma, se mostro crítico a la supervivencia de esas bacterias en medio de elevado pH. Todos estos estudios realizados contribuyeron de modo significativo para entender que para que el hidróxido de calcio tenga propiedades deseables, su pH debe mantenerse lo más elevado posible. Por consiguiente, el vehículo que posibilita esa característica debe ser hidrosoluble (como el agua destilada o la solución fisiológica). Buscando una explicación que aclare el mecanismo de acción, la capacidad de este medicamento de estimular la formación de una barrera de tejido duro (tejido mineralizado) fue demostrada en varias investigaciones realizadas.

#### **2.1.1.1. Mecanismo de acción biológica del hidróxido de calcio en pulpas dentarias**

El mecanismo de acción biológica del hidróxido de calcio en pulpas dentarias fue estudiado por Holland en 1966. Ese mecanismo de acción, retrata un análisis morfológico e histoquímico del proceso de reparación de la pulpa dentaria después de la pulpotomía de protección pulpar. En el momento en que el hidróxido de calcio entra en contacto directo con el tejido, ocurre una disociación en iones de calcio e iones de hidroxilo. Esos iones de hidroxilo, por su vez, producen una desnaturalización proteica, dado su elevado pH. La profundidad de esa actuación varía según el tipo de hidróxido de calcio utilizado (en la forma de polvo, pasta hidrosoluble o cemento) y también en función del vehículo utilizado. En conjunto con esos iones de hidroxilo, penetran los iones de calcio, que en el límite entre el tejido desnaturalizado y el tejido vivo, se precipitan en la forma de

carbonato de calcio (reacción de los iones de calcio, con el dióxido de carbono del tejido) responsables por las granulaciones de carbonato de calcio. Esas granulaciones de carbonato y calcio, bajo la forma de calcita, pueden ser detectadas dos horas después del contacto del hidróxido de calcio con el tejido. Se observan también complejos calcio-proteínas bajo esas granulaciones de sales de calcio, amorfas, caracterizando un área de calcificación distrofica. En ese espacio está el material que es aprisionado, sobre, las células, los vasos y las fibras. Así, se puede identificar cinco zonas como resultado del contacto del hidróxido de calcio con el tejido pulpar:

1) Zona de necrosis de coagulación (correspondiente el área de desnaturalización proteica del tejido pulpar);

2) Zona granulosa superficial (constituida por granulaciones groseras de carbonato de calcio);

3) Zona granulosa profunda (exhibe finas granulaciones de sales de calcio y representa un área de calcificación distrofica). En intervalos de 2 a 48 horas, las granulaciones de carbonato de calcio aumentan en número y tamaño. En la zona granulosa profunda, las sales de calcio también siguen siendo depositadas. Es posible que con la desnaturalización proteica de la zona de necrosis ocurra la liberación de radicales activos que atraigan de forma electrostática sales de calcio para su proximidad, contribuyendo de esa manera para la precipitación de sales de calcio en la zona granulosa profunda.

Dos días después de la aplicación de hidróxido de calcio en la zona granulosa profunda e inmediaciones, las fibras del tejido pulpar se disponen paralelamente a lo largo del eje del diente. Abajo de la zona granulosa profunda surgen numerosas células jóvenes en proliferación, siendo incluso visibles las células en mitosis.

A los 7 días, las fibras paralelas al eje del diente aparecen torcidas, recordando las fibras del tejido pulpar de Van Koff. Algunos odontoblastos jóvenes pueden ser visualizados, dispuestos de modo regular.

A los 30 días, la reparación esta completa, estando presente la dentina, la preentina y la capa odontoblastica organizada. El puente del tejido duro formado presenta tres capas: granulaciones de carbonato de calcio, área de calcificación distrofica y dentina;

4) Zona de proliferación celular;

5) Zona de pulpa normal.

Por lo expuesto, se observa que los iones de calcio participan activamente del proceso de reparación. Exhiben características de barrera de tejido duro (mineralizado), después del uso de hidróxido de calcio en pulpotomía y pulpectomía. Se observa endurecimiento de granulaciones de carbonato de calcio que participan en la formación de estas granulaciones aclarando su papel en las diferenciaciones de células de la pulpa en odontoblastos. Se considera que la fosfatasa alcalina, siendo una enzima hidrolítica (fosfo-hidrólisis monoesterortofosforica), actúa mediante la liberación de fosfato inorgánico de los esteres de fosfato. Se cree en su relación con el proceso de mineralización. El pH excelente para la actuación de la fosfatasa alcalina varía según el tipo y la concentración de sustrato con la temperatura y con la fuente de enzima, siendo que los límites están alrededor de un pH 8,6 a 10,30. Esta enzima puede separar los esteres fosfóricos liberándolos iones fosfatos que quedan libres, los cuales reaccionan con los iones de calcio (provenientes de el torrente sanguíneo) para formar un precipitado en la matriz orgánica, el fosfato de calcio, que es la unidad molecular de la hidroxiapatita. El hidróxido de calcio activa la fosfatasa alcalina a partir de su elevado pH, lo que puede iniciar o favorecer la mineralización. Además de esa enzima, hay otras dos (la adenosina trifosfatasa y la pirofosfatasa) calcio-dependientes favorecen el mecanismo de la reparación del tejido. El

hidróxido de calcio también puede activarlas. Actualmente no se cuestiona que el hidróxido de calcio representa la medicación intraconducto más utilizada, estudiada y discutida a causa, principalmente, de su acción biológica y antimicrobiana. Desde la introducción del hidróxido de calcio en la Odontología por Hermann en 1920, la acción biológica establecida para crear un ambiente favorable para la reparación del tejido ha sido demostrada por innumerables trabajos.

### **2.1.1.2 Características de citología bacteriana**

Un aspecto esencial para el conocimiento de los mecanismos de acción del hidróxido de calcio es la comprensión de algunas estructuras de las células bacterianas. Se puede observar la forma de las bacterias a través de la coloración de Gram, que las divide en dos grupos: Gram-positivas y Gram-negativas, aproximadamente iguales en número e importancia. La reacción de las bacterias a la técnica de Gram expresa diferentes características, de modo especial en lo que se refiere a la composición química, estructura, permeabilidad de la pared celular, fisiología, metabolismo y patogenicidad. La pared de la célula Gram-negativa es constituida por estructuras de múltiples capas bastante complejas, que no retienen el colorante cuando sometidas a solventes en los que el colorante es soluble, siendo descoloradas y, cuando se añade otro colorante, adquiere la nueva coloración. Ya la pared de la célula Gram-positiva consiste de única capa que retiene el colorante aplicado, no adquiriendo la coloración del segundo colorante. En las bacterias Gram-negativas, la pared celular está compuesta por una capa de peptidoglucano y tres otros componentes que la envuelven externamente: lipoproteína, membrana externa y lipopolisacárido. El peptidoglucano, responsable por la forma de las células de protección del citoplasma ante las diferencias de presión osmótica entre los medios externos e interno, da rigidez al cuerpo bacteriano. Está formado por dos azúcares aminados, el ácido N-acetil glucosamina y el ácido N-acetil murámico, y por un

tetrapeptido, siempre ligado al residuo de ácido N-acetil murámico; las subunidades péptidas de cadenas glicídicas adyacentes son unidas entre sí por enlaces directos e indirectos (puentes de ligación). El peptidoglucano se sitúa en el espacio periplásmico, localizado entre la membrana citoplasmática (interna) y la membrana externa, donde también se encuentran enzimas hidrolíticas (fosfatasa, nucleasa, proteasas y otras), que **facilitan la nutrición bacteriana**; proteínas de ligación que participan de la captación de azúcares y aminoácidos a partir del medio; enzimas que inactivan ciertos antibióticos. La lipoproteína está ligada de modo covalente al peptidoglucano y no covalente a la membrana externa; su función, inferida de estudios realizados con muestras mutantes, es estabilizar la membrana externa y anclarla a la capa de peptidoglucano. La membrana externa es una doble capa que contiene fosfolípidos y proteínas, y presenta, en su capa externa, el lipopolisacárido. Entre sus funciones, la membrana externa representa una barrera molecular, previniendo o dificultando la pérdida de proteínas periplásmicas y el acceso de enzimas hidrolíticas y ciertos antibióticos al peptidoglucano; posee receptores para bacteriófagos y bacteriocinas y participa de la nutrición bacteriana. El lipopolisacárido consiste en lípido A (endotoxina), al cual están ligadas dos regiones de naturaleza polisacárido, el "core" y las cadenas laterales respectivamente. El lípido A es un glicofosfolípido cuyo papel biológico consiste en la participación en los mecanismos de patogenicidad de la célula bacteriana. Sin embargo, la pared celular de las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas son diferentes. La pared celular de la bacteria Gram-positiva es espesa, 10 a 50  $\mu\text{m}$ , alcanzando hasta 80  $\mu\text{m}$ , y de la Gram-negativa es menos espesa, 7,5 a 10  $\mu\text{m}$ . La membrana citoplasmática adhiere fuertemente al componente interno de la célula bacteriana. La pared celular de la bacteria Gram-positiva es única y consiste de una capa espesa, compuesta casi que completamente por peptidoglucano, responsable por la manutención de la célula y su rigidez. Las múltiples capas de peptidoglucano (15 a 50  $\mu\text{m}$ ) de las bacterias Gram-positivas constituyen

una estructura extremadamente fuerte en tensión, mientras que en las Gram-negativas el peptidoglucano es solo una capa espesa y consecuentemente frágil. Como factores de ataque o agresión, las células Gram-positivas y Gram-negativas se caracterizan por grados diferentes de virulencia. **Las bacterias Gram negativas se constituyen por una endotoxina**, el LPS, que les confiere la propiedad de patogenicidad, mientras que en **las bacterias Gram- positivas la exotoxina** utiliza varios mecanismos de agresión, entre ellos aquellos dependientes del ácido lipoteicoico, que tiene como característica principal la adherencia. El lipopolisacárido (LPS) representa un expresivo factor de virulencia, determinando efectos biológicos que resultan en la amplificación de las reacciones inflamatorias. Esta endotoxina es un antígeno débil no específico que es pobremente neutralizado por anticuerpos, siendo capaz de activar la cascada del complemento. La activación del complemento envuelve la formación de cininas, otro importante mediador de la inflamación. Además, activa plaquetas, mastocitos, basófilos y células endoteliales. El LPS induce los macrófagos a secretar otras proteínas, las interleucinas (IL-1, IL-6 e IL-8), factor alfa de necrosis tumoral (TNF $\alpha$ ), oxígeno reactivo, nitrógeno intermedio (óxido nítrico), interferan  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , factores activadores de plaquetas y prostaglandinas. Estos son factores importantes que causan reabsorciones óseas en las lesiones periapicales. Incluso **cantidades pequeñas de endotoxinas son capaces de inducir la respuesta inflamatoria periapical**. Una posible explicación para la multiplicidad de hallazgos con endotoxinas es la variabilidad genética del LPS de diferentes microorganismos. Las endotoxinas se encuentran en mayor cantidad en dientes sintomáticos que en aquellos asintomáticos. Como componente de la pared celular de las células Gram-positivas está el peptidoglucano, cuya cuenta es el 40% de masa de las células, ligado de modo covalente al ácido lipoteicoico. Este es compuesto por polímeros de fosfoglicerol con glicolípido en el fin, siendo potente modificador de la respuesta biológica. El glicolípido y el ácido lipoteicoico se conectan a las membranas celulares, principalmente de linfocitos y macrófagos,

resultando la activación celular. También son capaces de activar la cascada del complemento, induciendo la inflamación pulpar y periapical. Como característica específica de la célula bacteriana, al compararse con la célula humana, se observa la pared celular que, en conjunto con la membrana citoplasmática, forma el cubierta celular de las bacterias. La cubierta celular de las bacterias Gram-negativas consiste químicamente del 20% al 25% de fosfolípidos y del 45% al 50% de proteínas, siendo 30% restantes del lipopolisacárido. La membrana citoplasmática se localiza subyacente a la pared celular, es formada por doble capa fosfolipoproteica y es fundamental en la estructura bacteriana. Actúa como barrera osmótica (sustancias ionizadas y grandes moléculas), es libremente permeable a los iones sodio y a los aminoácidos (permeabilidad selectiva). También hay que añadir que esta membrana es sede de importantes sistemas enzimáticos involucrados en las últimas etapas de la formación de la pared celular participantes de la biosíntesis de lípidos y responsables por el transporte de electrones, así como enzimas involucradas en el proceso de fosforilación oxidativa. Como sede enzimática, muchas bacterias producen proteinasas que hidrolizan las proteínas, una vez que las bacterias son, en general, incapaces de utilizar macromoléculas. Las bacterias generalmente necesitan condiciones físico-químicas favorables para su crecimiento y reproducción y, entre ellas, se encuentran: temperatura, pH, presión osmótica, concentraciones de sustrato, de dióxido de carbono y de oxígeno. Ante los conocimientos de las estructuras microbianas que pueden ser afectadas por el uso de una sustancia antimicrobiana de uso endodóntico, es importante considerar y analizar la dinámica, química, biológica y microbiológica de esta sustancia, cuya preferencia actual, dado a innumerables investigaciones, recae en el hidróxido de calcio.

### **2.1.1.3 Características químicas – hidróxido de calcio**

Para mejor comprensión de las propiedades biológicas y antimicrobianas del hidróxido de calcio, es necesario un análisis más detallado de sus



características químicas. El hidróxido de calcio se constituye una base fuerte (pH 12,6), poco soluble en agua -1,2g/L-, obtenida a partir de la calcinación (calentamiento) del carbonato de calcio hasta su transformación en óxido de calcio (cal viva). Con la hidratación del óxido de calcio se llega al hidróxido de calcio. La reacción entre este y el gas carbónico causa la formación del carbonato de calcio. Las propiedades del hidróxido de calcio derivan de su disociación iónica en iones de calcio e iones de hidroxilo, siendo que la acción de esos iones sobre los tejidos y las bacterias explica sus propiedades biológicas y antimicrobianas. Las alteraciones en las propiedades biológicas también pueden ser aclaradas por las reacciones químicas demostradas, una vez que el hidróxido de calcio en presencia del dióxido de carbono se transforma en carbonato de calcio, presentando características químicas de un óxido ácido débil. La disociación iónica del hidróxido de calcio, en iones de hidroxilo e iones de calcio se puede explicar a partir de las representaciones químicas. Teniendo en cuenta el entorno celular del hidróxido de calcio, con valores de 74,08 g, a través de una regla de tres, se obtienen el porcentaje de iones de hidroxilo encontrados en el hidróxido de calcio, que corresponde al 45,89%, mientras que el 54,11% corresponde a los iones de calcio. Cuando se pone el hidróxido de calcio en el conducto radicular, el 45,89% y el 54,11% se disocian respectivamente en iones de hidroxilo e iones de calcio. La liberación de iones de hidroxilo e iones de calcio de pastas de hidróxido de calcio con vehículos con características ácido-base diferentes en presencia del tejido conjuntivo en subcutáneo de perro. Los valores de los porcentajes en iones de hidroxilo e iones de calcio en los periodos de 7, 30, 45 y 60 días, indicaron mayor liberación iónica para las pastas con vehículos hidrosolubles acuosos (solución fisiológica y anestésica), cuando comparado a los valores de la pasta con vehículo hidrosoluble viscoso (propilenglicol 400). En otro análisis, Estrela&Pesce estudiaron la formación del carbonato de calcio en implantes en tejido subcutáneo del perro, de tubos con hidróxido de calcio asociado a los mismos vehículos hidrosolubles descritos anteriormente. En los periodos

experimentales de 7, 30, 45 y 60 días, se observó que en el momento de la disminución del proceso inflamatorio (correspondiente al momento quirúrgico para la implantación de los tubos con las muestras experimentales) hubo vestigios de la paralización del carbonato de calcio formado. Una vez vencidos los periodos inflamatorios iniciales (como en los casos clínicos de lesiones extensas, traumatismos dentarios, apexificaciones, etc.), se puede pensar en el aumento de los periodos de cambio de las pastas de hidróxido de calcio, como para intervalos de 60 días. Se observaron otras particularidades químicas causadas por la disociación iónica del hidróxido de calcio en diferentes experimentos. Sciaky & Pisanti verificaron el origen de los iones de calcio presentes en el puente dentinario, no consiguiendo observarlos durante la protección de las pulpas dentales expuestas de perros, con hidróxido de calcio con calcio radioactivo ( $\text{Ca}^{45}$ ), ni durante la inyección intravenosa en un perro, de solución con este mismo hidróxido de calcio radioactivo. Varios trabajos evidenciaron la participación activa de los iones de calcio del hidróxido de calcio en mineralizaciones (barrera de dentina) osteocementarias (sellado biológico apical) en los conductos radiculares y en otras áreas envueltas en mineralizaciones. En un estudio, mediante el análisis histoquímico, el mecanismo de formación de la dentina después de protecciones pulpares directas en los dientes de perros ante la acción de pastas de hidróxido de calcio, de óxido de magnesio, de fluoruro de zinc y de fluoruro de calcio. Se puede reportar después del periodo de observación de 30 minutos a 60 días, que en el periodo inicial la formación de la dentina. Tanto el óxido de magnesio como el hidróxido de calcio mostraron potente efecto sobre la formación de la nueva dentina. Sin embargo, referente al óxido de magnesio, Souza después de estudio morfológico del comportamiento de la pulpa dentaria, después de la pulpotomía y de la protección con óxido de magnesio o hidróxido de calcio, relataron que la posibilidad de obtener la reparación durante el uso de óxido de magnesio es remota. En las pulpas dentales protegidas con hidróxido de calcio hubo mayor eficacia, lo que comprueba las fallas

técnicas que podrían haber ocurrido con el tratamiento de óxido de magnesio. Holland analizó el proceso de reparación de la pulpa dental después de la pulpotomía y la protección con hidróxido de calcio en estudio morfológico e histoquímico en dientes de perros. En la zona granulosa superficial, interpuesta entre la zona de necrosis y la zona granulosa profunda, ocurrió la presencia de granulaciones groseras, dotadas de sales de calcio, parte de ellas constituida por carbonato de calcio en forma de calcita, así como por complejos calcio-proteínas. En esa fracción mineral, hubo reacción positiva al ácido cloránilico y al método de Von Kossa, evidenciando la participación activa de los iones de calcio del material capeador en el nuevo tejido mineralizado. Holland implantaron tubos de dentina con óxido de zinc y eugenol o hidróxido de calcio por 48 horas, en el tejido subcutáneo de ratón. También se realizó la preparación de las cavidades en dientes de perros y envolvimiento con los mismos materiales por 48 horas. Posterior a la preparación de las piezas, sin descalcificar, se procedió con el análisis con luz polarizada. En el grupo con óxido de zinc no se ha observado nada en las paredes dentinarias. En el grupo con hidróxido de calcio se observó granulaciones de calcita en los conductos radiculares. La importancia de los iones de calcio del hidróxido de calcio mereció destaque posteriormente a los resultados histoquímicos evidenciados por Holland. Heithersay admite que tales iones puedan reducir la permeabilidad de nuevos capilares en tejido de granulación de dientes despulpados, disminuyendo la cantidad de líquido intercelular. También aclara que una alta concentración de iones de calcio puede activar la aceleración de la pirofosfatasa, miembro del grupo de las enzimas fosfatasas, que también constituye función importante en el proceso de mineralización. Paralelo a los estudios con el hidróxido de calcio, otros hidróxidos fueron blanco de investigación. Holland evaluaron el efecto de los hidróxidos de calcio, de bario y de estroncio, después de corte pulpar, valiéndose del análisis histoquímico de pulpas dentales de perros. Las observaciones en los grupos de hidróxido de bario y de estroncio fueron similares a las de hidróxido de

calcio, habiendo deposición de granulaciones de carbonato de bario y estroncio, semejantes a las granulaciones observadas con el hidróxido de calcio. A causa de la inexistencia de bario o estroncio naturalmente en el organismo del animal, estas granulaciones se originan del material del capeado. También relatan que las anchas granulaciones birrefringentes no son observadas con otros hidróxidos, como el hidróxido de magnesio o sodio, por el hecho de la reacción de precipitación solamente ocurrir para el hidróxido con solubilidad similar a la del hidróxido de calcio. El hidróxido de magnesio es insoluble y el de sodio es altamente soluble en los fluidos pulpaes. El hidróxido de bario es levemente más soluble que el de estroncio, hecho este que se observa por las granulaciones de hidróxido de bario encontrarse más profundamente que las del hidróxido de estroncio. En otra investigación, Holland verifico el efecto del hidróxido de calcio en la dentina, analizando tubos de la dentina implantados en tejido subcutáneo de ratones y también en dientes de perros. En la primera parte del estudio, los tubos de la dentina obturados con hidróxido de calcio o cemento de óxido de zinc y eugenol fueron implantados por 48 horas en tejido conjuntivo subcutáneo de ratón. En la segunda parte, se prepararon las cavidades profundas en los dientes de perros y protegidas con hidróxido de calcio o cemento de óxido de zinc y eugenol por 48 horas. Los especímenes fueron preparados para el análisis histológico y analizados con la ayuda de la luz polarizada. Solo en la dentina protegida con hidróxido de calcio se observo una estructura altamente birrefringente a la luz polarizada en el interior de los conductos radiculares. Este resultado sugiere que el efecto del hidróxido de calcio en la dentina es semejante al observado cuando en contacto con la pulpa dental. Pashley, estudiando el efecto del hidróxido de calcio en la permeabilidad dentinaria evidencio que ocurre aumento de la concentración de iones de calcio provenientes del hidróxido de calcio, en el interior de los conductos radiculares y este bloqueo físico causa la reducción de la permeabilidad dentinaria. Wakabayashi sirviéndose de la microscopia electrónica de barradura y de un microanalizador de dispersión de energía de rayos X

(EDX), evaluaron el mecanismo de calcificación distrofica inducida por el hidróxido de calcio en el tejido conjuntivo de la cámara auricular del conejo. Las interacciones entre microvasos y el hidróxido de calcio fueron observadas inmediatamente después de la aplicación y, continuamente por 14 semanas. Los resultados revelaron en las fases iniciales de la reacción del tejido la formación de una capa necrótica y calcificaciones vistas como precipitación rápida de cristales por neutralización y su rápido crecimiento en una barrera (calcificación distrofica). Observaron que el calcio y el fósforo adicionales se depositaron directamente sobre las partículas del precipitado. Se pudo constatar también que los precipitados de los especímenes de 24 horas no mostraron solo un pico de calcio, sino también débiles picos de fósforo, azufre y/o magnesio en las porciones fundidas entre los cristales, y surgieron que esos precipitados tendrían el potencial de inducir la calcificación distrofica del tejido, lo que está de acuerdo con los hallazgos de Holland. La difusión de iones hidroxilos a través de la dentina fue motivo de otros estudios. Tronstad analizó la difusión de iones de hidroxilos del hidróxido de calcio a través de los conductos radiculares y el posible aumento del pH en los tejidos. Veintisiete dientes incisivos superiores e inferiores de monos con rizogénesis incompleta y completa fueron utilizados. En 12 dientes, un instrumento endodóntico fue introducido por varias veces en el conducto radicular hasta el área apical, y los otros 15 dientes fueron extraídos, mantenidos secos por 1 hora y reimplantados. Pasadas 4 semanas, cuando la necrosis pulpar había ocurrido en todos los dientes, los conductos radiculares fueron instrumentados y rellenos con pasta de hidróxido de calcio y solución Ringer. Los grupos control se constituyeron de 8 dientes que no recibieron el tratamiento del conducto radicular y 5 dientes con pulpas vitales. Después de las extracciones de los dientes en los diferentes periodos, se determinó a través de indicadores de pH, el pH de los tejidos dentales después de la coloración de la pasta. Verificaron que los dientes reimplantados y no reimplantados con formaciones radiculares completas y tratamientos con pasta de hidróxido de calcio

mostraron valores de pH, en la dentina cerca de la pulpa, de 8,0 a 11,1 y, en la dentina periférica, de 7,4 a 9,6, en los dientes con formaciones radiculares incompletas, toda dentina mostro pH 8,0 a 10,0 y el cemento 6,4 a 7,0, ósea, no influenciado por el hidróxido de calcio. En las áreas de reabsorción en las superficies dentinarias expuestas se observo el pH alcalino entre 8,0 y 10,0. Los dientes no tratados y con necrosis pulpar presentaron pH 6,0 a 7,4 en la pulpa, dentina, cemento y ligamento periodontal. Ante los resultados, se puede concluir que la colocación de hidróxido de calcio en el conducto radicular podría **influnciar las áreas de reabsorción, imposibilitar la actividad osteoclastica y estimular el proceso de reparación**. La presencia de iones de calcio es necesaria para la actividad del sistema complemento en la reacción inmunológica, y la abundancia de iones de calcio activa y la ATPase (adenosintrifosfatasa) calcio dependiente, la cual está asociada a la formación del tejido duro. Nerwich estudio los cambios de pH en la dentina radicular de los dientes humanos extraídos, por periodo de tiempo de 4 semanas, después de la utilización del hidróxido de calcio como medicación intraconducto. Concluyeron que esta sustancia requiere de **1 a 7 días para alcanzar la dentina radicular externa y que, en el tercio cervical**, se observo valores más altos de pH cuando comparado con el tercio apical. La disociación iónica del hidróxido de calcio constituye un expresivo aspecto para su efectivo mecanismo de acción. De esa manera, se observa que las soluciones con hidróxido de calcio y detergente no favorecen una mayor disociación iónica que aquella preparada con agua destilada. Al considerar la importancia de la capacidad de penetración de las sustancias químicas en la intimidad de los conductos y en la ramificaciones dentinarias a fin de alcanzar y combatir los microorganismos, se tornan relevantes los estudios sobre la tensión superficial de sustancias preparadas con hidróxido de calcio, algunos vehículos bajan el pH de la pasta cuando se mezclan con el hidróxido de calcio, lo que parece no ser una significativa ventaja. Otros aspectos químicos importantes están relacionados a la calidad del hidróxido de

calcio, cuanto a la procedencia, lo que podría indicar ausencia de carbonato de calcio; y los aditivos, con vistas a la mejor radioopacidad de la pasta.

### **2.1.2 USO CLÍNICO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO**

El uso clínico del hidróxido de calcio ha ido en aumento de manera espectacular. Su empleo en diferentes casos endodónticos se debe, a los resultados obtenidos con su empleo en diferentes casos. Las investigaciones y publicaciones acerca de su potencial osteogénico son un aliciente para su aplicación clínica. Nos proponemos hacer una evaluación del hidróxido de calcio en diferentes casos clínicos, tratando de determinar hasta que grado es posible predecir el resultado favorable después de su uso en estos casos. También será analizado el problema de cuán indispensable es el hidróxido de calcio. Se recomienda el hidróxido de calcio para revestimientos pulpares y para pulpotomía, este medicamento es de elección para conservar la pulpa en la dentición permanente. Es un material fácil de encontrar que se mezcla rápidamente para formar una pasta. Se considera que la utilidad del hidróxido de calcio radica en sus propiedades físicas únicas. La sustancia ideal para el revestimiento pulpar presenta funciones directamente relacionadas con el bienestar del tejido, capaz de mantener un comportamiento biocompatible y, al mismo tiempo, permitir la perfecta neutralización ante los varios tipos agresores (térmicos, mecánicos y químicos). Potente acción mineralizadora del hidróxido de calcio en pulpas dentarias. En la reparación de la pulpa dentaria después de la pulpotomía y de la protección pulpar, en el momento en que el hidróxido de calcio entra en contacto directo con el tejido, ocurre la disociación en iones calcio e iones hidroxilo. Esos iones hidroxilo producen desnaturalización proteica, a causa de su elevado pH. La profundidad de esa actuación varía según el tipo de hidróxido de calcio utilizado en forma de polvo, y también en función del vehículo utilizado. En conjunto con esos iones hidroxilo, penetran los iones calcio que, en el límite entre el tejido desnaturalizado y

el tejido vivo, se precipitan en la forma de carbonato de calcio (reacción de los iones calcio con el dióxido de carbono del tejido), responsable por las granulaciones de carbonato de calcio, birrefringentes a la luz polarizada. Se observó el surgimiento de granulaciones de carbonato de calcio. Seguramente la búsqueda de nuevas alternativas para el tratamiento pulpar es una constante en el mundo científico, necesaria y llena de bien sucedidas expectativas, el hidróxido de calcio también sigue siendo el material elegido para la protección pulpar. La literatura presenta diferentes formulas de cremas a base de hidróxido de calcio:

Crema sugerida por Holland, con la siguiente composición: hidróxido de calcio químicamente puro (5g), propilenoglicol (vehículo que permite pequeña solubilidad y lenta liberación de iones) (5ml) y óxido de zinc químicamente puro (es radioopaco y disminuye la velocidad de reabsorción de la crema) (2g);

Crema propuesta por Leonardo, compuesta por hidróxido de calcio proanálisis (2.5g), sulfato de bario (0.05g), colofonia (0.05g) y propilenociclo 400 (1.75ml);

Pasta preconizada por Lopes, que se encuentra en el mercado con el nombre comercial de la pasta (polvo y líquido – marca HERPO), que tiene la composición del polvo 2g de hidróxido de calcio P.A, 1g de carbonato de bismuto (inerte, no altera el pH de la crema, y le proporciona buena fluidez y óptima radioopacidad) y 0.05 g de colofonia (resina vegetal que le da deslizamiento, adhesividad, cuerpo y endurecimiento a la crema de obturación). El líquido es aceite de oliva puro (biodegradable, insoluble en agua, actúa en el crecimiento y en la mineralización ósea y produce una liberación más lenta de los iones calcio e hidroxilo).

El hidróxido de calcio tiene diversas finalidades: facilitar su uso clínico, mantener sus propiedades biológicas (pH elevado, disociación iónica), mejorar su fluidez, incrementar la radioopacidad, el vehículo ideal debe:

1. Permitir una disociación lenta y gradual de los iones calcio e hidroxilo.
2. Permitir una liberación lenta en los tejidos, con una solubilidad baja en sus fluidos.



3. No tener un efecto adverso en su acción de favorecer la aposición de tejidos calcificados.

El hidróxido de calcio se utiliza mezclado con tres tipos principales de vehículos:

1. *Acuosos*. El más usado es el agua, aunque también se ha empleado solución salina, solución de metilcelulosa, anestésicos y otras soluciones acuosas. Esta forma de preparación permite una liberación rápida de iones, solubilizándose con relativa rapidez en los tejidos y siendo reabsorbido por los macrófagos.
2. *Viscosos*. Se han empleado glicerina, polietilenglicol y propilenglicol con el objetivo de disminuir la solubilidad de la pasta y prolongar la liberación iónica. Aunque se demostró en un estudio de Safavi, que el uso de vehículos no – acuosos (glicerina – propilenglicol) pueden impedir la efectividad del hidróxido de calcio. Ellos concluyen que las altas concentraciones de glicerina, reducen la conductividad de la solución de hidróxido de calcio al disminuir la concentración de las sustancias ionizadas en dicha solución. Al reducirse la cantidad de iones hidroxilos, el hidróxido de calcio, pierde su efectividad antimicrobiana, que se piensa esta principalmente basada en el aumento del pH.
3. *Aceites*. Se han usado aceite de oliva, de silicona y diversos ácidos grasos, como el oleico y el linoleico, para retardar aun más la liberación iónica y permitir esta acción en el interior de los conductos radiculares durante periodos prolongados de tiempo sin necesidad de renovar la medicación.

Recientemente se han presentado unos conos de gutapercha que incorporan hidróxido de calcio en su composición, para ser utilizadas con mayor comodidad como medicación temporal. Economides y cols evaluaron la liberación de iones hidroxilo a partir de las mismas, mediante la determinación del pH, hallando que era significativamente inferior al conseguido mediante un preparado acuoso de hidróxido de calcio. Por este motivo, se siguen prefiriendo estos últimos preparados como medicación intraconducto.

### **2.1.3 TRATAMIENTO DE LA PULPA DENTARIA**

El tratamiento conservador de la pulpa dentaria inflamada abarca la protección pulpar directa, el raspado pulpar y la pulpotomía. La protección pulpar directa es indicada en las situaciones clínicas de exposición pulpar accidental causada por la preparación cavitaria, cuando el tejido pulpar se presenta en condiciones de salud o sea de "pulpa sana". El raspado pulpar es una conducta clínica que puede ser indicada para situaciones de exposiciones pulpares accidentales (fracturas coronarias), o exposiciones en que había remanentes de dentina cariada (exposición pulpar por caries). El raspado pulpar, aunque tenga su indicación para casos donde se pone en duda el estado sano de la última capa de dentina que recubre la pulpa dentaria, algunas lesiones pueden estar presentes en áreas no alcanzadas por las maniobras quirúrgicas, y, siendo así, la retirada de la pulpa coronaria en la pulpotomía posibilitaría mayor posibilidad de éxito. Los resultados mostraron que la técnica de la pulpotomía conduce a mayor porcentaje de éxito en el tratamiento conservador de la pulpa inflamada. Consideraciones favorables para la técnica de la pulpotomía, la aplicación de hidróxido de calcio, determina la ocurrencia de resultados histopatológicos más favorables. Mediante las consideraciones mencionadas, se observa que en la duda de la precisión al determinarse la extensión del proceso inflamatorio la conducta clínica más coherente y mejor aplicada es la pulpotomía. Ante los casos indicados para la realización de la protección directa de la pulpa dentaria durante exposiciones accidentales en las preparaciones cavitarias también se puede optar por el raspado pulpar del área de exposición accidental, incluyendo los traumatismos coronarios. Es fundamental la correcta ejecución técnica, como la perfecta selección del revestimiento biológico pulpar. La determinación del éxito clínico alcanzado en el tratamiento conservador no debe estar basada exclusivamente en la formación de la barrera mineralizada, sino, además de la ausencia clínica de sintomatología, se debe observar la integridad del espacio del ligamento periodontal. Caso haya oportunidad de respuesta, el análisis de

vitalidad pulpar debe ser positivo. La protección directa de la pulpa dentaria con fragmentos de dentina lleva a gran margen de fracaso, y la presencia de fragmentos en la superficie de la pulpa dentaria durante la protección directa con hidróxido de calcio puede impedir la ocurrencia de reparación ideal con la presencia de proceso inflamatorio de diferentes intensidades.

#### **2.1.4 TRATAMIENTO INDIRECTO DE LA PULPA DENTARIA**

El tratamiento indirecto de la pulpa es una técnica que pretende evitar la exposición de la pulpa en el tratamiento de dientes con lesiones cariadas profundas que no presentan ningún signo clínico de enfermedad periapical ni degeneración pulpar. Este procedimiento hace que el diente aproveche los mecanismos naturales de protección de la pulpa frente a la caries. Se basa en la presunta existencia de una zona de dentina desmineralizada afectada entre la capa externa de la dentina infectada y la pulpa. Cuando se elimina la dentina infectada, la dentina afectada puede remineralizarse y los odontoblastos forman dentina reparadora, evitando así la exposición de la pulpa. Autores, han observado que la mayoría de los microorganismos desaparecen tras extirpar la dentina blanda, aunque la incidencia de contaminación bacteriana en este estudio fue mayor en los dientes primarios que en los permanentes; sin embargo, algunos túbulos de la dentina todavía contenían un pequeño número de bacterias. En el tratamiento indirecto de la pulpa, se extirpan las capas externas de la dentina cariada. Por tanto, se eliminan la mayoría de las bacterias que contaminan la lesión. Después de sellar la lesión, se extirpa también el sustrato sobre el que actúan las bacterias para producir ácido. La exposición de la pulpa se produce cuando la caries avanza con mayor rapidez que el mecanismo reparador de la misma. Cuando se detiene el avance de la caries, el mecanismo de reparación es capaz de depositar una capa adicional de dentina y evitar la exposición de la pulpa. Aunque la dentina cariada que se deja en el diente es probable que contenga una cierta cantidad de bacterias, el número de microorganismos disminuye

considerablemente cuando se cubre dicha capa de dentina con hidróxido de calcio. Al extirpar la zona cariada, se produjo la exposición de la pulpa en el 75% de los dientes. Se ha demostrado que el tratamiento indirecto de la pulpa es una técnica muy útil si se seleccionan correctamente los casos. Diversos informes muestran que el índice de éxitos es del 74 – 99%.

#### **2.1.4.1 Técnica del tratamiento indirecto de la pulpa dentaria**

El tratamiento indirecto de la pulpa se utiliza cuando se considera que la inflamación pulpar es mínima y que es probable que la extirpación completa de la caries produzca la exposición de la pulpa. Es preciso llevar a cabo un diagnóstico cuidadoso del estado de la pulpa antes de comenzar el tratamiento. Se anestesia el diente y así se aísla con un dique de goma. Se extirpa la totalidad de la caries, excepto la que cubre inmediatamente la pulpa. Hay que eliminar cuidadosamente toda la caries en la unión cemento-esmalte. Es preciso tomar precauciones durante la extirpación de la caries para evitar la exposición de la pulpa. El uso de una fresa redonda de gran tamaño es la medida más recomendable para extirpar la caries. El uso del excariador de cuchara durante el abordaje de la pulpa puede provocar la exposición de la misma al extirpar un gran segmento de tejido cariado. Si se utiliza con prudencia, el excariador de cuchara no está contraindicado para extirpar las caries en las proximidades de la unión cemento-esmalte. No se extirpa todo el esmalte socavado, dado que ayudara a retener la obturación provisional. Una vez extirpada toda la caries, salvo la que recubre la pulpa, se aplica hidróxido de calcio sobre la dentina cariada remanente y las áreas de socavamiento profundo. A continuación se puede sellar el diente. Cuando esta extirpación preliminar de la caries tiene éxito, la inflamación se resuelve y el depósito de dentina reparadora bajo la caries permite la posterior erradicación de la caries remanente sin exposición de la pulpa. El compuesto que se utiliza en el tratamiento indirecto de la pulpa puede ser hidróxido de calcio. Tras extirpar las caries remanente, se puede proceder

a la restauración definitiva del diente. Es indispensable realizar el procedimiento habitual de protección de la pulpa con una base adecuada antes de aplicar las restauraciones permanentes.

### **2.1.5 RECUBRIMIENTO PULPAR**

Consiste en colocar una medicación de hidróxido de calcio en contacto directo sobre la pulpa expuesta. Esta indicado cuando la exposición es pequeña, reciente (menos de 24 horas), en un diente permanente inmaduro, aunque también puede realizarse en un diente maduro que será restaurado con una obturación simple. La lesión es pequeña y es tratada poco tiempo después; si la lesión es mayor habrá que suponer que el tejido dañado es mayor. Si la herida pulpar está contaminada y si se han introducido cuerpo extraños en el tejido lesionado, provocando una inflamación. La ventaja del recubrimiento pulpar es doble: por un lado, la restauración final puede hacerse en la misma visita de urgencia y en segundo lugar, al quedar tejido vivo en la parte coronaria, nos facilita hacer las pruebas pulpares posteriores. Es recomendable ver al paciente periódicamente a los 3, 6 y 12 meses. El pronóstico puede ser de un 80% de éxitos, dependiendo de la habilidad del hidróxido de calcio, sobre todo que el sellado con el material compuesto impida la entrada de bacterias.

#### **2.1.5.1 Agentes de recubrimiento pulpar**

Como agentes de recubrimiento pulpar se han utilizado numerosos fármacos y materiales. Se han utilizado materiales, medicamentos antiinflamatorios, antibióticos y enzimas como agentes de recubrimiento pulpar, pero se suele aceptar que el hidróxido de calcio es el material de recubrimiento pulpar de elección.

#### **2.1.5.2 Técnica del recubrimiento pulpar**

Anestesia y aislamiento con dique de goma. Se lava la superficie fracturada con solución salina. Y se seca con un algodón estéril. Cuando la hemorragia se ha detenido, la pulpa expuesta se recubre con una

medicación de hidróxido de calcio. Este se mezcla con agua y se coloca de manera cuidadosa sobre la pulpa expuesta. Se retira el exceso de las paredes laterales. La dentina expuesta también será recubierta con una capa de ionómero de vidrio como base protectora para la restauración. El esmalte se graba y se reconstruye con un compuesto que impida la microfiltración, verificando la oclusión.

### **2.1.6 RASPADO PULPAR**

El raspado pulpar se indica en exposiciones pulpares, que por su pequeña extensión no se justifica realizar la pulpotomía, pero en razón del tiempo transcurrido entre el momento del accidente y la búsqueda del tratamiento, contraindica el recubrimiento directo, o sea, sobrepasa el tiempo recomendado. Consiste inicialmente en la ampliación del área expuesta con una fresa diamantada esférica bajo refrigeración agua/aire. Enseguida, se remueve el tejido pulpar con curetas afiladas, a 2 mm por encima libre de infección. Después de la hemostasis mediante irrigación inicial con suero fisiológico, seguida de solución de hidróxido de calcio, se seca el área con mechas de algodón. Esta maniobra tiene por finalidad exponer tejido pulpar sano para después proceder a la colocación de pasta de hidróxido de calcio.

#### **2.1.6.1 Técnica del raspado pulpar**

Los procedimientos técnicos del raspado pulpar comienzan con una perfecta y eficiente anestesia. A continuación, se realiza el aislamiento absoluto, irrigando abundantemente la cavidad expuesta con solución fisiológica o agua de cal, secándola con mechas de algodón esterilizado. Posteriormente se corta parte del tejido pulpar y, de preferencia, con curetas muy afiladas. En algunas situaciones, el raspado de esta pequeña parte de tejido expuesto con curetas se torna difícil, lo que establece la necesidad de uso de fresas esféricas, refrigeradas y en alta rotación, seguido de abundante irrigación con solución fisiológica. Esta técnica es muy común cuando hay fractura con pequeña exposición en que será

realizado el pegado del fragmento fracturado. Después de estas maniobras, se debe aplicar sobre la cavidad expuesta por 5 minutos una mecha de algodón embebida corticoesteroide – antibiótico. A continuación, se procede con el secado de la cavidad con una mecha de algodón esterilizado y se coloca el hidróxido de calcio, con una segunda delgada capa de cemento de hidróxido de calcio. Después de estos procedimientos, colocamos una capa de ionomero de vidrio como base protectora se realiza la restauración del diente, de preferencia, en la misma sesión. Aunque conscientes de que los fragmentos de dentina puedan producir diminutas calcificaciones, en las condiciones expuestas durante la ejecución técnica del raspado pulpar, se torna oportuno, algunas veces, el uso de fresas esféricas.

### **2.1.7 PULPOTOMIA**

La pulpotomía es uno de los métodos conservadores más ampliamente utilizado en la terapia pulpar de dientes deciduos, también en piezas permanentes y consiste en remover totalmente la pulpa coronaria, con la subsiguiente protección de los filetes radiculares remanentes. A pesar de ser un procedimiento que se realiza desde hace más de un siglo, todavía causa muchas controversias y discusiones. Esta técnica se indica en dientes deciduos con exposición pulpar extensa, que ocurrió durante la retirada del tejido cariado, en lesiones cariosas profundas de dentina. Los dientes no deben presentar fistulas, movilidad, edema, alteración de color, ni lesiones periapicales e interradiculares. En el transoperatorio, deben evaluarse los indicios clínicos como sangradura de coloración normal, la consistencia tisular en el momento de la amputación y la facilidad de hemostasis. Se comprende entonces, que la pulpotomía se indica cuando el proceso inflamatorio se limita a la pulpa coronaria y cuando la pulpa radicular aun tiene posibilidad de establecer la reparación. La lesión de caries se constituye en factor de irritación, provocando, en la pulpa, un proceso inflamatorio y posteriormente una alteración degenerativa. En las zonas profundas se observa un área de inflamación aguda y crónica. Sin

un tratamiento adecuado, la degeneración avanza hasta alcanzar los tejidos periapicales. Por medio de la pulpotomía, se intenta remover con margen de seguridad todo el tejido en degeneración. Si la degeneración tisular ya hubiese llegado a la pulpa radicular, lo que se verifica por medio de las características clínicas de la pulpa, este procedimiento ya no es el indicado, siendo necesario entonces realizar la pulpectomía. Por lo tanto, el diagnóstico correcto del estado inflamatorio pulpar, definido en la fase transoperatoria es fundamental para el éxito de esa terapia pulpar conservadora.

#### **2.1.7.1 Pulpotomía con hidróxido de calcio**

La pulpotomía con hidróxido de calcio gozó de gran favor en la década de 1940 y hasta mediados de 1950 porque se creía que era un material más aceptable desde el punto de vista biológico, que conservaba la vitalidad pulpar y favorecía la formación de un puente de dentina reparadora. La técnica de pulpotomía ideal sería aquella que mantuviese la pulpa radicular vital y compatible con la normalidad, completamente protegida por tejido mineralizado. La pulpotomía con hidróxido de calcio puede considerarse un tratamiento realmente biológico, pues estimula la reparación del tejido pulpar remanente, sin efectos tóxicos, mutagénicos ni carcinogénicos. Al ser colocado en contacto directo con el tejido pulpar, el hidróxido de calcio promueve desnaturalización proteica superficial. Reaccionando con el gas carbónico del tejido, se produce precipitación de granulaciones gruesas y superficiales de carbonato de calcio. Esas granulaciones estimulan el tejido pulpar a depositar granulaciones de sales de calcio más finas y más profundas. Se observa la instalación de un proceso inflamatorio moderado, seguido de migración y proliferación de células pulpares para la zona adyacente al área de necrosis. Después de cuatro días, ya se observan los focos de mineralización en la zona más profunda de la necrosis, que coalescen hasta formar una calcificación homogénea en contacto con el tejido vital. En un mes, este tejido forma una barrera mineralizada con la parte interna similar a la predentina e



incluso con la presencia de células adyacentes. Después de tres meses, el tejido ya tiene características dentinoides, con lóbulos irregulares y nuevos odontoblastos que lo marginan después de la protección con hidróxido de calcio. A pesar del elevado índice de éxito del hidróxido de calcio en pulpotomias ejecutadas en **dientes permanentes** humanos, como también se experimentó en dientes deciduos, en el mundo lo utilizan habitualmente en dientes deciduos. Sin embargo, es el medicamento de elección. No se encontró ninguna explicación para que el hidróxido de calcio fuese contraindicado. Las respuestas pulpares no dependen solamente del medicamento utilizado, sino de la situación inflamatoria crónica de la pulpa. Los pasos clínicos de la técnica de pulpotomía con hidróxido de calcio deben ejecutarse con mucha cautela, pues son fundamentales para el éxito de la terapia. Para garantizar que la terapia pulpar tenga éxito, es necesario un sellado coronario adecuado, que impida la contaminación del tejido pulpar sometido al tratamiento.

#### **2.1.7.2 Técnica de la pulpotomía**

La pulpotomía se encuadra en el tratamiento conservador, siendo su objetivo la total retirada de la pulpa coronaria viva, sana o inflamada, manteniéndose viable la porción radicular. La secuencia de la técnica se describe en tópicos.

1. Anestesia, aislamiento absoluto y antisepsia del campo operatorio;
2. Abertura coronaria, con completa retirada del techo de la cámara pulpar;
3. Retirada de la pulpa coronaria con curetas muy afiladas y de cable largo;
4. Abundante irrigación-aspiración de la cámara pulpar con solución fisiológica;
5. Descompresión pulpar por 5 minutos;
6. Irrigación/aspiración con solución fisiológica, secado con mecha de algodón esterilizado y examen de la superficie del remanente pulpar, que deberá presentar las características ya mencionadas;

7. Se coloca con suave presión sobre el remanente pulpar, la pasta de hidróxido de calcio con solución fisiológica, en fina capa, adaptada con una mecha de algodón esterilizado. Se retira el exceso de la pasta de las paredes laterales y se coloca sobre este revestimiento biológico una segunda capa de cemento de hidróxido de calcio, con la final de protegerlo.
8. A continuación, se pone el ionómero de vidrio como base protectora para la restauración y se realiza directamente el sellado coronario, verificando la oclusión.

Se realiza la pulpotomía en sesión única. Mantener cuidados. Se alcanza un mayor índice de éxito cuando la pulpotomía se realiza correctamente. El tratamiento conservador debe ser considerado definitivo y no provisional. El perfecto sellado coronario es fundamental para el éxito de todo procedimiento endodóntico.

## **2.2 ELABORACIÓN DE HIPOTESIS**

Aplicando el hidróxido de calcio sobre la pulpa vital conseguiríamos que esta llegue a ser estimulada, reparada evitando la necrosis y extirpación de la pulpa dental.

## **2.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.**

De las hipótesis son:

**Independiente:** La utilización del hidróxido de calcio químicamente puro en el tratamiento de la pulpa dental expuesta.

**Dependiente:** Determinar un método con la finalidad de evitar la extirpación pulpar y mantener a las piezas dentales en un estado funcional

**Interviniente:** Signos y síntomas de la pulpa dental expuesta.

## 2.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	ITEMS
<b>HIDROXIDO DE CALCIO</b>	<p>El hidróxido de calcio es un polvo fino, blanco; es la medicación intraconducto mas utilizada, es ampliamente usado en Endodoncia por sus propiedades. Obtenido a partir de la calcinación del carbonato de calcio hasta su transformación en oxido de calcio (cal viva). Constituye a una base fuerte (pH 12.6).</p>	<p>Capacidad de alterar el pH del medio donde es colocado, lo cual aumenta su efecto bactericida.</p> <p>Capacidad inductora en la formación de tejidos calcificados.</p>	<p>Regenerador de dentina.</p> <p>Excelente protector pulpar.</p> <p>Elimina eficazmente los microorganismos de los conductos radiculares.</p>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<p>La exposición pulpar se da por caries, accidentes durante la preparación de una cavidad o aún como el resultado de una fractura de dientes.</p>	<p>Se debe recubrir con un material de protección pulpar el cual estimula la formación de un puente de dentina reparadora.</p>	<p>Antes de realizar la protección del complejo dentinopulpar se debe realizar el correcto y preciso diagnóstico clínico.</p>
<b>EXPOSICION PULPAR</b>			

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN**

Facultad Piloto de Odontología

#### **3.2 PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN**

Periodo lectivo 2011- 2012

#### **3.3 RECURSOS EMPLEADOS**

##### **3.3.1 Recursos Humanos**

Investigador : Johanna Elizabeth Gómez Vega

Tutor: Dr. Carlos Echeverría Bonilla

Paciente: Cristóbal Pacheco

##### **3.3.2 Recursos materiales**

Historias clínicas, radiografías y fotos. Sillón odontológico, guantes, mascarilla, lentes de protección, babero, campo operatorio, micro motor, liquido revelador, tartrotomos, cepillo y pasta profiláctica, enjuague bucal, loseta de vidrio, suero fisiológico, pieza de mano, fresa redonda, fresa cilíndrica, fresa troncocónica, espejo bucal, explorador, pinza algodонера, agujas cortas, jeringa, carpule, tubos anestésicos, hipoclorito de sodio, hidróxido de calcio químicamente puro, cemento endodontico, limas k primera y segunda serie, espaciadores, condensadores, equipo de rx, clamp, porta clamps, perforador de dique, dique de goma, arco de Young, conos de papel, conos de gutapercha, mechero, alcohol, historias clínicas, radiografías, libros, journals, folletos y fotos

#### **3.4 UNIVERSO Y MUESTRA**

La presente investigación no cuenta con un universo y muestra pero si con la presentación de un caso realizado correctamente. Está investigación se basa en el análisis de los 5 casos clínicos como requerimiento para la obtención del título de Odontólogo de los cuales se escogió el caso de Endodoncia a fin de evitar la extirpación pulpar

beneficiando al paciente con la permanencia de sus piezas dentales en un estado funcional.

### **3.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación es de tipo bibliográfica y descriptiva que busca ayudar a la reparación en la exposición pulpar directa empleando hidróxido de calcio químicamente puro, conociendo sus características químicas, usos y beneficios. Es de tipo cualitativo ya que describe y enfatiza las características empleadas en el tratamiento endodóntico, el cual es necesario para mantener las piezas dentales en el estado completo de sus funciones.

### **3.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

En el desarrollo de esta investigación se empleó el método teórico y práctico ya que lo realizamos en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología haciendo un diagnóstico previo y haciendo uso de las correctas técnicas que se deben aplicar en el tratamiento endodóntico, observando la eficacia que hubo en dicho tratamiento.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

Acerca del presente trabajo aquí expuesto sobre la reparación de la exposición pulpar directa utilizando hidróxido de calcio químicamente puro, hemos llegado a la conclusión que el hidróxido de calcio es un material altamente empleado en la actualidad como protector pulpar, ya que posee grandes beneficios dado a su alto porcentaje de alcalinidad; inhibiendo la reproducción microbiana, es de muy fácil adquisición, fácil modo de empleo, de un costo accesible; dentro de estos beneficios encontramos que no es una sustancia toxica; una serie de investigaciones han determinado que es una sustancia bio-compatible con el organismo y dentro de sus mayores cualidades encontramos que el hidróxido de calcio NO es cancerígeno. Dentro de sus diversas utilidades odontológicas es empleado en recubrimientos pulpares directos e indirectos, siendo eficaz en su misión de mantener la vitalidad pulpar formando un puente dentinario el cual servirá de barrera ante microorganismos patógenos ya que el hidróxido de calcio ejerce su efecto controlador, evitando la contaminación pulpar y la extirpación de la misma. El hidróxido de calcio es una sustancia de suma importancia ya que ejerce una estimulación mayor en la reparación del tejido dentinario, logrando una disminución de las patologías periapicales asegurándonos de esta forma éxitos en primer lugar en el mantenimiento de la integridad pulpar; aunque si llegase a existir muerte pulpar sería de gran ayuda al posterior tratamiento que tiene como fin mantener el estado funcional de las piezas dentarias. En mi humilde opinión es indiscutible que el hidróxido de calcio ocupa un lugar preponderante en la medicación tópica de la pulpa dentaria en sus diversos tratamientos, los cuales nos permitirán obtener resultados predecibles y satisfactorios.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Después de haber estudiado y analizado las cualidades y beneficios del hidróxido de calcio en exposiciones pulpares no cabe duda que debo recomendar su utilización ya que este elemento cumple diferentes funciones que lo hacen el material de elección. Dentro de estas debo mencionar que es un material biológico, no mutagenico, de fácil adquisición, poca toxicidad y de bajo valor comercial. Se ha propuesto diferentes combinaciones de diversos elementos para mezclarse con el hidróxido de calcio, debo decir que encontrado mezclas que facilitan su traslado e introducción como los aceites y glicerina mas también debo decir que estos elementos no son los ideales para el tratamiento adecuado ya que no permiten que el hidróxido de calcio desprendan los iones hidroxilos disminuyendo su acción terapéutica, por lo tanto la recomendación de mezclas que sugeriría por sus cualidades benéficas es con elementos líquidos como agua estéril o anestésicos elementos disponibles en todo consultorio dental, la mezcla con hipoclorito de sodio tampoco la recomendaría por las cualidades que contiene el hipoclorito de destruir tejidos orgánicos mas tiene efectividad adicional a la del agua, en los casos que haya que realizar extirpaciones totales de la pulpa ya sean conductos con elementos patógenos rebeldes. Así también debo dejar constancia de que los estudiantes de nuestra facultad por ningún motivo deberían utilizar el formocresol en ningún tratamiento de pulpas expuestas y necrosadas ya que está comprobado por múltiples investigadores la toxicidad y acción mutagenica que este elemento produciría en nuestros pacientes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Antonio Rodríguez Ponce 2003; Endodoncia Consideraciones actuales; actualidades medicas odontológicas latinoamericana 1ra edición AMOLCA; pág. 141-146, pág. 227- 233.
2. Carlos Canalda Sahli y Esteban Brau Aguade2001; Técnicas clínicas y bases científicas; Barcelona España; 1ra edición, editorial masson pág. 186-189
3. Carlos Estrela2005; Ciencia Endodóntica 1ra edición, editora Artes Medicas Ltda. pág. 457-523
4. Dr. John Ingle y Dr. Edward Beveridge1983; Endodoncia, 2da edición. pag.730 - 732.
5. Dr. H.J. Van Hassel 1980; Clínicas Odontológicas de Norteamérica, Endodoncia. Nueva editorial Interamericana, S.A. de CV. Volumen 4/1979
6. Dr. Seymour Oliet1974. Clínicas Odontológicas de Norteamérica, Endodoncia. Edición en español, Nueva editorial Interamericana, S.A. de CV.
7. Enrique Basrani1999; Endodoncia integrada 1ra edición, cap. 10 pág. 269-275
8. F.J.Hartis1984; Endodoncia en la práctica clínica, 2da edición manual moderna. Editorial El manual moderno, SA de CV; pág. 260-262.
9. José Soares Y Fernando Golberd2002; Endodoncia técnica y fundamentos; editorial medica panamericana pág. 133-138 pág. 218
10. Journal of Endodontics1996. Official Journal of American Association of Endodontists.Edición en español. Volumen 2 numero 4 ; Pág. 50- 54 y 60 – 68
11. Seltzer S, Bender IB 1987: Recubrimiento pulpar y pulpotomía. En: Seltzer S, Bender IB.La pulpa dental. Consideraciones biológicas en los procedimientos odontológicos. 3ra ed. Editorial El Manual Moderno. México, pág. 265-284.



12. Stephen Cohen y Richard Burns 1999; Vías de la pulpa; 7ma edición  
pág. 698 - 705
13. **Condiciones favorables para el éxito del recubrimiento pulpar directo**; disponible en:  
[http://www.odontologiaonline.com/verarticulo/recubrimiento\\_pulpar.html](http://www.odontologiaonline.com/verarticulo/recubrimiento_pulpar.html); (consulta: 12 de mayo del 2012).
14. **Hidróxido de Calcio**, 2005; disponible en:  
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2005197/capitulos/cap5/593.html>; (consulta: 14 de mayo 2012).
15. **Pulpotomía**; disponible en:  
[http://www.uvmnet.edu/investigacion/episteme/numero2-05/colaboracion/a\\_mineral.asp](http://www.uvmnet.edu/investigacion/episteme/numero2-05/colaboracion/a_mineral.asp); (consulta: 14 de mayo del 2012).
16. **Recubrimiento pulpar directo**; disponible en:  
[http://www.tuotromedico.com/odontologia/recubrimiento\\_directo.htm#1](http://www.tuotromedico.com/odontologia/recubrimiento_directo.htm#1); (consulta: 06 de mayo del 2012).
17. **Recubrimiento pulpar (directo e indirecto)**, 2011; disponible en:  
<http://www.odontomagazine.com.br/es/2011/09/20/hidr%C3%B3xido-de-calcio-para-el-uso-de-endodoncia/>; (consulta: 08 de mayo del 2012)
18. **Técnica del Recubrimiento Pulpar**; disponible en:  
[http://www.uvmnet.edu/investigacion/episteme/numero8y9-06/colaboracion/a\\_recubre.asp](http://www.uvmnet.edu/investigacion/episteme/numero8y9-06/colaboracion/a_recubre.asp); (consulta: 08 de mayo del 2012).
19. **Terapias endodónticas empleadas en dientes permanentes incompletamente formados**; disponible en:  
[http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_46.htm](http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_46.htm). ( consulta: 05 de mayo del 2012)
20. **Terapia Pulpar** 2011; disponible en:  
<http://www.actaodontologica.com/ediciones/2011/1/art14.asp>;  
(consulta: 05 de mayo del 2012).

## **ANEXOS**



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

ESPECIE VALORADA

SERIE U-B N:

Guayaquil, 29 de marzo del 2012

Doctor  
Washington Escudero Doltz  
**DECANO DE LA FACULTAD PILOTO DE ODONTOLOGIA**  
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Yo, **Johana Gómez Vega**, con C.I. 0704507623 estudiante del **Quinto año** Paralelo **6**, de la carrera de Odontología, solicito a usted me designe Tutor Académico para poder realizar el TRABAJO DE GRADUACION, previo a la obtención del Título de Odontólogo, en la materia de Edodoncia.

Por la atención que se sirva dar a la presente, quedo de usted muy agradecida.

Atentamente,

Johana Gómez Vega  
C.I. 0704507623

Se le ha asignado al Dr.(a) Carlo Echevarría, para que colabore con usted en la realización de su trabajo final.

Dr. Washington Escudero Doltz  
DECANO

C9-N° 000045534



\$ 1,20

UN dólar Americano CON  
VEINTE Centavos  
24) > ) \* < ( ) %

# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

ESPECIE VALORADA 12 - 27006

SERIE U-B N:

NOMBRES: 0704507623

GÓMEZ VEGA JOHANNA ELIZABETH

FACULTAD: 1002

17/04/2012 11:32:25

Guayaquil, 10 de mayo del 2012

Doctor  
Washington Escudero Doltz  
DECANO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
Ciudad:

De mi consideración:

Yo, **Gómez Vega Johanna Elizabeth** con C.I. N° 0704507623, alumno de Quinto año Paralelo N° 5 período lectivo 2011-2012, presento para su consideración el tema del trabajo de Graduación.

**"Reparación de la exposición pulpar utilizando hidróxido de calcio químicamente puro."**

**OBJETIVO GENERAL:** Determinar el efecto del hidróxido de calcio químicamente puro en la reparación de la exposición pulpar.

**JUSTIFICACIÓN:** Este trabajo es hecho con la finalidad de evitar así la extracción pulpar conociendo que en nuestro medio muchas veces no existe la posibilidad de realizar una endodoncia de manera correcta debido a los altos costos de los equipos necesarios beneficiando al paciente con la permanencia de sus piezas dentales en un estado funcional.

Agradezco de antemano la atención a la presente solicitud.

  
Gómez Vega Johanna Elizabeth  
C.I. N° 0704507623

*Revisado  
10 mayo 11/2012  
11:02  
J. Vera*

  
Dr. Carlos Echeverría  
TUTOR ACADÉMICO

C9-N° 0082510