PROTECCION DEL COMPLEJO DENTINOPULPAR

Dra. Marcela Revilla: Postgraduante de la
Especialidad en Odontología Restauradora y Estética.
Universidad Mayor de San Simón.

Norma Paz Méndez, Ph.D. : Docente de la
Especialidad en Odontología Restauradora y Estética.
Universidad Mayor de San Simón.

Juan Carlos Castañeda, Ph.D.: Docente de la
Especialidad en Odontología Restauradora y Estética.
Universidad Mayor de San Simón.

RESUMEN

El presente estudio está dirigido a realizar un enfoque objetivo del manejo del complejo dentino-pulpar durante los procedimientos de restauración, haciendo un abordaje de los aspectos relacionados con la estructura de la dentina y la pulpa; los materiales utilizados como agentes de protección pulpar disponibles en la actualidad, y su interacción con el sustrato dentario sobre el que se los coloca según sea el caso clínico; tomando en cuenta los últimos avances en cuánto a los conceptos sobre protección dentino-pulpar basados en evidencias científicas, y así comprender los límites biológicos sobre los que trabajamos a diario.

La recopilación científica se abordará a través del capítulo I donde se consideran las generalidades del trabajo, en el capítulo II se aplicará la revisión literaria logrando el sustento teórico, y en el capítulo III se encuentra la parte central del estudio conteniendo la discusión, conclusiones y recomendaciones.

De esta manera a la conclusión del misma, el lector obtendrá una guía actualizada referente a los procedimientos correctos, la selección de las técnicas y materiales adecuados para la praxis de la protección dentino-pulpar, considerando los últimos avances.

PALABRAS CLAVE: complejo dentino-pulpar, hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, Agregado Trióxido Mineral (MTA), proteínas morfogenéticas.

ABSTRACT

This study makes an approach in the handling dental pulp complex during the restoration procedures, doing an explanation of the established aspects about dentine and pulp structure; materials used as protection pulp agents available at the present time, and their interaction with the dental substrate where they are placed according the clinical case; in order to acquire new knowledge in the last advances into the topics about pulp and dentin protection, based on scientific evidences, to make an understanding of biologic limitations over we work daily.

It will give information, going through chapter I. where are placed the introductory topics of the study, in chapter II the literary revision was applied by obtaining the theoretical sustenance, and chapter III the central part of the study contains the discussion, conclusions and recommendations.

So this way the reader will obtains an updated guide referring to the correct procedures, in the selection of techniques and materials adapted for the clinical practice of the dentin- pulp protection, considering the last advances.

KEY WORDS:

Pulpo-dentin complex, calcium hydroxide, glass ionomer cement, Mineral Trioxide Aggregate (MTA), bone morphogenetic proteins.

Introducción

La protección dentino-pulpar constituye la base para estimar el pronóstico de las reacciones pulpares frente a los distintos procedimientos de obturación con materiales estéticos tan usados hoy en día. Las investigaciones realizadas sobre la biología celular y molecular han aportado aspectos relevantes sobre la histofisiología y patología pulpar, cuyo conocimiento posibilita una mayor comprensión de la dinámica que se produce entre el material protector elegido y la respuesta orgánica pulpar. La contribución de estos avances técnico científicos es determinante en el aumento del porcentaje de éxito durante los procedimientos de tratamientos sobre todo conservadores de las pulpas dentarias, ya sea que estén sanas o afectadas por algún proceso inflamatorio.

Paralelamente la aparición de nuevos materiales de restauración, como son las resinas compuestas, y su constante desarrollo y perfeccionamiento; ha dado lugar a transformaciones conceptuales en el uso de algunos materiales como protectores pulpares que en años anteriores era impensable colocarlos directamente sobre la pulpa dentaria, manteniéndose algunos otros conceptos como el uso del hidróxido de calcio que hasta ahora no ha sido superado como agente estimulador en la formación de dentina.

Basados en la evidencia que han aportado las recientes investigaciones no se puede negar la mayor o menor influencia agresiva de los materiales sobre la pulpa, ya sean protectores o restauradores, sumados a un efecto acumulativo cuando tomamos en consideración la agresión producida por los microorganismos presentes en las lesiones cariosas, o la que se produce durante la misma preparación cavitaria y la respuesta orgánica del huésped; es decir la reacción que va a tener la pulpa dentaria.

En este sentido es importante tener en claro las limitaciones con las que interactuamos toda vez que la afección dentaria ya está instalada sea cual fuere su etiología. Según PHILLIPS, R (1998)[1], ningún material dental alcanza la perfección en su función de restauración, así como ninguna pierna o brazo artificial puede funcionar como una extremidad original. El principal objetivo debe estar dirigido a restablecer las condiciones fisiológicas normales de la pulpa, cuando tomamos una decisión sobre el tipo de tratamiento a instaurar en nuestros pacientes; para luego enfocar los procedimientos

[1] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales". 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.

hacia el restablecimiento anatómico y estético de la pieza dentaria, que permita además la permanencia en el tiempo de nuestras restauraciones, las condiciones saludables más satisfactorias para el órgano pulpar.

CAPITULO I

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Identificar los diferentes agentes de protección dentino-pulpar, y técnicas adecuadas durante los procedimientos de protección del complejo dentino-pulpar, para la selección más apropiada de los materiales según el caso clínico, considerando los últimos avances.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Comprender la interacción entre la pulpa y la dentina que los hace en conjunto interactuar como un verdadero complejo integrado dentino-pulpar
2. Identificar los factores que causan daño pulpar
3. Clasificar los diferentes materiales que se consideran como agentes de protección pulpar.
4. Establecer los principios de selección de los materiales dentales conocidos, como agentes de protección apropiados de acuerdo a cada caso clínico.
5. Determinar los últimos avances científicos en la protección dentino pulpar.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El tema resulta de vital importancia, porque en el objetivo de restablecer la salud de una pieza dental afectada por caries o por cualquier otra lesión de diferente origen etiológico, se puede comprometer la integridad del complejo dentino-pulpar, generando un problema aún mayor para el paciente; resulta necesario conocer a fondo el sustrato sobre el que se trabaja, desde el punto de vista embriológico, estructural y funcional; y cómo éste, reacciona frente a los diferentes materiales que son seleccionados con la finalidad de proteger y sustituir los tejidos perdidos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO GENERAL

2.1 Generalidades

Cuando se habla de protección dentino pulpar se debe considerar el hecho de estar frente a dos tejidos vivos que presentan diferencias histológicas importantes, y que a su vez características comunes los hacen comportarse como una unidad funcional. Los estímulos generados sobre la dentina repercuten sobre la pulpa y viceversa; de modo que el equilibrio del complejo pulpa- dentina se ve comprometido si cualquiera de estos dos tejidos se encuentra afectado por algún tipo de agresión.

Para lograr una mejor comprensión del comportamiento pulpar frente a los distintos estímulos que pueden llegar a producir un daño es necesario tener un conocimiento adecuado de las características del complejo dentino- pulpar en cuánto a su desarrollo, su estructura y función.

También es importante considerar que los agentes agresores van a ser de distinta naturaleza y van a generar una respuesta en la pulpa que dependerá de las características propias del agente etiológico, de la intensidad con que éstos van a actuar y de la capacidad propia de respuesta del órgano pulpar.

Existen materiales utilizados en la actualidad, que no han perdido su vigencia sustentados en los resultados positivos que se han obtenido a lo largo de años de aplicación. Sin embargo el avance en el campo de la investigación dirigido al comportamiento biológico y molecular del tejido pulpar abre nuevas expectativas en la aparición de otras técnicas que permitan una conservación mucho más segura de la pulpa.

En lo referente a la selección de los materiales considerados como agentes de protección pulpar, la elección debe estar basada en las diferentes situaciones que se presentan en la clínica, como ser el diagnóstico, o la profundidad de la cavidad, y la edad del paciente, relacionadas directamente a la permeabilidad dentinaria, el tipo de material

que se elija para la restauración final, así como el tipo de oclusión que el paciente presente según el caso.

Los procedimientos ya sean restaurativos o preventivos producen una cierta reacción en la pulpa que dependerá de la intensidad y tipo de estímulo sobre ella; y que tendrá una manifestación clínica. Esta respuesta es muchas veces impredecible y confunde y conflictúa en el momento de tomar la decisión de conservar o sacrificar el tejido pulpar; por ello la conservación de la salud pulpar es una de las condiciones más importantes en la realización de cualquier técnica de preparación y restauración.

La causa de daño pulpar más frecuente es la caries dental seguida por la iatrogenia que la provoca el odontólogo por el uso inadecuado de los materiales y la aplicación incorrecta de las técnicas de tratamiento.[2]

Si lo que se quiere es trabajar tratando de no causar daño a la pulpa o que éste sea el menor posible, es de importancia la consideración de que en el sustrato dentinario están presentes, los túbulos dentinarios que son capaces de transferir hacia la pulpa, las agresiones cualquiera que sea la causa. De ahí la importancia de realizar una correcta protección del complejo dentino-pulpar.

Para STEFANELLO (2005)[3] , toda vez que ha habido pérdida de sustancia y como consecuencia de esto el diente deba ser restaurado, se hace indispensable la protección de la pulpa para preservar su vitalidad, interponiendo entre el material de restauración y el sustrato dentario ya sea una capa o más de materiales indicados para esa situación clínica con el objeto de no dañar la pulpa.

Sin embargo se debe tener siempre presente que a pesar de todos los cuidados posibles durante los procedimientos de restauración, la pulpa puede verse dañada de alguna manera; con todo, un conocimiento adecuado de la estructura y función de este complejo es de significativa importancia para minimizar esas lesiones.

---

[2] BRANNSTROM M. "Dentin and pulp in Restorative Dentistry", Dental therapeutics AB; Nacka, Suecia, 1981.

[3] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil: Ed. Amolca, 2005.

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO TISULAR DENTINOPULPAR.

La pulpa dentaria es un tejido conectivo laxo especializado, de origen mesenquimático, rodeado por paredes rígidas de dentina. Este tejido conectivo se especializa por la presencia de los odontoblastos dispuestos en hilera en la periferia de la pulpa cuya función es la síntesis de la matriz orgánica de la dentina, que luego se mineraliza y recubre a la pulpa dentaria. Esta interdependencia entre dentina y pulpa permite establecer que ambos tejidos sean integrantes de un mismo complejo: el complejo dentino-pulpar. Aquello que ocurra en la dentina repercutirá sobre la pulpa y viceversa. El equilibrio de este complejo se puede ver afectado si alguno de sus tejidos circundantes se encuentra comprometido por algún tipo de agresión, alcanzando la pulpa por el sistema de conductos radiculares o por los túbulos dentinarios [4].

La dentina y pulpa dentaria comparten el mismo origen embriológico; durante la odontogénesis las células específicas de la pulpa sintetizan la matriz dentinaria. Esta situación determina que la pulpa y la dentina no se consideren como estructuras aisladas, sino al contrario existen mecanismos de respuesta y repercusiones integradas que establece que estos tejidos constituyan y se denominen complejo dentino-pulpar[5].

> "Una vez que la pulpa y la dentina son aspectos morfológicos diferentes de un mismo tejido orgánico, durante la preparación de una cavidad clasificada como profunda o muy profunda, el profesional deberá tener presente que actúa sobre una estructura que contiene 65.000 túbulos dentinarios por mm2, y que en cada uno de ellos hay una prolongación citoplasmática de los dentinoblastos". (LEONARDO, 2005. P. 21.) [6].

La pulpa y dentina mantienen normalmente una íntima relación, embriológica, histológica, y fisiológica[7].

1. ***Conforman una unidad embrionaria***, pues ambas comparten su origen a partir del ectomesénquima.

---

[4] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Ed. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.
[5] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005.
[6] LEONARDO Mario Roberto."Endodoncia". Tratamiento de conductos Radiculares. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.
[7] GÓMEZ DE FERRARIS María Elsa, CAMPOS MUÑOZ Antonio. "Histología y Embriología Bucodental". Ed. España: Médica Panamericana, 2000.

2. ***Conforman una unidad estructural***, dado que las prolongaciones de los odontoblastos (células formadoras de dentina cuyos cuerpos celulares se ubican en la periferia de la pulpa) están incluidas en la dentina.

3. ***Conforman una unidad funcional,*** ya que de la pulpa depende la formación y la vitalidad de la dentina, y a su vez, la dentina protege a la pulpa al revestirla con un tejido duro, que la protege de posibles agresiones del medio externo.

"Por estas razones se considera a la dentina y a la pulpa en su conjunto como una sola estructura integrada, denominada complejo dentinopulpar . (GOMEZ DE FERRARIS, 2000, p.197.) [8]

Al estar incluidas dentro de la dentina las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos rodeados por el líquido dentinario; debemos pensar en la dentina como un tejido vivo donde el piso de una cavidad dentinaria es un piso de células vivas[9].

TEN CATE sostiene que la dentina y pulpa son un mismo tejido con aspectos diferentes, que mantienen entre sí una íntima relación histológica, fisiológica, histopatológica y fisiopatológica, y así caracterizan el llamado complejo pulpa- dentina [10] .

> "La dentina está estrechamente vinculada a la pulpa dentaria, cuyas células especializadas, los odontoblastos, la elaboran dejando en su estructura sus prolongaciones citoplasmáticas o fibrillas de Tomes. Dichas células pueden ser consideradas, desde los puntos de vista biológico y morfológico, como pertenecientes a la dentina, significando ello que este tejido es vital, al igual que el hueso y cemento dentario con cuyas propiedades físicas y químicas se asemeja". (BHASKAR, S.N, 1983. P. 116.) [11] .

[8] GÓMEZ DE FERRARIS María Elsa, CAMPOS MUÑOZ Antonio. "Histología y Embriología Bucodental". Ed. España: Médica Panamericana, 2000.
[9] LEONARDO Mario Roberto."Endodoncia". Tratamiento de conductos Radiculares. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.
[10] LEONARDO Mario Roberto menciona a TEN CATE, A.R en Dentin/Pulp complex reactions: a reaction. Proceedings of the finnish dental society, 1992.
[11] BHASKAR S.N. "Histología y Embriología Bucal de Orban", 9° Ed. Buenos Aires. Argentina: Editorial El Ateneo, 1983.

"De hecho, la dentina y la pulpa pueden considerarse como una sola unidad funcional y de desarrollo, a la que a menudo se la describe como complejo pulpo-dentinal". (BERKOVITZ, B., HOLLAND, G., MOXHAM, B. 2° Ed. p 130.) [12] .

> "La dentina no cumple con todos los requisitos necesarios para ser considerada como un tejido debido a que carece de células y sólo contiene las prolongaciones citoplasmáticas de elementos celulares pertenecientes a la pulpa: los odontoblastos. Esta circunstancia sirve de fundamento al criterio que considera el órgano pulpodentinario como una unidad embriológica y funcional". (ABRAMOVICH A., 1999. p. 42) [13] .

La dentina es un tejido vivo por su capacidad de reaccionar ante diferentes estímulos, no obstante su gran cantidad de componente mineral y la ausencia de vasos sanguíneos[14].

2.1.1.1 Pulpa Dentaria

La pulpa dentaria está formada por tejido conectivo laxo mucoso inicialmente; esto quiere decir, con muchas células y pocas fibras; que a medida que envejece invierte esta proporción y se observan pocas células con mayor cantidad de fibras. Es un tejido conectivo altamente especializado en la síntesis de la matriz dentinaria.

Deriva de las células ectomesenquimáticas de la papila dentaria. Su principal función es formar dentina a través de una de sus células: el odontoblasto, además de nutrir y mantener la vitalidad de la dentina circundante[15]. Este tejido presenta zonas claramente diferenciables en su estudio al microscopio tanto óptico como electrónico[16]:

1.- ***Zona odontoblástica***: la capa más periférica de la pulpa dentaria, en la que se ubican los odontoblastos, en una sola hilera semejando a un epitelio cilíndrico seudoestratificado.

---

[12] BERKOVITZ B.K. , HOLLAND G. R., MOXHAM B.J. "Atlas en color y Texto de Anatomía Oral Histología y Embriología" 2° Ed. Madrid. España: Mosby/ Doyma Libros.
[13] ABRAMOVICH ABRAHAM. "Histología y Embriología Dentaria". 2° Ed. Buenos Aires. Argentina: Editorial Panamericana, 1999.
[14] ABRAMOVICH ABRAHAM. "Histología y Embriología Dentaria". 2° Ed. Buenos Aires. Argentina: Editorial Panamericana, 1999.
[15] LEONARDO Mario Roberto."Endodoncia". Tratamiento de conductos Radiculares. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.
[16] GÓMEZ DE FERRARIS María Elsa, CAMPOS MUÑOZ Antonio. "Histología y Embriología Bucodental". Ed. España: Médica Panamericana, 2000.

2.- ***Capa subodontoblastica*** o zona oligocelular de Weil, donde la densidad celular es escasa y se observan apenas algunos fibroblastos; pero lo que más llama la atención es la presencia de un plexo nervioso bastante bien desarrollado: el plexo de Raschow.

3.- ***Zona rica en células***, llamada así por la alta concentración celular en esta región, donde las células más numerosas son los fibroblastos, aunque también se encuentran células mesenquimáticas y algunas células de defensa de la pulpa (macrófagos, neutrófilos, eosinófilos y linfocitos).

4.- ***Zona central de la pulpa***: donde se ubica el paquete vasculonervioso, rodeado por el tejido conectivo laxo mucoso, en el que se encuentran todos los tipos celulares presentes en la pulpa a saber: fibroblastos, células mesenquimáticas y células de defensa, a excepción de los odontoblastos, que se ubican exclusivamente en la zona odontoblástica.

FIG N°1 ZONAS DE LA PULPA Y PREDENTINA

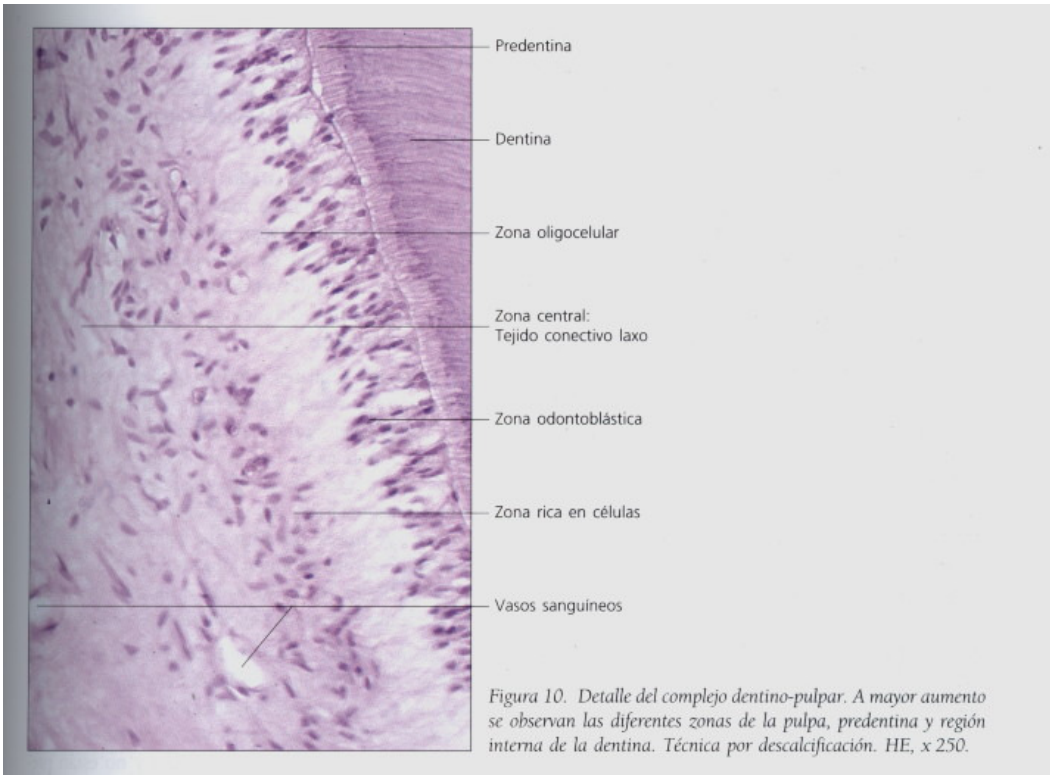


Figura 10. Detalle del complejo dentino-pulpar. A mayor aumento se observan las diferentes zonas de la pulpa, predentina y región interna de la dentina. Técnica por descalcificación. HE, x 250.

Se pueden reconocer cuatro funciones de la pulpa dentaria[17]:

1. ***Formativa***: es una función primordial y esencial de formación de dentina durante toda la vida del diente.
2. ***Nutritiva***: es entendida a partir de la abundante irrigación pulpar, donde se producen la difusión de nutrientes y oxígeno y la de desechos metabólicos.
3. ***Sensitiva***: por la que la pulpa es capaz de responder a los diferentes estímulos con dolor, a través de las fibras nerviosas mielínicas y amielínicas de la pulpa.
4. ***Defensiva***: por medio de la cual la pulpa puede defenderse de los estímulos agresores formando dentina peritubular, provocando la esclerosis dentinaria; o con la formación de dentina de reparación a nivel de la cámara pulpar.

2.1.1.2 Dentina

Es un tejido conectivo mineralizado, cuyo origen embriológico es el mismo que para la pulpa dentaria: las células ectomesenquimáticas de la papila dentaria.

Como en todo tejido mineralizado; en su estudio se considera una parte orgánica y otra inorgánica:

A. Composición de la matriz orgánica

- Fibras colágenas
- Sustancia fundamental amorfa compuesta básicamente por proteoglucanos y glucosaminglucanos.

B. Composición de la matriz inorgánica

- Principalmente fosfatos de calcio, denominados cristales de hidroxiapatita.
- Otras sales como carbonatos, sulfatos, etc
- Oligoelementos: sodio, potasio, fluor, cobre, magnesio, etc.

[17] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil: Ed. Amolca, 2005.

Todos estos elementos están organizados en un tejido que al microscopio nos muestra la presencia de estructuras primarias y secundarias:

C. Estructuras primarias

Túbulos dentinarios: en los cuales se observa una pared conformada por la *dentina peritubular* y un interior en el que se alojan las *fibrillas de Tomes* o prolongaciones odontoblásticas, rodeadas por el líquido dentinario.
Dentina intertubular: que es la dentina que rodea a los túbulos o conductillos dentinarios y que se diferencia de la dentina peritubular en su menor contenido mineral y mayor contenido orgánico.

D. Estructuras secundarias

- Líneas incrementales
- Bandas dentinarias de Schreger
- Dentina interglobular
- Zona granulosa de Tomes
- Límite amelodentinario
- Límite cementodentinario

E. Desarrollo embriológico de la pulpa y la dentina

Los dientes se desarrollan de los brotes dentarios que se forman en la parte anterior de los maxilares superior e inferior y se proyectan en dirección posterior.
Estos brotes también llamados folículos dentarios presentan tres partes:

1.- El órgano del esmalte derivado del ectodermo bucal que dará origen al esmalte.
2.- La papila dentaria, que deriva del ectomesénquima, a partir de la cual se desarrolla la pulpa dentaria y la dentina.
3.- El saco dentario, derivado del ectomesénquima, de dónde se originan el cemento y el ligamento periodontal.

El desarrollo de la pulpa dentaria comienza alrededor de la octava semana de vida intrauterina, a partir de la papila dentaria. En un principio, la papila dentaria está muy vascularizada y presenta una gran proliferación de células, lo que da lugar a una densidad celular elevada en su interior. Compuesta por células mesenquimáticas indiferenciadas, que progresivamente se van transformando en fibroblastos y odontoblastos que se diferencian a partir de las células periféricas de la papila dentaria, momento en el que comienza la formación de dentina; en una secuencia de dos fases:

La primera fase es la *síntesis de la matriz orgánica* que no está mineralizada
La segunda fase, cuando comienza la *mineralización.*

En el periodo en que comienza la formación de dentina o dentinogénesis los vasos de la pulpa se distribuyen en redes bien organizadas y los capilares se activan y ubican entre los odontoblastos. El odontoblasto es una célula altamente diferenciada que ha ido desarrollando los organitos citoplasmáticos necesarios para la síntesis de los elementos de la matriz dentinaria, a medida que se van formando las primeras capas de dentina la célula va retrocediendo dejando tras de sí una prolongación: la prolongación odontoblástica o fibrilla de Tomes, que va a quedar incluida en un conductillo: túbulo dentinario.

La presencia del odontoblasto con su cuerpo celular ubicado en la periferia de la pulpa dentaria y su prolongación odontoblastica que se sitúa en el interior de los túbulos dentinarios determina que pulpa y dentina mantengan en condiciones fisiológicas una íntima relación, embriológica, histológica, fisiológica.

2.3 FACTORES QUE CAUSAN DAÑO PULPAR DURANTE LA PREPARACIÓN CAVITARIA.

La pulpa puede ser irritada o lesionada antes de colocar la restauración, por causas que están relacionadas con la caries o con la misma preparación cavitaria. De manera que un paso importante para disminuir o evitar esas lesiones es la protección dentinopulpar que

"es el tratamiento de la dentina que tiende a proteger la vitalidad pulpar" BARRANCOS, 2006 p.933)[18].

Todavía se discute acerca del momento en que la caries comienza a provocar una respuesta inflamatoria en la pulpa subyacente. Ciertos estudios demostraron que se producía un aumento de las células inflamatorias crónicas en la pulpa, debajo de caries del esmalte que todavía no había invadido la dentina [19].

En otro estudio, sin embargo, no se observaron estos signos de inflamación de la pulpa sino hasta que la caries había hecho su invasión más allá del esmalte. En general se admite que cuando la caries ha alcanzado la dentina ya se están produciendo algunos cambios en la pulpa. Estos cambios estarían relacionados con una respuesta a los estímulos inflamatorios y a la difusión de irritantes solubles que actúan sobre la pulpa[20].

Se considera que las sustancias causantes de estas reacciones pulpares son toxinas y enzimas bacterianas, antígenos, quimiotoxinas, ácidos orgánicos y productos de la destrucción tisular, que además de difundir hacia el interior de la pulpa van desde la pulpa hasta la lesión cariosa. Se han encontrado proteínas plasmáticas, inmunoglobulinas y proteínas del sistema complemento en la dentina con caries. Considerándose la posibilidad de que algunos de estos factores sean capaces de inhibir la actividad bacteriana en la lesión[21].

BARRANCOS (2001) [22], menciona dos posibilidades de reacción de la pulpa frente a las preparaciones cavitarias:

a) *Con desplazamiento de la capa odontoblástica* hacia el centro de la pulpa, en un intento de alejarse del estímulo agresor, que por lo general se produce durante el

[18] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[19] BRÄNNSTRÖM M, Lind PO: "Pulpal response to early dental caries", 1965.
[20] MASSLER M: "Pulpal reaction to dentinal caries", J Dent RES 17:441, 1967.
[21] OKAMURA K et al: "Dentinal response against carious invasion: localization of antibodies in odontoblastic body and process", J Dent Res 59: 1368, 1980.
[22] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

tallado de las cavidades, por el uso del aire comprimido para el secado o la aplicación de materiales con efecto deshidratante.

b) *Con inflamación pulpar*; que estaría asociada a la presencia de bacterias. Sin olvidar que la alteración estructural de la dentina durante el tallado puede provocar una inflamación leve y transitoria en la pulpa.

2.3.1 Irritantes Físicos

BODECKER (1939)[23] hizo una comparación de lo que acontecía durante la preparación del diente sin refrigeración adecuada como "cocer la pulpa en su propio jugo".

A. Calor friccional

El calor friccional se produce durante el tallado cavitario y el pulido final; cuando se alcanza altas temperaturas, por tiempos prolongados, la pulpa puede necrosar tanto por daño en los vasos como las células de la misma.

Para evitar que este factor comprometa la pulpa, es importante la refrigeración continua con agua o rocío de aire- agua durante la preparación, dirigida hacia la parte activa de la fresa, cuya salida debe ser doble o triple y realizar la profundización del piso por capas para que los detritus sean removidos y así el refrigerante pueda alcanzar el fondo de la cavidad. También es conveniente considerar que al aumentar la *velocidad* de corte y la *presión* se aumenta el calor generado; por lo que el fresado debe realizarse con presión leve, toques intermitentes, y además instrumentos de corte nuevos[24].

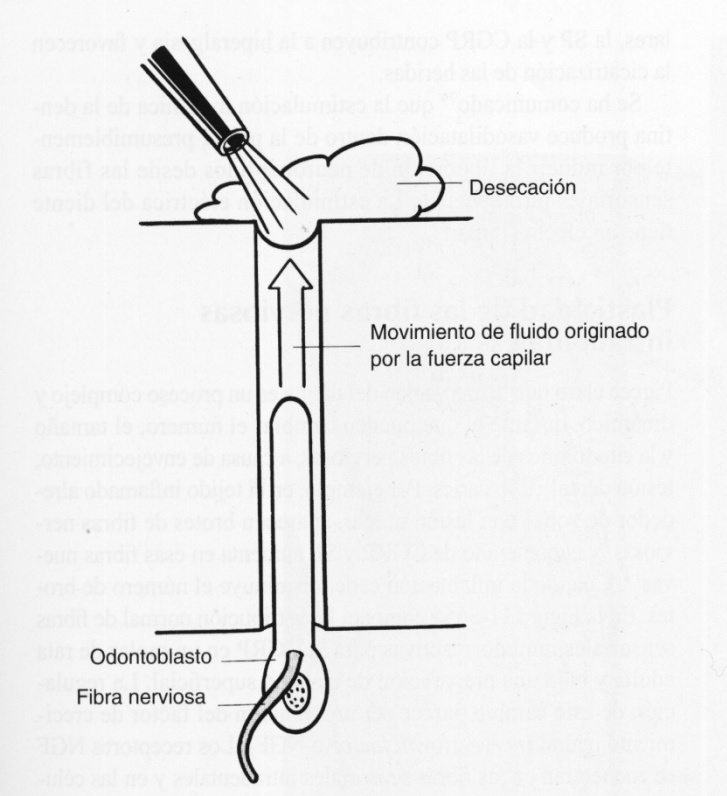
[23] BODECCKER,C.F. "Demonstration of posible ill effects of heat on the pulp caused by rapid operative technique". J. Am. Dent. Assoc., v.26, n. 4, p. 527-532, 1939. En NOCCHI CONCEICAO Ewerton. "Odontología restauradora" Salud y estética. 2° Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2005.
[24] NOCCHI CONCEICAO Ewerton. "Odontología restauradora" Salud y estética. 2° Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2005.

B. Deshidratación de la dentina

El calor friccional puede originar deshidratación de la dentina, así como el secado excesivo con aire y materiales deshidratantes como los agentes adhesivos.

Cuando la superficie de la dentina recién cortada, se seca con un chorro de aire, se produce un movimiento rápido de fluido hacia fuera a través de los túbulos dentinarios, como resultado de la activación de fuerzas capilares dentro de los túbulos [25].

FIG. N°2 MOVIMIENTO DEL FLUIDO DENTINARIO POR EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN



Efecto de la deshidratación por el uso de jeringa con aire. Tomado de Cohen " Vías de la Pulpa". p. 429.

[25] BRÄNNSTRÖM M,: "Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment", 1984.

C. Trauma por sobrecarga oclusal

LANDAY, M. (1970) [26], examinó histológicamente la respuesta de la pulpa a las fuerzas oclusales excesivas. Se observó que a los siete meses la pulpa permanecía normal a pesar que histológicamente se encontró un ligero infiltrado inflamatorio de eosinófilos, presentes sólo en algunos de los animales en estudio. No se evidenciaron otro tipo de células inflamatorias, zonas necróticas o ruptura de los vasos sanguíneos tampoco se observaron cálculos pulpares. Concluyendo que la producción de fuerzas oclusales exageradas con una amalgama alta en ratas parece no repercutir a nivel pulpar.

COOPER (1971)[27], realiza el mismo estudio, pero lo hace en un tiempo mayor de observación. Ya a los siete meses se evidenciaron en la zona central de la pulpa una gran concentración de macrófagos. En uno de los casos en seguimiento, después de diez meses presentó una ruptura de la capa de odontoblastos asociado a la deposición de gran cantidad de dentina reparativa a lo largo del piso cameral, en el lado opuesto al área de furcación y en algunos casos esta dentina reparativa se encontraba en la porción radicular opuesta al ligamento periodontal afectado.

Sobre la dentina reparativa se detectó acumulación de macrófagos y linfocitos. Al año, las pulpas presentaron una gran concentración de macrófagos y linfocitos. Se pudo observar ruptura de la capa odontoblástica del piso de la cámara con deposición de dentina secundaria. Los resultados de esta investigación indican la posibilidad que las fuerzas oclusales excesivas a largo plazo pueden producir cambios a nivel pulpar[28].

Las fuerzas que sobrepasan la tolerancia fisiológica del ligamento periodontal como las que se producen en el bruxismo pueden ocasionar reacciones inflamatorias, en las que la agresión y la respuesta del huésped determinan la gravedad y la duración de las mismas[29]. Los hábitos parafuncionales pueden desencadenar en la pulpa desde una pulpitis reversible hasta una pulpitis irreversible[30]

---

[26] LANDAY M, Nazimov H, Seltzer S. "The effects of excessive occlusal force on the pulp", 1970

[27] COOPER M, Landay M, Seltzer S. "The effects of exccesive occlusal force on the pulp II. Heavier and longer term forces", 1971.

[28] COOPER M, Landay M, Seltzer S. "The effects of exccesive occlusal force on the pulp II. Heavier and longer term forces". J Periodontol, 1971.

[29] WALTON R, TORABINEJAD M. "Endodoncia. Principios y práctica". 2° Ed. Mexico: Editorial Mc Graw- Hill Interamericana, 1997.

[30] ARNOLD M. "Bruxismo y oclusión". Dent Clin North Am, 1981.

2.3.2 Irritantes Químicos

A. Antisépticos y limpiadores cavitarios: Son sustancias químicas que permiten la remoción de restos dentarios que han quedado adheridos a las paredes cavitarias y que podrían interferir con la adaptación del material que se colocará inmediatamente por encima; esto está bien argumentado en el esmalte pero no en la dentina ya que el uso de limpiadores ácidos al producir la desmineralización de los túbulos dentinarios que quedan más ensanchados; aumentando su permeabilidad dentinaria y expuestos tanto a las sustancias químicas como al ingreso de microorganismos cuando se ha producido una filtración marginal [31].

Es recomendable el uso de antisépticos para eliminar las bacterias residuales de la cavidad; lo más indicado sería optar por productos que no sean lesivos para la pulpa como los enjuagues bucales o soluciones detergentes microbicidas del tipo del Tubulicid o los enjuagues bucales[32].

Según estudios de MARESCA (2000) [33] , son muy ventajosas las soluciones de yodo al 0,5 y 1 % puesto que el yodo es el antiséptico de mayor espectro bacteriano y utilizado en las concentraciones indicadas, no es tóxico ni irritante y tampoco tiene el efecto adverso de la coloración.

El lavado con agua a presión ayuda a limpiar la mayor parte de los restos dentarios de las superficies cavitarias, sin embargo aquellos que están más adheridos precisan de un tratamiento químico por ejemplo: ácido cítrico al 50%, EDTA o hipoclorito a los 5% aplicados por 15 a 20 segundos[34].

[31] COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[32] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[33] MARESCA BM, FERNÁNDEZ MONJES J BREGNI C, GUARCO C, SZELIGA E, FERNANDEZ MONJES E. "Titulación de yoduros en pastas antisépticas para la obturación de conductos". XXXII reunión Científica Anual de la División Argentina de la Asociación Internacional de Investigación Odontológica, 2000.
[34] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

B. Ácidos y adhesivos

Con respecto a los ácidos aplicados sobre la superficie dentinaria se considera que: El grabado ácido que se realiza en las paredes de la cavidad tiene un efecto de limpieza; sin embargo su principal objetivo es la adherencia de los materiales de obturación. En el caso de la dentina, se ha cuestionado la capacidad del grabado ácido para mejorar la adherencia a largo plazo; a la vez que aumentaría la apertura de los túbulos dentinarios y consecuentemente la permeabilidad dentinaria[35]; facilitando la difusión de los sustancias irritantes hacia la pulpa[36].

Según lo demostró un estudio en cavidades profundas, el tratamiento de la superficie dentinaria con ácido cítrico al 50% durante 60 segundos pudo incrementar considerablemente la respuesta pulpar frente a los materiales restauradores[37].

La técnica del grabado ácido no es tan inofensiva para el complejo dentino-pulpar, más bien sería factor de posible irritación adicional durante el procedimiento operatorio[38].

Para investigadores como KANKA, J. (1990)[39], el efecto del grabado ácido no es tan nocivo sobre la dentina, las investigaciones están orientadas a conclusiones que aseveran que las agresiones producidas sobre la pulpa se deben más la microfiltración bacteriana crónica alrededor de las restauraciones, debido a que la permeabilidad dentinaria se ha incrementado. Además afirma que es posible realizar el acondicionamiento inclusive en el tejido pulpar expuesto, y realizar la restauración con sistemas adhesivos directamente sobre la pulpa dentaria.

---

[35] COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[36] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
[37] STANLEY HR, GOING RE, CHAUNCEY HH: "Human pulp response to acid pretreatement of dentin and to composite restoration", 91:817, 1975.
[38] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
[39] KANKA J. An alternative hypothesis of the cause of pulpal inflammation in teeth treated with phosphoric acido n dentin. Quintessence Int, 1990.

Otro estudio realizado en una cavidad clase V sobre la que se realizó grabado ácido, con un grosor de dentina remanente de 1,5 mm, no tuvo un efecto importante sobre el flujo sanguíneo pulpar[40].

Según COHEN (2002)[41], el efecto del ácido sobre la microvascularización pulpar parece ser insignificante, posiblemente debido a que se produce una rápida neutralización de este ácido por el fluido dentinario. A pesar de ello no se descarta la posibilidad de que en cavidades muy profundas el grabado ácido contribuya a lesionar la pulpa.

Otros estudios realizados por COSTA Y COL. (2000)[42], afirman que está indicada la aplicación de cemento de hidróxido de calcio antes de la aplicación del ácido grabador y los sistemas adhesivos, porque su porcentaje de éxito clínico es mayor que el del sistema adhesivo aplicado directamente sobre pulpas expuestas, siendo necesaria su aplicación rutinaria en esos casos o en casos de recubrimiento pulpar indirecto con espesor de dentina remanente de menos de 0,5 mm.

La profundidad de una cavidad que deja un espesor de dentina remanente de 1mm, ya es una indicación para realizar una protección con cemento de hidróxido de calcio, en virtud de que podrían existir microexposiciones no visibles clínicamente que podrían provocar reacciones citotóxicas para pulpa, si antes de realizar los procedimientos restaurativos adhesivos, no la protegemos con el agente de recubrimiento pulpar más aceptado hasta ahora como es el hidróxido de calcio[43].

En relación a los sistemas adhesivos dentinarios y su biocompatibilidad; este material se torna menos agresivo para el complejo dentino-pulpar si se logran mantener las características estructurales propias de la dentina[44].

---

[40] SON HG, KIM S, KIM S,B: Pulpal blood flow and bonding, J Dent Res 65 (special issue): 726, 1986. En COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[41] COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[42] COSTA CA, HEBLING J, HANKS CT. Current Status of pulp capping with dentin adhesive systems. A review, Dent Mater, 2000.
[43] CASTAÑEDA J.C. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 15° modulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2010.
[44] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005

La capa híbrida no debe ser considerada como una barrera totalmente impermeable. Algunos trabajos de investigación revelan que no es totalmente homogénea sino que posee zonas porosas a través de las cuales se produce cierto grado de filtración [45].

Una inadecuada polimerización de estos materiales adhesivos generan la liberación de monómeros hacia el área de hibridación o entre el fluido dentinario, que pueden alcanzar el tejido pulpar a través de los túbulos dentinarios, tornándose agresivos y tóxicos para este tejido[46].

C. Materiales de protección y restauración

Por mucho tiempo se pensó que los componentes tóxicos de los materiales restauradores eran causantes de lesión pulpar.

"Sin embargo, la lesión de la pulpa asociada con el uso de esos materiales no se pudo relacionar con sus propiedades citotóxicas". COHEN (2002, p. 577.) [47]

Es importante dejar en claro que existe una suma de los factores de agresión desde la acción de los microorganismos que provienen de la caries hasta los efectos de los mismos procedimientos restauradores, del material utilizado en la protección y del material utilizado en la restauración[48].

Los materiales tienen otras propiedades capaces de producir una lesión, además de la toxicidad química: [49]

1. Acidez (concentración de iones hidrógeno)

2. Absorción de agua durante el fraguado

3. Calor generado al fraguar

4. Adaptación marginal deficiente, que conduce a la contaminación bacteriana.

[45] SANO H y col. "Nanoleakage: leakage within the hybrid layer". 1995
[46] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005
[47] COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[48] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Ed. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.
[49] COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.

"Los productos del metabolismo bacteriano constituyen la causa principal de la lesión pulpar secundaria a la inserción de las restauraciones" (COHEN, S. (2002, p.579.)[50].

Según PHILLIPS, R. (1998) [51], es conveniente considerar que los materiales de restauración permanentes pueden tener propiedades físicas y químicas inherentes que podrían iniciar la irritación pulpar o exacerbarla, si ésta ya se produjo. Existen materiales restauradores que son conductores térmicos como los metálicos por ejemplo; otros pueden causar irritación química como aquellos que contienen en su composición ácidos como el ácido fosfórico, y en algunos casos el cemento de ionómero vítreo, y materiales como las resinas compuestas que para endurecer deben ser fotopolimerizadas y están sujetas a la contracción de polimerización que a su vez puede ser causante de la irritación pulpar.

Los procedimientos restauradores tradicionales, se basaron en la proposición de que los materiales de obturación eran lesivos para la pulpa de alguna manera y en alguna medida, de manera que se colocaba siempre una base de protección antes de la restauración[52].

Los materiales de protección y restauración actuales evaluados según las normas, ANSI (American National Standards Institute) e ISO (International Standards Organization) y aceptados por la American Dental Association y la Federación Dental Internacional, cuando son bien manipulados y aplicados según las condiciones clínicas para las que, según los fabricantes, se los recomienda; son óptimamente tolerados por la pulpa cuando no hay infección presente. [53] Una manera correcta de manipular los materiales debe tomar en cuenta ciertos factores como:

- ✓ La fecha de vencimiento
- ✓ El estado de conservación
- ✓ La dosificación en las proporciones indicadas
- ✓ Técnica de preparación e inserción correctas
- ✓ Técnica de polimerización, la cuál debe ser completa

---

[50] COHEN Stephen, BURNS Richard. "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[51] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales" 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.
[52] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[53] COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND EQUIPMENT: "Biocompatibility and postoperative sensitivity". J AM Dent Assoc 1988; 116: 767

Si estos factores no son tomados en cuenta la biocompatibilidad del material se podría ver afectada dando como resultado la liberación de sustancias tóxicas, la deshidratación, etc[54].

2.3.3 Irritantes Bacterianos.

A. Restos de dentina infectada:

Cuando la caries alcanza la dentina, ésta se extiende a través del límite amelodentinario en forma lateral y rápida, lo que determina que la extensión de dentina infectada sea mayor que la observada en la lesión externa: esta dentina infectada contiene microorganismos capaces de producir irritación pulpar[55].

El instrumental rotatorio puede impulsar gran cantidad de microorganismos a través de los túbulos dentinarios, mientras se procede al tallado de la cavidad[56].

B. Residuos de barro dentinario o "Smear Layer":

Durante la preparación cavitaria los restos del esmalte y dentina, las prolongaciones de los odontoblastos, se depositan sobre la superficie dentinaria, constituyéndose así la capa de barro dentinario o "smear layer" ; cuando esta estructura amorfa se desplaza hacia el interior de los túbulos dentinarios recibe el nombre de "smear plugs" [57]

Según menciona COVA, JL. (2004) [58], en relación con la limpieza o no de la cavidad para eliminar la capa de los desechos dentinarios; existen dos teorías:

---

[54] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[55] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[56] LANATA Eduardo Julio: "Operatoria Dental" Estética y adhesión. Buenos Aires. Argentina. Ed. Grupo Guía, 2003.
[57] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005
[58] COVA Jose Luis. "Biomateriales dentales. 1° Ed. Colombia: Amolca, 2004

1. Se indica la remoción de esta capa de desechos y bacterias, sustentándose en el argumento de que este procedimiento disminuye la microfiltración alrededor de la restauración y aumenta la resistencia de unión a la dentina.

Los restos dentarios producto de la dentina cortada durante las preparaciones cavitarias que no pueden ser eliminados por lavado con agua a presión están contaminadas con microorganismos que liberan toxinas, a la vez pueden reproducirse y provocar contratiempos clínicos posteriores. "La dentina recién cortada, con barro dentinario en su superficie, debe ser considerada como una herida infectada" (BARRANCOS, J. 2006, p. 693) [59].

La eliminación del barro dentinario o "smear layer" por la aplicación de acondicionantes ácidos como el EDTA, ácido fosfórico, ácido cítrico, maleico, etc., deja una superficie dentinaria adecuada para la adhesión micromecánica, al aplicar sobre ella, el adhesivo resinoso con monómeros hidrofílicos[60].

BRÄNNSTRÖM, M. (1973) [61], sugiere la utilización de soluciones detergentes y microbicidas para la eliminación de las bacterias contaminantes del barro dentinario; el principio de acción de estas sustancias, se basa en la presencia de un agente tensioactivo que va a reducir la tensión superficial de los tejidos, favoreciendo su penetración, estos productos no interferirían con la capacidad adhesiva de los materiales utilizados con esa finalidad.

2. Se considera que al dejar la capa de desechos dentinarios se inhibe el ingreso de las bacterias a través de los túbulos dentinarios, se disminuye la sensibilidad y cumple una función de protección de la pulpa frente a la acción irritante de los materiales de obturación.

En el caso de los sistemas adhesivos autoacondicionantes, en los que no se realiza una aplicación independiente del ácido grabador sobre la dentina, además de que no se la enjuaga posteriormente, puede ocurrir que se incorporen en la capa híbrida bacterias, restos

[59] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[60] EICK ET AL. en MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005
[61] BRÄNNSTRÓM M, NYBORG H. "Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. J Prosthet Dent, 1973; 30:303.

de las prolongaciones odontoblásticas y fibrillas de colágeno desnaturalizadas, creando una zona de interdifusión en la que se encuentran monómeros hidrofílicos dentro de una red de fibras de colágeno en una dentina que se presentará permeable, heterógenea y contaminada. La formación de una zona de interdifusión no ocurriría cuando la dentina se acondiciona en primera instancia y luego es lavada con el objeto de eliminar la capa de barro dentinario, lo que permite el sellado de la dentina con formación de la capa híbrida y "tags" de resina en el interior de los túbulos dentinarios[62].

La formación de una zona de interdifusión no ocurriría cuando la dentina se acondiciona en primera instancia y luego es lavada con el objeto de eliminar la capa de barro dentinario, lo que permite el sellado de la dentina con formación de la capa híbrida y "tags" de resina en el interior de los túbulos dentinarios[63].

Parece ser necesaria la eliminación de la capa de barro dentinario, sin llegar a alterar estructuralmente el sustrato dentinario, antes de aplicar el adhesivo autoacondicionante[64].

2.4 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PROTECCIÓN DENTINO PULPAR

Para PHILLIPS, R. (1998) [65], los materiales denominados agentes de protección pulpar, son auxiliares de los materiales de restauración permanentes que tienen la finalidad de proteger la pulpa contra: los cambios térmicos, los irritantes químicos de los materiales de restauración y la microfiltración; al mismo tiempo que ejercen una acción terapéutica sobre la pulpa.

Estos materiales de protección dentino-pulpar se pueden agrupar como[66]:

a. Selladores dentinarios

[62] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005.
[63] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005.
[64] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005.
[65] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales" 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.
[66] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

b. Forros cavitarios

c. Bases cavitarias

d. Otras bases cavitarias

PHILLIPS, R. (1998) [67], refiere que los selladores y forros cavitarios pueden considerarse como agentes de recubrimiento o revestimiento protectores de la cavidad preparada; y en su generalidad, se forman por evaporación del solvente. Las bases además son aislantes térmicos; que fraguan por reacciones químicas.

2.4.1 Selladores dentinarios

Son recubrimientos de espesor delgado, en el orden de los micrones, utilizados para evitar el pasaje de sustancias químicas, bacterias o toxinas por los túbulos dentinarios. Son los barnices y sistemas adhesivos[68].

2.4.1.1 *Funciones de los selladores dentinarios*

BARRANCOS (2006) [69], menciona las funciones de estos agentes de protección pulpar:

- ✓ Previenen la sensibilidad dentinaria por cierre de los túbulos dentinarios.
- ✓ Reducen la filtración marginal
- ✓ Son aislantes químicos y eléctricos, no térmicos

[67] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales". 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.
[68] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[69] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

- ✓ Actúan como barrera antimicrobiana y antitoxinas
- ✓ Reducen el galvanismo bucal
- ✓ Inhiben la penetración de iones metálicos en la dentina subyacente

2.4.1.2 *Barnices*

Son soluciones de resinas naturales (copal) o sintéticas (poliamida, poliestireno) cuyo solvente puede ser una acetona, éter o cloroformo, y que al evaporarse deja sobre la superficie que deseamos recubrir una capa delgada de resina. Se deben aplicar por lo menos dos capas fluidas de barniz para lograr una película uniforme, sin poros, cuidando de no excederse para no interferir con la adaptación de la restauración. La resina natural más frecuentemente utilizada es una solución al 20% de copal disuelto en acetona. Su uso está contraindicado en obturaciones con resinas, ionómeros vítreos y compómeros, ya que ablandaría el material que entra en contacto con ellos, su uso está más bien indicado para obturaciones hechas con amalgama con la finalidad de reducir la microfiltración , así funciona como aislante químico y eléctrico pero no térmico, por su grosor insuficiente que no le permite esa función; también reduce el galvanismo bucal e impide la penetración de los iones metálicos, y productos corrosivos de la amalgama en los túbulos de la dentina, evitando la decoloración dentaria[70],[71].

Actualmente su uso está siendo reemplazado por los sistemas adhesivos[72], según URQUÍA (1995) [73], los sistemas adhesivos son mejores que los barnices convencionales bajo restauraciones de amalgama porque producen un mejor sellado y menor filtración marginal cuando se utilizan resinas adhesivas de autocurado o duales y la amalgama se

[70] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[71] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales".10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.
[72] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[73] URQUÍA MORALES MC, BONÍN C, MACCHI RL. "Comparative study of marginal microleakage between amalgam restorations with conventional varnishes and adhesive amalgams. J Dent Res, 1995.

condensa antes de que el adhesivo polimerice para lograr la adhesión; aunque la incorporación del adhesivo a la amalgama puede debilitar la restauración [74].

2.4.1.3 *Sistemas Adhesivos*

Sin duda con la aparición y el uso de los sistemas adhesivos se produjo una importante evolución, sin embargo hubo mucha controversia con respecto a sus indicaciones y aplicaciones, sobre todo cuando se lo empleaba directamente sobre la pulpa[75].

Cuándo los componentes del sistema adhesivo, específicamente las partículas de los "primers", entran en contacto directo con la pulpa dentaria produce daños irreversibles, ya que las células de defensa del tipo de los macrófagos y células gigantes se desplazan por otros lugares con lo que la agresión se hace persistente. Son factores importantes a considerar cuándo se mide la respuesta exitosa de un tratamiento restaurador: la integridad física, ausencia de infiltración marginal y la respuesta biológica adecuada del complejo dentino-pulpar[76].

El procedimiento por el cual un agente ácido desmineraliza la superficie dentinaria, que luego se impregna con los sistemas adhesivos, los cuales al polimerizar se entrecruzan con la red de fibras colágenas expuestas por dicha desmineralización, se conoce como hibridación[77].

A través de la hibridación la dentina pasó a ser muy importante en la unión que se producía entre el diente y la restauración, con resultados tan prometedores que pensar en colocar cualquier material que pudiera interferir con esta unión era considerado un procedimiento desactualizado e inaceptable, de manera que, se consideró que las

[74] CHARLTON DG y col. Incorporation of adhesive liners in amalgam: effect on compressive strength and creep. Am J Dent 1991; 4:184
[75] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas. 2005.
[76] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas. 2005.
[77] VAN MEERBUK B, PERDIGAO J, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. "The clinical performance of adhesives". Journal of dentistry, 1998.

restauraciones adhesivas directas eran la mejor alternativa aunque exista exposición pulpar[78].

Los estudios tanto de laboratorio como clínicos realizados por HEITMANN, T. (1995)[79] fueron óptimos, eso hizo que esta técnica sea adoptada porque simplificaba el procedimiento, se lograba el sellado de la cavidad y se obtenía un buen resultado estético. Y que al producirse la exposición pulpar, este tejido es capaz de recuperarse por sí mismo independientemente del tratamiento realizado y el material protector que se elija.

Según PASHLEY, D.H. (1996) [80] la contaminación bacteriana de la pulpa expuesta sería la causa del fracaso y sugiere la aplicación directa de los adhesivos dentinarios sobre la pulpa, y así formar la capa híbrida entre los sistemas adhesivos y el sustrato dentinario que conlleva a la liberación de factores de crecimiento y la consecuente formación del puente dentinario, logrando un sellado hermético contra las bacterias.

Según MURRAY, P.E. y COLS. (2002)[81], las técnicas de restauración fracasarían más por la infiltración que se produce en la interfase dentina-material restaurador, que por la agresión del ácido durante el grabado o por cualquier componente del sistema adhesivo.

Por otro lado, SANO, H (1995)[82], indica que la capa híbrida presenta espacios nanométricos en función de la cantidad de dentina intertubular, siendo que en cavidades profundas este tipo de dentina se encuentra en menor cantidad, daría lugar a la formación de una inadecuada capa híbrida. Además de que al cortar la dentina se genera un desequilibrio en el movimiento del fluido dentinario dentro de los túbulos, originando un aumento de la permeabilidad dentinaria, que además podría aspirar los odontoblastos dentro de los túbulos transportados por este fluido. Los odontoblastos que han sido desplazados de su posición original, se ven afectados en su función, de manera que esto se intensificará si el grosor o capa de dentina es menor. [83]

---

[78] NOCCHI CONCEICAO Ewerton. "Odontología restauradora" Salud y estética. 2° Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2005.
[79] HEITMANN, T; UNTERBRINK, G "Direct pulp capping with dentinal adhesive resin system: a pilot study. Quintessence Int., 1995
[80] PASHLEY, DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. Crit. Rev. Oral Biol. Med., v. 7,p. 104-33, 1996.
[81] MURRAY, P.E. et al. Bacterial microleakage and pulp inflammation associated with various restorative materials. Dental Materials, v. 18, p. 470-478, 2002.
[82] SANO, H. et al. Nanoleakage within the hybrid layer. Oper. Dent., v. 20, p. 18-25, 1995.
[83] COSTA, C.A.S. et. al Avaliacao histológica da capacidade de reaparacao do tecido conjuntivo pulpar de rato capeado com o sistema adesivo Scotchbond MP e o cimento de óxido de zinco e eugenol. 1997.

El movimiento de los fluidos dentinarios, asociado a la penetración de los monómeros componentes del sistema adhesivo, produce un incremento de la citotoxicidad para el tejido de la pulpa. De modo que, en cavidades profundas y/o con exposición pulpar, se indica que el complejo dentino-pulpar sea protegido con materiales biocompatibles, y luego proceder a la hibridación de las paredes circundantes[84].

Numerosas investigaciones realizadas por LANZA, L. (1997)[85], HEBLING, J. Y COL. (1999)[86], COSTA Y COL. (2000)[87], HOLLAND, R. (1998)[88], arrojaron pésimos resultados cuando se aplicó el sistema adhesivo directamente sobre la pulpa.

Las investigaciones de LANZA, L. (1997), evaluaron histológicamente dientes humanos por 120 días en los que se observó que el hidróxido de calcio inducía la formación de la barrera dentinaria y una buena respuesta de la pulpa; en cambio con la aplicación directa del sistema adhesivo se evidenció inflamación crónica a cuerpo extraño en todos los períodos, sin la formación de barrera dentinaria.

PAMEIJER, C.H. Y STANLEY H.R. (1998)[89], discuten los efectos desfavorables que produjo el grabado ácido total en recubrimiento pulpar en simios, concluyen que el hidróxido de calcio es el material de elección, hasta que no aparezca otro material o técnica que supere el éxito obtenido con el hidróxido de calcio.

Las ventajas de los sistemas adhesivos tienen que ver con la reducción de la sensibilidad posoperatoria en cavidades medianas y superficiales, además no es necesario hacer retenciones adicionales, según sea el caso, en virtud de su capacidad adhesiva logrando una mayor conservación de la estructura dentaria[90].

---

[84] NOCCHI CONCEICAO Ewerton. "Odontología restauradora" Salud y estética. 2° Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2005.
[85] LANZA L. Avaliacao clínica y microscopica de um adesivo aplicado em protecoes pulpares diretas de dentes humanos. (Tese de Doutorado). Bauru; Facultade de Odontología. Universidade de Sao Paulo, 1997.
[86] HEBLING J, GIRO EMA, COSTA CAS. "Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp". J Endod., 1999; 25: 676-682.
[87] COSTA CA., MESAS AN, HEBLING J. Pulp response to direct capping with an adhesive system. Am J Dent, 2000. 13: 81-87.
[88] HOLLAND, R et al. Comportamento da polpa dental do cao dianteda exposicao pulpar ou pulpotomia e protecao direta com o sistema All bond 2. Rev Ciencia Odontol, 1998; 1:75-80.
[89] PAMEIJER CH, STANLEY HR. The disastrous effects of the total etch technique in vital pulp capping in primates. Am J Dent, 1998; 11: S45- S54.
[90] BOYER D.B., ROTH L. Fracture resistance of teeth with bonded amalgams. Am J Dent, 1994; 7:91

Sus desventajas están relacionadas con el potencial de lesionar la pulpa dentaria cuando se lo aplica en cavidades profundas, es costoso y su manipulación debe seguir una técnica rigurosa que a veces dificulta el proceso de trabajo[91].

2.4.2 Forros cavitarios o "liners"

Son recubrimientos cuyo espesor no excede los 0,5 mm, utilizados para ejercer una acción antiséptica y estimulante de la dentinogénesis; su función como aislante es principalmente química[92].

Los "liners" son materiales que actúan como barrera de protección entre la dentina y el material de restauración, tiene la capacidad de neutralizar ácidos, su uso se limita a la protección de la dentina, porque se disuelven y desintegran fácilmente por la acción de los fluidos bucales[93].

Son forros cavitarios:

- Hidróxido de calcio fraguable

- Cemento de ionómero vítreo

- Resinas fluidas

2.4.2.1 *Hidróxido de calcio fraguable*

El año 1930 HERMANN (1930)[94] introdujo el hidróxido de calcio como agente de recubrimiento pulpar, los procedimientos terapeúticos pulpares se realizaban mediante la desvitalización con arsénico y otros agentes de fijación. Demostró la formación de dentina

[91] Amalgamas adheridas- Actualidad 1995. Clin Res Assoc. Newsletter , 1996; 10(1):1
[92] MACCHI Ricardo. "Materiales Dentales". 4° Ed. Buenos Aires. Argentina: Editorial Médica Panamericana, 2007.
[93] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales". Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt Brace, 1999.
[94] HERMANN BW: Dentinobliteran der Wurzelkanalc nach der Behandlung mit kalzium, *Zahaerizl Rund*, 1930.

secundaria sobre los lados amputados de las pulpas vitales recubiertas con hidróxido cálcico.

El hidróxido de calcio tiene aplicación en el recubrimiento pulpar directo e indirecto y como barrera de protección bajo las restauraciones de resinas compuestas; sin alterar su polimerización[95].

El objetivo principal en el uso de los forros cavitarios es aprovechar los beneficios del hidróxido de calcio en su capacidad de formación de dentina de reparación; en el caso del hidróxido de calcio es importante no colocarlo en los márgenes de la preparación por su solubilidad en los líquidos orales[96].

STANLEY HR. y LUNDY T.(1972) [97], han indicado que el hidróxido de calcio es un material que hace de barrera de protección para el tejido pulpar, que además de bloquear los túbulos dentinarios, neutraliza los ácidos orgánicos que provienen de materiales como los cementos y materiales de obturación.

FIG N°3. GRANULACIONES DE CALCITA INDUCIDAS POR EL HIDRÓXIDO DE CALCIO

Hidróxido de calcio a los 30 días. Luz polarizada. (Holland y Col.) Tomada de Strela C. p. 113.

[95] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales". Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt Brace, 1999.
[96] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales". 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.
[97] STANLEY HR, LUNDY T. Dycal therapy for pulp exposures. Oral Surg Oral med Oral Pathol. 34:818, 1972.

Este material tiene como ventajas su capacidad bacteriostática y bactericida por su pH alcalino de 11, su manipulación sencilla, su endurecimiento rápido, pero por otro lado es soluble, llegando a desintegrarse cuando hay filtración marginal, su rigidez es baja, posee poca resistencia a la compresión y a la tracción, y no es adhesivo. Actualmente se preconiza la importancia de su utilización en cavidades profundas limitándose únicamente a las áreas más comprometidas, en combinación con otros materiales cuyas propiedades físicas sean superiores, tal es el caso del cemento ionomérico, y también como agente de recubrimiento pulpar directo[98].

2.4.2.2 *Cemento Ionomérico*

Es un material que puede actuar como forro cavitario o base según el espesor en que se lo utilice. PHILLIPS, R. (1998) [99] menciona dos tipos de CIV para forros:

1. El sistema convencional de polvo- líquido, cuyas características en la fórmula se han ajustado para que su manipulación como forro sea más sencilla: fraguado inicial más rápido, mayor fluidez.

2. El sistema fotocurable, sus componentes se mezclan, y se colocan directamente en el diente preparado, no es necesario el previo acondicionamiento dentinario con ácido poliacrílico, el grosor no debe ser mayor de 2 mm para no interferir con el fotocurado.

Ambos tipos de cemento ionomérico tiene la resistencia elástica y de compresión menor que las de los CIV para obturación.

> El propósito primario de los forros de ionómero es servir como material de adhesión intermedio entre el diente y la restauración de compuesto. En la actualidad sirve como agente de adhesión dentinaria. Como resultado de la adhesión, tiende a reducir la formación de aberturas en los márgenes gingivales localizados en la dentina, el cemento o en ambos, causados por contracción de la polimerización de la resina. (PHILLIPS, R. 1998. p.573.) [100]

[98] MILOSEVIC A, "Calcium hydroxide in restorative dentistry". J Dent 1991; 19:3
[99] PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales". 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.
[100] PHILLIPS Ralph W."Ciencia de los Materiales Dentales". 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.

2.4.2.3 *Resinas fluidas*

Son liners resinosos fotopolimerizables, poco resistentes y con escasa rigidez, utilizadas principalmente en combinación con restauraciones de resinas compuestas[101].

Para SARMIENTO, N. (2000) [102], las resinas fluidas podrían mejorar la adaptación cuando son utilizadas en capas delgadas tipo liners. Sustentado en un estudio piloto que realizó y en el que evidenció una mejor adaptación de las resinas compuestas cuando éstas se utilizaban como liners; sin embargo recomienda la realización de otros estudios.

2.4.3 Bases cavitarias

Para HILTON (1996) [103], las bases cavitarias son materiales sustitutos de la dentina, que utilizados como material intermediario permiten un menor espesor de material restaurador y eliminan las retenciones en cavidades para restauraciones indirectas. Además de fortalecer el recubrimiento pulpar incrementando la rigidez del piso cavitario y protegerla contra diferentes tipos de agresión, porque actúan como aislantes térmicos; se colocan en espesores mayores a 0,5 mm[104].

Se consideran materiales indicados para bases cavitarias:

- Cemento ionomérico
- Agregado trióxido mineral
- Otras bases cavitarias: cemento de fosfato de zinc, policarboxilatos, óxido de zinc eugenol y productos modificados (IRM)

[101] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales". Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt Brace, 1999.
[102] SARMIENTO M, "Las resinas fluidas: ¿Solución para la adaptación marginal?. En operatoria Dental y Biomateriales 2000 Perú Henostroza G. Editor, 2000.
[103] HILTON T.J. Cavity sealers, liners and bases: Current philosophies and indications for use. Operative Dentistry. 1996
[104] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

2.4.3.1 *Cemento ionomérico*

Actualmente es el material de protección dentino-pulpar que más se asemeja al ideal por su biocompatibilidad, su capacidad de adhesión química a la dentina y a la resina sin la necesidad de hacer un grabado previo, siempre y cuando haya sido bien manipulado[105].

Sus ventajas se traducen en la liberación de fluoruros que le confieren propiedades anticariógenas, [106], su sellado a la dentina, su baja solubilidad, su módulo de elasticidad y coeficiente de expansión térmica similar a la dentina permiten utilizar este material como sustituto de la dentina[107].

2.4.3.2 *Agregado de trióxido mineral (MTA)*

Hace algunos años surge el agregado trióxido mineral o MTA con el objetivo de sellar la comunicación entre el conducto radicular y la superficie externa del diente. [108] y posteriormente se propone su utilización como una alternativa dentro de los materiales de recubrimiento pulpar. Cuyo nombre comercial es Pro Root (Dentsply, Maillefer) y MTA-Angelus (Angelus).

El MTA se compone principalmente por el silicato tricálcico, aluminio tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato, asimismo aparte de los trióxidos, hay otros óxidos minerales que definen las propiedades tanto físicas como químicas de este material[109].

El MTA fue estudiado por SOARES, I.M.L.(1996) [110]. en dientes de perros a los que se realizó pulpotomías con resultados similares a los del hidróxido de calcio con respecto a la formación de barreras de tejido duro y conservación de la salud y vitalidad

[105] GEDDES I. "Protección dentinopulpar". En Mooney B. Operatoria dental. 3° ed. Buenos Aires. Editorial Médico panamericana. 1999.
[106] GRIFFIN K Y COL. "Caries Inhibition by fluoride- releasing liners". Am J Dent 1992; 5:293
[107] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[108] TORABINEJAD, M; WATSON, T.F; PÍTT FORD, T.R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root and filling material. J Endod., v. 19, p. 591-595, 1993.
[109] LEE, S.J y cols. Sealing ability of a Mineral Mrioxide Aggregate for repair of lateral Root Perforations. J Endodon v. 19, n. 11, p. 541-544, 1993.
[110] LEE, S.J y cols. Sealing ability of a Mineral Mrioxide Aggregate for repair of lateral Root Perforations. J Endodon v. 19, n. 11, p. 541-544, 1993.

pulpar. Por su contenido de gran cantidad de óxido de calcio que cuando es mezclado con agua da como resultado la formación de hidróxido de calcio.

El Agregado Trióxido Mineral (MTA), consiste en un polvo de partículas finas hidrofílicas, que endurecen en presencia de humedad. El resultado es un gel coloidal que solidifica a una estructura dura en menos de 4 horas [111]

Está indicado en las protecciones directas y en las pulpotomías para la protección del complejo dentino pulpar[112].

FARACO- JR. y HOLLAND, R. (2001)[113], hicieron un análisis histomorfológico sobre los resultados obtenidos en pulpas de dientes de perro en las que se recubrió con sistema adhesivo, cemento de hidróxido de calcio y dos tipos de agregado mineral. Los resultados obtenidos evidenciaron inflamación y necrosis del tejido pulpar recubierto con los sistemas adhesivos y ningún caso con formación de puente dentinario. Las pulpas recubiertas con hidróxido de calcio mostraron reparación del tejido con formación de puentes completos de tejido duro en un 33% y en solo el 20% la reparación se asoció a un infiltrado inflamatorio. Para el caso de los dos tipos de agregado trióxido mineral se evidenció la reparación con formación de tejido duro.

El pH obtenido por el MTA después de mezclado es de 10,2 y a las 3 horas, se estabiliza en 12,5. Esta lectura se realizó a través de un pH-metro, utilizando un electrodo de temperatura compensada[114]

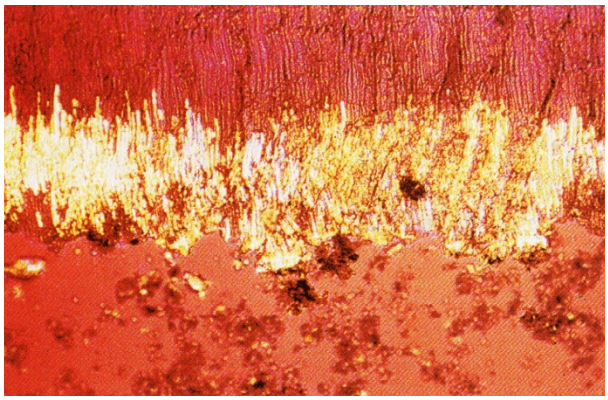
[111] FISCHER, E; ARENS, D.; MILLER, C. "Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with Zinc-free amalgam, intermediate restorative material and Super EBA as a root-end filling material. J. Endod., 24(3):176-9

[112] SOARES, I.A." Resposta pulpar ao MTA – agregado de trióxido mineral- comparado ao hidróxido de cálcio, em pulpotomia: histológico em dentes de caes". Florianópolis, 1996. Trabalho apresentado para o concurso para profesor titular.

[113] FARACO- JR. IM, HOLLAND, R. "Response of the pulp of dogs to capping Mineral Trioxide Aggregate or a calcium hydroxide cement". Dent Traumatol, 2001; 17:163-166.

[114] TORABINEJAD, M.; HONG, C. U.; MCDONALD, F.; PITT FORD, T.R.; "physical and chemical properties of a new root end filling material".J.Endod., 1995. 21:349-53

FIG. N°4 GRANULACIONES DE CALCITA INDUCIDAS POR EL MTA



MTA a los 30 días. Luz polarizada. (Holland y Col.)
Tomada de Strela C. "Ciencia Endodóntica". p. 114.

Para TORABINEJAD, M. Y COL. (1995) [115], el MTA es menos citotóxico, tanto en estado fresco como fraguado que el Super EBA y el IRM, al evaluar su adaptación marginal respecto al Super EBA y amalgama se observó que la cantidad de brechas formada era menor, por lo que presentaba un menor grado de infiltración, los resultados de la resistencia compresiva del MTA es de 70 Mpa, al cabo de 21 días, comparable con la del IRM, pero mucho menor que la de la amalgama que es de 311 Mpa; también se observó que la presencia de humedad no afectaba el sellado.

Es importante resaltar que el MTA por su composición química puede producir decoloración o pigmentación de la estructura dentaria[116].

En la actualidad todavía no han sido publicadas investigaciones que demuestren una evaluación histopatológica de reparación inducida por el MTA en pulpas humanas. Aunque ya se están realizando algunas investigaciones, por el Grupo de Investigación en Biocompatibilidad y Citotoxicidad de los Materiales y reparación Pulpar, en premolares de seres humanos en los que se utiliza el MTA (Proroot) como agentes de recubrimiento. Los resultados preliminares, indican que hubo formación de puente de dentina adyacente al MTA, mostrando a la pulpa subyacente con características histológicas normales. Existen

[115] TORABINEJAD, M.; HONG, C. U.; MCDONALD, F.; PITT FORD, T.R.; "physical and chemical properties of a new root end filling material".J.Endod, 1995.
[116] Instructivo ProRootTM MTA. Hoja de datos de seguridad del material y video. DENTSPLY Tulsa Dental, Oklahoma, USA, 1998.

datos que podrían justificar la indicación de este material como agente de recubrimiento pulpar como la ligera necrosis superficial y la total reparación tisular, sobre las pulpas en las que se aplicó el MTA, además de que sus propiedades mecánicas son superiores a las del hidróxido de calcio. Por otro lado, se han demostrado otros datos, que desestimarían la aplicación de este material como ser la difusión de componentes del MTA hacia el interior de la pulpa, luego de 7 días de su aplicación sobre el tejido pulpar. Posteriormente a los 30 días se observó que estos componentes que habían difundido, llegaron hasta los vasos sanguíneos pulpares y quedaron adheridos a sus paredes, llegando a penetrar en el torrente circulatorio[117].

2.4.4 Otras bases cavitarias

2.4.4.1 *Cemento de fosfato de cinc*

El cemento de fosfato de cinc es ácido durante su aplicación sobre el diente, por lo que se hace necesaria la protección de la pulpa; la acidez inicial tiene una consecuencia nociva sobre la pulpa, sobre todo si ésta ya se encuentra traumatizada[118]

Cuando se lo mezcla es muy ácido, relacionándolo con reacciones de inflamación pulpar, pero actualmente se sabe que la reacción pulpar es en respuesta al pobre sellado marginal y la consecuente invasión microbiana[119].

Existe una posibilidad real de daño a la pulpa si se pone en contacto íntimo la porción líquida del cemento, además el efecto producido por la acidez y reacción exotérmica sugieren ser transitorias como se explicó anteriormente; "conviene proteger la pulpa"[120].

En cavidades muy profundas se debe hacer una protección de la pulpa con bases de hidróxido de calcio antes de colocar la base intermedia del cemento de fosfato de cinc; y en

[117] MIYASHITA Eduardo. SALAZAR FONSECA Antonio: "Odontología Estética". El estado del Arte. Sao Paulo. Brasil: Ed. Artes Médicas, 2005.
[118] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales" Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt brace, 1999.
[119] HILTON T.J. "Cavity sealers, liners, and bases: Current philosophies and indications for use". Operative Dentistry 1996; 21: 134-146.
[120] KIM S, TROWBRIDGE H. "Reacción de la pulpa frente a la caries y los procedimientos dentales". En Cohen S, Burns C, editores. Vías de la pulpa. 7ma ed. España. Hartcourt, 1999: 508-527

casos de tallados extensos para muñones dentarios es recomendable el uso de un barniz cavitario en capas delgadas para proteger a la dentina y sus túbulos del ingreso del ácido fosfórico.[121].

2.4.4.2 *Cemento de policarboxilato de cinc*

Los cementos de policarboxilato no son tan resistentes como los cementos de fosfato de cinc, pero son menos irritantes para la pulpa[122].

Estos cementos tienen un pH ligeramente más ácido que los cementos de fosfato de cinc. Lasa reacciones histológicas observadas son más bien parecidas a las de los cementos de óxido de cinc eugenol, aunque los cementos de policarboxilato tienen capacidad inductora de formación de dentina de reparación[123].

Este es un material de solubilidad relativamente elevada, sus propiedades mecánicas no son las mejores, sin embargo es un material que se consideró como base para el desarrollo de otros materiales, que resultan en la formación de sales de aluminio, más estables y con propiedades más satisfactorias[124].

2.4.4.3 *Cemento de oxido de cinc eugenol*

Según BRÄNNSTRÖM, M. (1984)[125], el óxido de cinc eugenol es irritante para la pulpa, cuando es utilizado en cavidades profundas puede producir inflamación; por esto se recomienda colocar un recubridor debajo de este cemento.

---

[121] GUZMÁN BÁEZ José. "Biomateriales odontólogicos de uso clínico". 1° Ed. Bogotá. Colombia: Cat editores, 1990.
[122] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales" Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt brace, 1999.
[123] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales" Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt brace, 1999.
[124] MACCHI Ricardo. "Materiales Dentales". 4° Ed. Buenos Aires. Argentina: Editorial Médica Panamericana, 2007.
[125] BRÄNNSTRÖM, M. "Comunication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. Operative Dentistry, 1984.

Son cementos de uso frecuente como material de obturación provisional, por su excelente sellado, al mismo tiempo que posee una acción sedante sobre el complejo dentino-pulpar[126].

Los cementos a base de óxido de cinc-eugenol tienen indicación específica en la cementación sobre dientes preparados en los que se ha expuesto a los túbulos dentinarios[127]

El oxido de cinc-eugenol es un material que por mucho tiempo se utilizó como agente de protección pulpar, HOLLAND, R. (2001) [128] y LOPES, HP. (1996) [129] realizaron numerosos estudios en relación a sus efectos sobre el tejido conectivo. MELLO, W Y COL. (1972)[130] , hicieron una evaluación de revestimientos pulpares con hidróxido de calcio y con pasta de óxido de cinc- eugenol y según el análisis histológico afirmaron que el oxido de cinc eugenol no provocó la formación de una barrera de tejido duro, se observó la persistencia de un proceso inflamatorio crónico de larga data, cuya intensidad era directamente influenciada por la cantidad de eugenol presente. A diferencia del hidróxido de calcio que además de formar la barrera de tejido duro conserva a la pulpa sin inflamación.

La posibilidad de irritación pulpar se incrementa a medida que hay mayor cantidad de eugenol libre en la mezcla. El eugenol libre es el que produce el efecto anestésico o sedante por su capacidad de bloquear la transmisión nerviosa e interferir en la respiración celular, capaz de producir necrosis pulpar [131].

Las propiedades mecánicas del cemento de oxido de cinc eugenol son bajas, además el eugenol interfiere en la polimerización de las resinas compuestas, razón por la cual están contraindicados como bases, en restauraciones con estos materiales. Sin

[126] GUZMÁN BÁEZ José. "Biomateriales odontólogicos de uso clínico". 1° Ed. Bogotá. Colombia: Cat editores, 1990.
[127] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales" Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt brace, 1999
[128] HOLLAND R, DELGADO RJM, SOUZA V. "Defeitos en forma de túnel em pontes de dentina sao características exclusivas do emprego do hidróxido de calcio? ".Rev. Ciencias Odontolg, 2001; 4: 51-56.
[129] LOPES HP, ESTRELA C, ELÍAS CN. " Comparative study of the hard tissue bridge after pulpotomy with calcium hidroxide associates of various vehicles". Braz. Endod. J, 1996.
[130] MELLO W, HOLLAND R, SOUZA V. "Capeamento pulpar com hidróxido de calcio ou pasta de áxido de zinco e eugenol. Rev. Fac Odontol.. Aracatuba, 1972; 1:33-44.
[131] GRAIG Robert, O'BRIEN William, POWERS John. "Materiales dentales" Propiedades y manipulación. 6° Ed. Madrid. España: Harcourt brace, 1999.

embargo tiene una buena adaptación a las paredes cavitarias dando un buen sellado marginal, posee propiedades antibacterianas, por lo que son ampliamente recomendados en la inactivación de caries múltiples, y como materiales de obturación provisoria en tratamientos expectantes. Solo se deben ser utilizados como materiales de obturación provisional[132].

2.5 SELECCIÓN DEL MATERIAL DE PROTECCIÓN DENTINO PULPAR

Existen una serie de factores a considerar en el momento de decidir si proteger la pulpa o no y de elegir el material adecuado para ese cometido:

a.- Diagnóstico pulpar

b.- Permeabilidad dentinaria

c.- Edad del paciente

d.- Profundidad de la preparación

e.- Material de restauración

f.- Oclusión

2.5.1 Diagnóstico pulpar

El diagnóstico preoperatorio tanto clínico como radiográfico es de suma importancia ya que el criterio de selección de material de protección va a ser diferente, por ejemplo, frente a una hiperemia pulpar que representa un mayor riesgo de transformarse en un estado irreversible, o a una pulpitis o necrosis, estados que no podrán ser revertidos por el efecto de ningún material de protección[133].

[132] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

[133] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

La complejidad del diagnóstico radica en que no es fácil determinar el estado de compromiso de la pulpa y definir los límites entre los estados reversibles o irreversibles; de ahí es que resulta de suma importancia revisar muy bien los signos y síntomas que nos permiten diferenciar la pulpa sana, de la que presenta lesiones reversibles o irreversibles. Una pulpa clínicamente sana no debe presentar dolor espontáneo, ni referir ninguna historia de dolor anterior, tampoco estar en relación con dentina infectada por caries[134].

Los criterios para realizar el diagnóstico de la condición pulpar son, según PEREIRA, J.C. (1998)[135]:

2.5.1.2 *Pulpa potencialmente reversible*

- Dolor :

Provocado: necesita de estímulo externo (frío calor, dulce, sondaje, etc)

Momentáneo : desaparece rápidamente quitando el estímulo

A la percusión: respuesta negativa a menos que haya trauma oclusal

- Historia clínica: procedimientos odontológicos recientes como preparaciones cavitarias, restauraciones, remoción de cálculos periodontales, o la presencia de zonas con exposición dentinaria (erosión, abrasión, atrición), trauma oclusal.
- Color: normal
- Radiografía: periápice negativo, puede evidenciar restauraciones o pequeñas caries.

[134] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[135] PEREIRA J.C SEGALA A.D Y COSTA CAS (1998). Human Pulp response to direct capping with an adhesive systems. Histologic study. Am J Dent (submmited for publication). Obtenido de PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.

2.5.1.3 *Pulpa potencialmente irreversible*

- Dolor:

Espontáneo: no necesita de estímulo externo, tejido pulpar injuriado o necrosado

Continuo: persiste por minutos incluso horas, después de que el estímulo es quitado

Intermitente: dolor espontáneo de corta duración

Pulsátil: debido a áreas de presión intrapulpar aumentada

Reflejo: no sabe referir donde

Decubito: cuando el paciente está recostado aumenta la presión cefálica por lo tanto aumenta el dolor.

A la percusión: puede ocurrir en estados avanzados de pulpitis asociados a lesión periapical.

Historia clínica: restauraciones extensas en cavidades profundas resultantes de lesiones profundas muy próximas a la pulpa, recubrimiento pulpar directo, indirecto. Trauma oclusal, lesión periodontal crónica, pulpitis asociada a lesión periapical.

- Color: alterado, puede sufrir alteraciones debido a la destrucción del tejido pulpar o hemorragias intrapulpares (café- negro)

- Radiografías: periápice negativo, periápice positivo cuando hay procesos infecciosos.

La presencia de dolor espontáneo o provocado persistente nos indica la presencia de una lesión aguda.

La pulpa con cubierta de dentina cariada nos sugiere una pulpitis de evolución crónica.

Existen pruebas diagnósticas basadas en la detección de moléculas existentes en lesiones por caries o lesiones pulpares; que actuarían como indicadores o marcadores de

procesos inmunes e inflamatorios, que proporcionaría información sobre el estado anterior, actual y futuro de la lesión. Se trataría de proteínas solubles de bajo peso molecular llamadas citocinas presentes en el tejido afectado por caries en zonas próximas a la pulpa o en la pulpa expuesta. Según la molécula que se identifique se podría determinar si los procesos observados en la pulpa son por regeneración o por degradación; o si son de evolución aguda o crónica; lo que permitiría realizar un diagnóstico rápido y eficaz ante situaciones dudosas[136].

Los resultados detectados por MARESCA y COL. (2002)[137], mediante Elisa dieron altos índices de IL 8 en lesiones pulpares agudas en relación a las crónicas. La presencia de determinados niveles de IL 8 permite definir el estado de conservación de la pulpa. La presencia de interleucina 8, quimiotáctica de los neutrófilos indica la presencia de una lesión de evolución aguda anticipándose a su diagnóstico clínico.

2.5.2 Permeabilidad Dentinaria

La permeabilidad dentinaria está relacionada con la frecuencia y diámetro de los túbulos dentinarios, que están presentes en diferentes zonas de la dentina; según su cercanía o no a la pulpa, y cuya relación sería directamente proporcional con la profundidad de la lesión, es decir cuánto más cerca a la pulpa; habrá una mayor permeabilidad dentinaria, por aumento en el número y diámetro de los túbulos dentinarios, que se traduce en un aumento de la superficie dentinaria de difusión, incrementando a su vez las vías de entrada para elementos irritativos y con ello una mayor necesidad de protección del complejo dentinopulpar[138].

La permeabilidad dentinaria está sujeta a modificaciones con la edad; en pulpas más jóvenes los túbulos dentinarios son más anchos y por lo tanto más permeables a

[136] MARESCA B.M , CHULUYAN E, HIGUERA J, FERNÁNDEZ MONJES, J. Determinación de interleuquina 8 en el Proceso Evolutivo de la Caries XXXII Reunión científica Anual de la Divisi´ón Argentina de la Asociación Internacional de la investigación odontológica, 2002.
[137] MARESCA B.M , CHULUYAN E, HIGUERA J, FERNÁNDEZ MONJES, J. Determinación de interleuquina 8 en el Proceso Evolutivo de la Caries XXXII Reunión científica Anual de la Divisi´ón Argentina de la Asociación Internacional de la investigación odontológica, 2002.
[138] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

componentes tóxicos que en una pulpa adulta donde ya se ha formado dentina esclerótica y terciaria[139].

La permeabilidad dentinaria también es diferente en dientes en los que se realizan preparaciones nuevas o diente "virgen", donde los túbulos dentinarios son más permeables; que en piezas dentarias en las que se reemplazan antiguas restauraciones, se realizan tratamientos de erosiones o abrasiones, en los que la pulpa tuvo tiempo de reaccionar formando dentina esclerótica o terciaria. Cuanto más cerca de la pulpa esté nuestra preparación cavitaria se habrán dañado mayor cantidad de conductillos dentinarios por unidad de superficie[140].

2.5.3 Edad del Paciente

El envejecimiento de los dientes se debe no sólo al paso del tiempo, sino también a los estímulos de la función y la irritación. Un diente viejo puede responder perfectamente ante los daños ocasionados por caries, procedimientos restauradores extensos y traumatismos. Dado que la pulpa reacciona a su entorno y se encuentra en íntimo contacto con la dentina, responderá a los daños mediante la modificación de la anatomía de sus estructuras internas y tejidos duros circundantes[141].

El tamaño de la pulpa es mayor en pacientes jóvenes, que dejan espesores menores de dentina remanente tras la preparación de cavidades no muy profundas. También es bueno recordar que una pulpa joven tiene buena irrigación que le permite responder de forma positiva a irritantes formando dentina esclerótica y terciaria., al contrario de una pulpa envejecida que ha ido disminuyendo está capacidad; y con ello sus posibilidades de una respuesta exitosa después de la protección pulpar directa[142].

---

[139] STANLEY HR. " Pulpal consideration of adhesive materials". Oper Dent supp, 1992.
[140] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[141] MORSE D. "Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging". 1991—Pashley D, Walton R. Histología y Fisiología de la pulpa dental. En Ingle J, Bakland L, editores. Endodoncia. 4°ed. Mexico: Editorial Mc Graw Hill, 1997.
[142] STANLEY HR. "Pulpal consideration of adhesive materials". Oper Dent supp, 1992.

2.5.4 Profundidad de la Preparación

La protección dentino-pulpar tiene como fin sellar el material a las paredes dentinarias imposibilitando así, el pasaje de sustancias químicas, bacterianas o toxinas y a su vez evitar la filtración marginal[143].

STEFANELLO (2005) [144] afirma que la protección pulpar se clasifica en indirecta y directa y que la protección indirecta a su vez se clasifica en *protección indirecta biológica* cuando el material que se utiliza va a estimular la reparación pulpar; por otro lado está la *protección indirecta física*, cuándo lo que se busca es cerrar los túbulos dentinarios que quedaron abiertos ya sea durante la eliminación de la caries o como resultado de la preparación cavitaria.

SOARES, I.J. (2008, p. 169) [145], afirma "la constatación clínica de que la pulpa viva es la mejor obturación del conducto radicular sugiere que su conservación, en su totalidad o en parte, es una alternativa válida y necesaria".

Este factor es considerado uno de los más importantes al momento de elegir el material de protección dentinopulpar. En este sentido es conveniente hacer una clasificación de las cavidades para orientar el criterio de selección del material de protección[146].

[143] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J. "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[144] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil: Ed. Amolca, 2005.
[145] SOARES, I.J, GOLDBERG, F. "Endodoncia". Técnica y fundamentos. 1° Ed. Argentina: Ed. Médica Panamericana, 2008.
[146] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.

2.5.4.1 *Protección pulpar indirecta*

A. Cavidad rasa superficial

Son preparaciones superficiales cercanas al límite amelodentinario donde se cortan las prolongaciones odontoblásticas y solamente producen irritaciones leves. En este caso los túbulos dentinarios son pequeños y se encuentran en menor cantidad[147].

En cavidades superficiales no es necesaria la utilización de ningún otro material de protección porque la mejor protección del complejo pulpar es la dentina misma, ésta provee aislamiento térmico y eléctrico, así como la rigidez necesaria para contrarrestar la flexión que podría producirse con el material de obturación[148]

El cemento ionomérico puede aplicarse directamente sobre la dentina en cavidades superficiales y medias[149]

Procedimiento para la protección dentino- pulpar:[150]

Los principios que debemos seguir durante la protección del complejo dentino-pulpar antes de realizar la restauración definitiva son:

1. Evaluar previamente la condición pulpar y así tener un control de la sumatoria de estímulos.
2. Evitar la contaminación de la cavidad durante el procedimiento restaurador, por lo que se debe trabajar con aislamiento absoluto.
3. Después de realizar la preparación cavitaria y antes de proceder a la restauración, se debe realizar la limpieza de las paredes dentinarias para disminuir los residuos y/ o barro dentinario, que se logra durante el acondicionamiento ácido de la dentina.

[147] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil. Ed. Amolca, 2005.
[148] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J. "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[149] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil. Ed. Amolca, 2005.
[150] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.

3. Aplicar directamente sobre la cavidad preparada los sistemas adhesivos, para formar la *capa híbrida* en el caso de acondicionamiento ácido antes de la adhesión, o la *capa integrada* para el caso de sistemas adhesivos autoacondicionantes.
Los sistemas adhesivos actúan como selladores dentinarios, cuya principal función es reducir la filtración marginal[151].

B. Cavidad Media

Son cavidades que presentan 1mm o más de dentina remanente[152], este tipo de cavidad requiere de algún material de protección que además tenga función de aislamiento térmico, eléctrico y bacteriano.

Las protecciones indirectas en las que se considera un espesor de 1mm o más de remanente dentinario, el material de elección es el cemento ionomérico, en consideración a sus cualidades de biocompatibilidad, adhesión química a la dentina, coeficiente de expansión térmica semejante a la del diente, por lo tanto previene la filtración marginal, además de sus óptimas propiedades mecánicas.[153] .

***Procedimiento para la protección dentino- pulpar*:**[154]

Los principios que debemos seguir para proceder a la protección del complejo dentino-pulpar antes de realizar la restauración definitiva en una cavidad media son:

1. Evaluar previamente la condición pulpar.
2. Realizar el aislamiento absoluto para evitar la contaminación de la cavidad.
3. Se procede a limpiar la cavidad para disminuir los residuos y/ o barro dentinario, que se logra durante el acondicionamiento ácido de la dentina.

[151] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J. "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[152] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.
[153] MOUNT GJ. "Atlas práctico de cementos de ionómero de vidrio". Barcelona. Salvat, 1990.
[154] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.

3. Colocar cemento ionomérico como base cavitaria en una preparación de profundidad media, que además sirve como material de relleno de la cavidad y que tiene como efecto disminuir la contracción de polimerización de la resina
4. Aplicar los sistemas adhesivos que logran la hibridación o integración de la dentina.

C. Cavidad Profunda

Se encuentra a nivel del tercio medio profundo de la dentina donde los túbulos dentinarios se presentan más amplios y más numerosos[155]. La preparación profunda es de alto riesgo debido a la cercanía de la pulpa ya que puede haber microexposiciones no visibles que la comuniquen con el piso cavitario[156]

Las obturaciones con resinas compuestas debajo de las cuales no se ha realizado una protección pulpar adecuada pueden causar pulpitits crónica persistente por tiempos indefinidos en cavidades con un espesor de dentina remanente de 1mm aproximadamente.[157]

Estas cavidades se pueden dividir en:

- Cavidad profunda sin exposición pulpar

- Cavidad profunda con exposición pulpar.

[155] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.
[156] CASTAÑEDA J.C. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 15° modulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2010.
[157]PHILLIPS Ralph W. "Ciencia de los Materiales Dentales". 10° Ed. Mexico: McGraw-Hill, 1998.

D. Cavidad Bastante Profunda Sin Exposición Pulpar

Es la cavidad que presenta aproximadamente 1 mm o menos de remanente dentinario dejando translucir la pulpa[158].

Se debe considerar que una cavidad es profunda cuando su pared de fondo tenga un espesor de dentina remanente de 0,5 mm o menos[159].

Cuándo se han eliminado las noxas y con un sellado hermético de los túbulos, la pulpa reacciona favorablemente y forma su propia defensa, cualquiera sea el material con que se recubra la dentina[160].

El cemento de hidróxido de calcio es el material que se recomienda para la protección en cavidades medias y profundas, sobre todo en las cavidades profundas en las que puede haber una microexposición que no se detectó clínicamente; pero solamente en las paredes de fondo y una capa muy fina en las paredes pulpar y axial a manera de puente, buscando un efecto por contacto no por volumen y así el hidróxido de calcio no interfiere con la adhesión de la restauración[161].

En las cavidades profundas se debe emplear el hidróxido de calcio como recubrimiento antes de colocar el cemento ionomérico, puesto que al existir una delgada capa de tejido dentinario se torna en irritante pulpar[162].

Según COSTA (2003)[163], se realizaron trabajos in vivo en dientes con un remanente de dentina de 0,4 um en los que se observó que los cementos de ionómero vítreo resinosos tuvieron el mismo comportamiento que los cementos de hidróxido de calcio, por lo que se los considera un óptimo material en la protección dentino-pulpar incluso en cavidades profundas.

---

[158] Especialidad de Odontología Restauradora y Estética. UMSS. Dr. Castañeda Juan Carlos, 2009.
[159] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil. Ed. Amolca, 2005.
[160] COX CF y col. "Reparative dentin: factors affecting its deposition." Quintessence Int 1992; 23: 257.
[161] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil. Ed. Amolca, 2005.
[162] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ Pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil. Ed. Amolca, 2005.
[163] COSTA, C.A.S, et al. "Short term evaluation of the pulpo- dentin complex response to a resin- modified glass- ionomer cement and bond agent applied in deep cavities". Dent. Mat, 2003.

***Procedimiento para la protección dentino- pulpar* :** [164]

Antes de proceder a la protección del complejo dentino-pulpar en una cavidad profunda sin exposición pulpar, con un remanente de dentina de 1mm o menos, y/o que deja translucir la pulpa se sigue el siguiente protocolo:

1. Evaluación previa de la condición pulpar.
2. Aislamiento absoluto durante el procedimiento restaurador para evitar la contaminación de la cavidad.
3. Después de realizar la preparación cavitaria y antes de proceder a la restauración, se protege el complejo dentino-pulpar con los agentes de protección indicados para una cavidad profunda sin exposición pulpar, según la secuencia abajo indicada:

- Aplicar cemento de hidróxido de calcio sobre la pared pulpar.
- Colocar una capa de cemento ionomérico, sobre el hidróxido de calcio.
- Hibridar las paredes dentinarias de la cavidad haciendo uso de los sistemas adhesivos.

2.5.4.2 *Protección pulpar directa*

A. Cavidad Bastante Profunda Con Exposición Pulpar

Cuando se ha producido la exposición de la pulpa en forma accidental, que generalmente se produce durante la remoción de caries del fondo de la cavidad, o por algún otro procedimiento, el material a elegir es el hidróxido de calcio, por su biocompatibilidad y su capacidad de formar el puente dentinario, con el cuidado de que durante su aplicación no penetre en el tejido pulpar, ya que su acción sería de irritante crónico[165].

[164] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.

[165] STEFANELLO BUSATO Adair, GONZÁLEZ pedro, PRATES Ricardo. "Odontología Restauradora y Estética". Sao Paulo. Brasil. Ed. Amolca, 2005.

B. Consideraciones para la protección pulpar directa

Antes de proceder con la protección pulpar directa, es pertinente tomar en cuenta ciertos aspectos que se detallan a continuación:

B.1 Diagnóstico preoperatorio

El evaluar las condiciones por las que el profesional se inclinará hacia el tratamiento conservador require de conocimientos, experiencia clínica y sentido común. La suma de toda la información tanto objetiva como subjetiva es una buena manera de poder arribar a la selección del procedimiento más conveniente[166].

"Tan importante como saber hacer es decidir cuándo hacer". (SOARES, I.J. 2008, p. 170)

B.2 Extensión de la exposición

La comunicación no debe ser muy extensa, ésta debe ser menor de 1mm[167], aunque para STANLEY, HR. (1998)[168], el tamaño de la exposición no es determinante en el éxito del recubrimiento pulpar, sino más bien estaría relacionada con la destreza del operador. E incluso aconseja la ampliación de la exposición para limpiar la zona y lograr un mayor contacto de la pulpa con el medicamento.

Sin embargo para LONG, HP. (1996)[169], una zona con mayor exposición tiene mayores posibilidades de contaminación con microorganismos; así como el riesgo de formación de un coágulo sobre la pulpa que dificultará el proceso de cicatrización y la consecuente formación del puente dentinario. Al constituirse, por un lado, en una barrera que impide la acción terapéutica del medicamento, y por otro interfiriendo directamente en el proceso de cicatrización por eliminación de sus productos de degradación.

---

[166] SOARES, I.J, GOLDBERG, F. "Endodoncia". Técnica y fundamentos. 1° Ed. Argentina: Ed. Médica Panamericana, 2008.

[167] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

[168] STANLEY HR. Criteria for standardizing and increasing creability of direct pulp capping estudies. Proceeding of Symposium Current Concepts and Controversies in Vital Pulp Capping. Am J Dent 11 (Special Issue): S11-S16, 1998.

[169] LONG HP. Oral and dental trauma in children and adolescents. Oxford University. London, 1996.

B.3 Características del sangrado

En algunas situaciones, una vez producida la exposición pulpar hay hemorragia. Es conveniente considerar que la intensidad de la hemorragia es proporcional con la cantidad de tejido expuesto y la magnitud del procedimiento operatorio causante de la exposición. Las hemorragias intensas luego de exposiciones pequeñas, causadas por procedimientos clínicos pequeños están sugiriendo que las alteraciones de la pulpa son bastante severas[170].

Para MATSUO Y COL. (1996)[171], el grado de sangrado está en relación directa con el éxito del recubrimiento pulpar. IMANISHI Y COL. (1989) [172], observó esta correlación al obtener un mayor número de casos con éxito en los procedimientos de recubrimiento cuando hubo escaso sangrado que en aquellos en los que el sangrado era excesivo.

Una de las primeras observaciones clínicas positivas es la coloración roja de la pulpa expuesta, así como el sangrado rojo resultado de la exposición. En cambio una coloración oscura contraindicaría el tratamiento conservador. Esa coloración más oscura podría deberse a la acumulación de sangre venosa, que es menos oxigenada, producto de las graves alteraciones vasculares[173].

B.4 Edad del paciente

A causa del envejecimiento normal de la pulpa dental, las posibilidades de llevar a cabo con éxito un recubrimiento pulpar disminuyen con la edad. En las pulpas dentales de las personas ya mayores se aprecia un aumento de los depósitos fibrosos y de calcio así como una disminución del volumen pulpar. Asimismo, con la edad disminuye

[170] SOARES, I.A." Resposta pulpar ao MTA – agregado de trióxido mineral- comparado ao hidróxido de cálcio, em pulpotomia: histológico em dentes de caes". Florianópolis, 1996. Trabalho apresentado para o concurso para profesor titular.
[171] MATSUO T, NAKANISHI T, SHIMIZU H, SHIGEYUKI E. Aclinical study of direct pulp capping applied to carious- exposed pulps. J Rndodo 22(10):551-556, 1996.
[172] IMANISHI K, MATSUO T, NAKASHI Y, SAMEJIMA Y, EBISU S, OKADA H. Clinical findings in *relation* to the success rate of direct pulp capping. Jnp J Conserv Dent 32: 1745-1750, 1989.
[173] IMANISHI K, MATSUO T, NAKASHI Y, SAMEJIMA Y, EBISU S, OKADA H. Clinical findings in *relation* to the success rate of direct pulp capping. Jnp J Conserv Dent 32: 1745-1750, 1989.

significativamente la proliferación de fibroblastos observada en dientes de animales jóvenes [174].

B.5 Control de la contaminación

Experimentos realizados en animales de laboratorio libres de gérmenes, han demostrado la importancia de la presencia de microorganismos en la evolución positiva de los tejidos pulpares expuestos; mientras que en el tejido pulpar lesionado y contaminado con microorganismos no hubo respuesta, sí se observó recuperación en el tejido de los animales sin gérmenes, independientemente de la gravedad de la exposición pulpar[175].

SELTZER S y BENDER IB. (1987)[176], indican que la exposición contaminante al medio bucal por pequeños lapsos de tiempo no son tan nocivos como los más prolongados, puesto que en una pulpa sana, los microorganismos no se instalan fácilmente; a mayores tiempos de exposición del tejido lesionado al medio bucal incrementan las posibilidades de instalación de microorganismos con evolución hacia una pulpitis.

Según LONG, HP. (1996)[177], las exposiciones pulpares cuya causa es el traumatismo tienen un buen pronóstico si el recubrimiento pulpar se realiza aún después de las 24 hrs; lavando con solución salina estéril la película de fibrina y microorganismos bucales ubicadas en la superficie pulpar antes del recubrimiento. Es importante asegurarse de realizar un buen sellado de la restauración para no incurrir en la contaminación.

[174] SELTZER S, BENDER IB. "La pulpa dental". Consideraciones biológicas en los procedimientos odontológicos. 3° Ed. Mexico: Ed. El Manual Moderno, 1987.
[175] KAKEHASHI S, STANLEY HR, FITZGERAL RJ, The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rat. Oral Surg 20: 340-349, 1965.
[176] SELTZER S, BENDER IB. "La pulpa dental". Consideraciones biológicas en los procedimientos odontológicos. 3° Ed. Mexico: Ed. El Manual Moderno, 1987.
[177] LONG HP. Oral and dental trauma in children and adolescents. Oxford University. London, 1996.

B.6 Localización de la exposición pulpar

El lugar en el que se produce la exposición pulpar es una consideración importante para el pronóstico.

En el caso de exposiciones ubicadas en la pared axial, muy frecuentes en caries radiculares o cavidades clase V, puede llevar a que el tejido pulpar coronal quede desprovisto de irrigación sanguínea, que finalmente llevará a la pérdida de vitalidad con posterior infección, esto además afectará el tejido apical imposibilitando la formación de la barrera dentinaria. Esto es especialmente importante en la preparación de clases V en dientes anteriores, donde la profundidad de la pulpa de vestibular hacia lingual es de 0,5 mm aproximadamente y la acción del hidróxido de calcio produce una cauterización química que en profundidad se extiende de 0,3 a 0,7 mm[178].

Según estudios experimentales realizados por STANLEY, HR. (1998)[179], donde se realizan exposiciones pulpares intencionales, en cavidades clase V en las que no existe una importante alteración del tejido pulpar. En los casos en los que hay mayor compromiso del tejido pulpar coronal, y en los que la penetración de la fresa es mayor con corte de la pared lingual, si la pulpa sobrevive, se va a formar un puente horizontal que complica el éxito del recubrimiento.

B.7 Sellado de la cavidad

Es preferible realizar la obturación con un material permanente mientras se mantiene la pieza en observación; que puede ser amalgama, resina compuesta o cemento ionomérico.

[178] SELTZER S, BENDER IB. "La pulpa dental". Consideraciones biológicas en los procedimientos odontológicos. 3° Ed. Mexico: Ed. El Manual Moderno, 1987.
[179] STANLEY HR. Criteria for standardizing and increasing creability of direct pulp capping estudies. Proceeding of Symposium Current Concepts and Controversies in Vital Pulp Capping. Am J Dent 11 (Special Issue): S11-S16, 1998.

Para HILTON TJ (1996)[180], la causa del fracaso del hidróxido de calcio se encuentra en su incapacidad para garantizar un buen sellado que evite la microfiltración a largo plazo.

Estudios realizados en dientes humanos con el cemento de ionómero vítreo aplicado directamente sobre la pulpa mostraron reacción inflamatoria intensa, y no se observó puente dentinario completo en ninguno de los dientes tratados. [181]

Procedimientos para la protección dentino-pulpar directa: [182]

Antes de proceder a la protección directa del complejo dentino-pulpar, es esencial tener en cuenta ciertas consideraciones que nos permitan decidir entre conservar la pulpa o elegir el tratamiento más radical como es la remoción completa del tejido.

1. Evaluar los criterios que nos indican el tratamiento conservador de la pulpa y que son indicativos de que se producirá la respuesta pulpar con formación de la barrera dentinaria:
   - Grado de compromiso pulpar
   - Extensión de la lesión
   - Tiempo de exposición
   - Sangrado normal: rojo vivo
   - Grado de destrucción de la corona.
   - Sintomatología dolorosa previa, si no la hubo está indicada la protección directa.
2. Lavar abundantemente la cavidad con suero fisiológico, agua destilada o agua de cal, con lo que se logra cohibir la hemorragia localizada, hasta obtener una cámara pulpar limpia.
4. Secar con algodón
5. Aplicar un corticosteroide en colirio, por 10-15 minutos.
6. Secar con algodón

[180] HILTON TJ., Cavity sealers, liners, and bases. Current philosophies and indications for use. Oper Dent 21: 134-146, 1996.
[181] COSTA, C.A.S., HEBLING, J."Biología del complejo dentinopulpar en reacción a su protección mediante adhesivos". En HENOSTROZA H., G. Adhesión en odontología restauradora. Curitiba: Maio, 2003. p. 163-193
[182] PAZ NORMA. "Especialidad en odontología restauradora y Estética". Apuntes del 5° Módulo, Universidad Mayor de San Simón. Posgrado, Cochabamba. Bolivia, 2009.

7. Se procede a la aplicación del agente de protección dentino-pulpar en este caso es el hidróxido de calcio puro (en polvo).
8. Aplicar cemento de hidróxido de calcio.
9. Colocar como base cavitaria el cemento ionomérico.
10. Hibridación de las paredes dentinarias con los sistemas adhesivos.
11. Proceder con la restauración final, sino es posible, hacer la restauración provisional.
12. Proservación.

2.5.5 Material de restauración

Por mucho tiempo se ha sostenido que los materiales de restauración eran los agentes que producían el daño pulpar por los efectos tóxicos de sus componentes. No obstante no ha podido ser relacionada la reacción lesiva de la pulpa en relación con las propiedades citotóxicas de estos materiales. Además de la toxicidad química de los materiales se encuentran otras propiedades que podrían inducir a lesión pulpar[183]:

1. Acidez (concentración de iones hidrógeno)

2. Absorción de agua durante el fraguado

3. Calor generado al fraguar

4. Adaptación marginal deficiente, que conduce a la contaminación bacteriana.

Con respecto a la acidez del material restaurador como irritante pulpar:

PLANT CG y JONES DW (1976)[184], encontraron que la concentración de hidrogeniones en el material de restauración, no tenía relación con la respuesta pulpar. Sin embargo un material ácido como el fosfato de cinc cuando es colocado en consistencia pastosa sobre una cavidad profunda puede generar una respuesta de toxicidad en la pulpa. El estudio comprobó que en una cavidad extensa y profunda clase V, en la que existe un remanente dentinario de aproximadamente 0,5 mm, el cemento de fosfato de cinc producía una disminución del riego sanguíneo pulpar, luego después de unos 30 minutos cuando el

[183] COHEN Stephen, BURNS Richard: Vías de la pulpa. 8° ed. Madrid. España. Elsevier Science, 2002.
[184] PLANT CG, JONES DW. The damaging effects of restorative materials. I. Phsysical and chemical properties, Br Dent J 140:373, 1976.

cemento ya había endurecido el flujo sanguíneo se incrementó nuevamente, por lo que se concluyó que el efecto del cemento sobre la circulación de la pulpa era transitorio y temporal.

Probablemente la dentina y el fluido dentinario neutralizan los ácidos componentes de los materiales restauradores[185].

Conforme la dentina superficial es desmineralizada, se liberan iones fosfato, que tiene un efecto neutralizador del ácido[186].

La absorción de agua que se produce en el momento del fraguado del material también se puede desestimar como una causa de lesión pulpar. Haciendo una comparación con la eliminación de fluido dentinario producida por chorro de aire cuando se prepara una cavidad, no es causante de respuesta inflamatoria en la pulpa; la magnitud con que el material absorbe el agua es intrascendente[187].

PLANT, CG y JONES, DW. (1976)[188], encontraron que no existe relación entre las propiedades hidrofílicas de los materiales de restauración y su acción sobre la pulpa.

De todos los materiales observados, el cemento de fosfato de cinc es el que presenta mayor reacción exotérmica, generando un incremento de 2,14°C. Podría ser que tanto los efectos químicos como exotérmicos del cemento se deban los cambios en el flujo sanguíneo pulpar[189].

Sin embargo, esa elevación de la temperatura no fue suficiente como para producir lesión tisular[190].

En relación a la contaminación bacteriana, según COHEN, S. (2002)[191], es aceptado desde mucho tiempo atrás que los materiales odontológicos no se adaptan lo suficiente a la estructura dentaria como para lograr un cierre hermético, por lo que se ha reconocido que

[185] BRÄNNSTRÖM M, VOJINOVIC O, NORDENVALL KJ: "bacterial and pulpal reactions under silicate cement restorations, *J Prosthet Dent* 41:290, 1979
[186] COHEN Stephen, BURNS Richard: Vías de la pulpa. 8° ed. Madrid. España. Elsevier Science, 2002.
[187] COHEN Stephen, BURNS Richard: Vías de la pulpa. 8° ed. Madrid. España. Elsevier Science, 2002.
[188] PLANT CG, JONES DW. The damaging effects of restorative materials. I. Phsysical and chemical properties, Br Dent J 140:373, 1976.
[189] PLANT CG, JONES DW. The damaging effects of restorative materials. I. Phsysical and chemical properties, Br Dent J 140:373, 1976.
[190] ZACH L: " Pulp liability and repair: effect of restorative procedures", *Oral Surg* 33: 111, 1972
[191] COHEN STephen, BURNS Richard: Vías de la pulpa. 8° ed. Madrid. España. Elsevier Science, 2002.

las bacterias pueden invadir el espacio entre el material y la pared cavitaria, creciendo bajo las restauraciones, donde liberan productos tóxicos que se extienden a través de los túbulos dentinarios, provocando una reacción inflamatoria en la pulpa subyacente.

"Los productos del metabolismo bacteriano constituyen la causa principal de la lesión pulpar, secundaria a la inserción de restauraciones" (COHEN, 2002, p. 579.)

Hasta el momento no ha sido demostrada la eficacia de algún material de restauración permanente que brinde las garantías de un sellado marginal perfecto, de modo que la filtración y la consecuente contaminación bacteriana se constituyen en una amenaza latente para la integridad de la pulpa[192].

Las observaciones que se realizaron en los periodos iniciales de uso de los cementos ionoméricos concluyeron que éste cuando es utilizado como material de obturación producía menos irritación que el cemento de fosfato de cinc y las resinas compuestas de autocurado por lo que la respuesta de la pulpa fue ligera o moderada. Sin embargo muchos investigadores indicaron que en lugares cercanos a la pulpa se recomendaba el uso del hidróxido de calcio[193].

La respuesta de la pulpa frente a restauraciones de resina compuesta es mayor en las preparaciones profundas si la polimerización de la resina no ha sido completa por la posibilidad de que los monómeros residuales que no han polimerizado lleguen hasta la pulpa[194].

Para BARRANCOS, J. (2006)[195], en las restauraciones con resinas compuestas donde son utilizados los sistemas de adhesión, permite obtener el sellado de las paredes dentinarias con lo que se evita la filtración marginal; la aplicación o no, de algún protector del complejo dentino-pulpar, estará en función de otros factores, por ejemplo, la profundidad de la cavidad, considerando la compatibilidad del material de protección con el material restaurador.

[192] COHEN STephen, BURNS Richard: Vías de la pulpa. 8° ed. Madrid. España. Elsevier Science, 2002.
[193] PHILLIPS Ralph W. Ciencia de los Materiales Dentales. Ed. Mexico: McGraw-Hill, 2001.
[194] PHILLIPS Ralph W. Ciencia de los Materiales Dentales. Ed. Mexico: McGraw-Hill, 2001.
[195] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

QVIST, V. (1983)[196], En procedimientos restauradores con resina compuesta el sellado marginal ha mejorado con el uso de los agentes de grabado ácido y el biselado del esmalte, lo que reduce el riesgo de invasión bacteriana, pero el procedimiento no elimina a las bacterias que pudieran encontrarse en las paredes dentinarias de la preparación. Además se ha comprobado que el sellado marginal inicial tiene una tendencia a desgastarse en función del tiempo de permanencia de la restauración y su grabado. Por otro lado también se producirían hendiduras, durante el mismo acto masticatorio con lo que se incrementaría la filtración marginal.

2.5.6 Oclusión.

Los contactos dentarios prematuros, producen presión indirecta en la pulpa a través de los conductillos dentinarios, que aumenta cuando el material no está bien adherido a las paredes del diente actuando como un émbolo[197].

Las restauraciones ubicadas en zonas activas de oclusión, que reciben fuerzas masticatorias intensas requieren bases rígidas[198].

Según LANATA, E. (2003)[199], cuándo se emplean bases que no tienen las propiedades mecánicas necesarias y/o el material se encuentra en espesores delgados como "linings", por ejemplo, hidróxido de calcio o ionómero vítreo, se va a producir presión sobre la pulpa.

Las fuerzas oclusales excesivas o repetidas, pueden causar alteraciones pulpares tales como: calcificación intrapulpar, pulpitis y necrosis. Cuando una restauración queda con contactos oclusales inadecuados el contacto repetido puede dar como resultado una sensibilidad pulpar posoperatoria[200].

---

[196] QVIST V. The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo, J Dent Res 62: 904, 1983.
[197] LANATA Eduardo Julio: "Operatoria Dental" Estética y adhesión. Buenos Aires. Argentina. Ed. Grupo Guía, 2003.
[198] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[199] LANATA Eduardo Julio: "Operatoria Dental" Estética y adhesión. Buenos Aires. Argentina. Ed. Grupo Guía, 2003.
[200] SELTZER S, BENDER I. "Pulpa dental". Mexico. El manual moderno, 1987: 163-264.

Mediante un estudio se midieron los efectos de las excesivas fuerzas oclusales sobre la pulpa. En un molar con una restauración de amalgama con contacto inadecuado, se observó inicialmente, cambios en los tejidos periodontales, pero posteriormente se evidenció cicatrización y el tejido pulpar permaneció normal. Las fuerzas oclusales excesivas por un periodo de tiempo corto no parecen causar cambios pulpares. Sin embargo, las fuerzas oclusales excesivas por un periodo de tiempo largo sí generan cambios pulpares con concentración de macrófagos y linfocitos, trastornos de la capa odontoblástica y depósito de dentina terciaria[201].
Luego es posible la aparición de calcificaciones, resorciones o necrosis[202].

2.6 PERSPECTIVAS ACTUALES Y FUTURAS.

2.6.1 El láser como protector dentinopulpar

En los últimos años, se ha observado en la odontología el surgimiento de los sistemas láser considerándolos actualmente como una herramienta más a disposición del odontólogo; sus fabricantes sostienen que estos aparatos poseen ventajas cuando se los compara con los instrumentos tradicionales, en procedimientos como preparaciones cavitarias y tratamiento de dientes hipersensibles[203].

Según las afirmaciones de los fabricantes los sistemas láser con diferentes salidas de energía y longitudes de onda, logran eliminar la caries, consiguen una unión más fuerte al modificar la superficie de la dentina, eliminar fosas y fisuras y anestesiar para el tratamiento de dientes hipersensibles[204].

Además son de importancia crítica para la efectividad del láser en relación a su utilidad en la odontología clínica, dos aspectos relacionados, uno, con la conservación de

[201] COOPER M, LANDAY M, SELTZER S. The effects of excessive occlusal force of the pulp II. Heavier and longer term forces. Journal periodontology 1971; 42 (6): 353-359.
[202] KIM S. y TROWBRIDGE H. Reacción de la pulpa frente a la caries y los procedimientos dentales. EN: Cohen S, Burns R, editores. Vías de la pulpa. 7ma edición. Madrid. Harcourt, 1999: 508-527
[203] COHEN Stephen, BURNS Richard: "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[204] FEATHERSTONE J, NELSON D: Laser effects on dental hard tissue, Adv Dent Res 1:21, 1987.

una pulpa sana y vital y otro con los resultados que deben ser superiores de los obtenidos con los sistemas tradicionales[205].

La tecnología láser incorporada a la odontología, contribuye con otras opciones terapéuticas con respecto a los tratamientos convencionales tanto en el campo de la cirugía bucal como el de la operatoria dental. Dentro de la práctica odontológica se han ido sumando varios láseres, como los de Argón, CO2 y Nd:YAG, conocidos como láseres de primera generación, en busca de mayores beneficios con un mínimo de consecuencias negativas para los tejidos duros y blandos subyacentes[206].

Los sistemas láser de dióxido de carbono y el de Nd:YAG, son factibles de ser usados en odontología clínica[207].

2.6.1.1 Sistemas láser de primera generación: Nd: YAG

WHITE, J. Y COL.(1991)[208], afirman que con el uso del láser sobre la dentina, ésta se modifica en cuanto a su microdureza y se hace más resistente a la desmineralización causada por los ácidos, por lo que aumenta su resistencia a la caries. En lo que se refiere a su uso sobre pulpas humanas , los exámenes histológicos que realizaron sugieren que el láser de Nd: YAG es seguro siempre y cuando la potencia con las que se lo usa sea limitada.

Sin embargo los estudios realizados por SHAMUL J. (1992)[209], revelan que el efecto sobre la pulpa del láser de Nd: YAG está sujeto a variaciones, que dependen del espesor de dentina remanente. Siendo que en superficies sin cavidades donde el esmalte se encuentra intacto la aplicación del láser por 10 seg a 10 mJ/10 pps no modificó significativamente el flujo sanguíneo pulpar. En una cavidad con 1 mm de espesor de dentina remanente el flujo sanguíneo se incrementó moderadamente, un aumento de la

[205] COHEN Stephen, BURNS Richard: "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[206] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[207] COHEN Stephen, BURNS Richard: "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[208] WHITE J, GOODIS H, DANIEL T. Effects of Nd: YAG cases on pulps of extractes teeth, Lasers Life Sci 4:191, 1991.
[209] SHAMUL J. Effects of pulsed Nd:YAG laser on pulpal blood flow in cat teeth, master's thesis, .New York,. Colombia University, 1992.

energía de irradiación produjeron daños irreversibles. Parece ser que también es determinante la cantidad de pulsos por seg. Cuándo el láser es aplicado en una zona por más de 10 seg, el daño estructural es significativo. Cuándo el láser es aplicado en una zona por más de 15 seg, se forma un cráter que deja a la pulpa casi expuesta.

2.6.1.2 Sistemas láser de segunda generación: Láser Er: YAG.

En el campo de la operatoria dental el láser de Er: YAG, conocido como de segunda generación permite la eliminación selectiva del tejido cariado sin inducir daño en la pulpa, a través de un procedimiento físico de ablación termodinámica conocido como vaporización. Este tipo de láser tiene afinidad por los tejidos hidratados, como el tejido cariado tiene una mayor cantidad de agua, la energía láser es más fácilmente absorbida por éste que por el tejido sano. A partir de este principio, sería factible eliminar esmalte, dentina y cemento sin producir lesión de la pulpa subyacente[210].

El fundamento para el corte dentario del láser Er:YAG se basa en que su luz presenta un alto grado de absorción por los componentes acuosos en los tejidos duros, esto puede llevar a un incremento de la temperatura dentro de un volumen pequeño de tejido. Así es, como por un proceso continuo de evaporación y microexplosión se eliminan esmalte y dentina. Estudios realizados con MEB demostraron que después de la aplicación de este láser se producía la apertura de los túbulos dentinarios[211].

También se observó a través de la MEB, que el láser de Er: YAG, produce la apertura de los prismas del esmalte[212].

Recientemente se ha demostrado que el láser de Er:YAG elimina el tejido duro dental con mínimo daño de la pulpa, si se utilizan determinados ajustes de energía; así pues, en teoría puede sustituir a la fresa convencional para preparar la cavidad[213].

---

[210] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[211] COHEN Stephen, BURNS Richard: "Vías de la pulpa". 8° Ed. Madrid. España: Elsevier Science, 2002.
[212] HIBST R, KELLER U: Experimental studies of the application of the Er-YAG laser on dental hard substances. LÑight microscopy and SEM investigations. Lasers in Surgery and Medicine, 1989; 9:345-351.
[213] CHAIYAVEJ, S Y COL. Intradental nerve response to tooth cutting by Er:YAG laser, J Dent Res 79 (special issue): 175, 2000.

Cuando se lo compara con el grabado ácido, este láser deja pequeñas irregularidades a manera de orificios que permiten obtener adhesión, retención y adaptación de los materiales dentales[214].

MARESCA B.M. e HIGUERA J. (2003)[215], han hecho un registro de casos exitosos con el uso del láser de Er: YAG, durante dos años, en 706 cavidades superficiales, medianas y profundas. Indican que en el 97% de los casos no se requirió del uso de anestesia; que en la totalidad de los casos no se realizó el sistema de grabado ácido y que en el 98% de las restauraciones se conservaron íntegras y sin recidiva. El 2% restante se relacionaban con trastornos de la oclusión como abrasiones incisales y gingivales.

2.6.1.3 Sistemas láser de tercera generación: Láser de diodo quirúrgico

Se consideran láseres de tercera generación al láser de diodo quirúrgico, que con el avance de la biotecnología ha sido mejorado y ofrece algunas ventajas con respecto a su diseño, la incorporación de la fibra óptica en sus sistemas de entrega, en una amplia gama de selección de longitud de onda, ancho de pulso y frecuencia. Este tipo de láser a diferencia del Láser Er:YAG, produce la obliteración de los conductillos dentinarios, por lo que está indicado para las situaciones de hipersensibilidad dentaria[216].

Los láseres de diodo quirúrgico y Er: YAG actualmente se constituyen en importantes instrumentos para el operador ofreciendo excelentes alternativas terapéuticas, sobre el tejido dentinario, pulpar y óseo[217].

Cabe recalcar que cualquier sistema de láser utilizado sobre los tejidos dentarios tendrá una acción antibacteriana y bioestimulante sin causar gran destrucción, y con un buen pronóstico para la recuperación[218].

---

[214] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

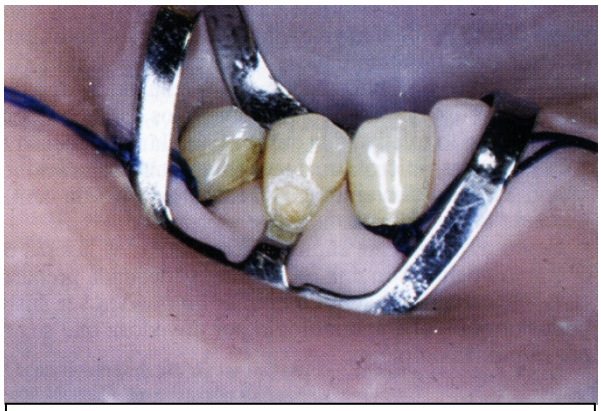
[215] MARESCA BM, HIGUERA J. Control a distancia de la vitalidad pulpar en 706 restauraciones de cavidades superficiales, medianas y profundas tratadas con Láser de ER:YAG. Presentado para su publicación en Electronic Journal of Endodontics. Rosario, Argentina; 2003.

[216] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006

[217] Idem

Se ha comprobado aplicando las diferentes variantes de láser, que este tipo de terapéutica es inocuo a el nivel óseo[219] y también para pulpa y dentina[220].

FIG N°5. CAVIDAD CLASE V REALIZADA CON LÁSER Er:YAG



Muestra el grabado mecánico con piso y paredes rugosas (Profesor C.P Eduardo- F.O.U.S.P.). Tomada de Barrancos J. Operatoria Dental; 11:187

Los resultados obtenidos con el láser Er:YAG sobre la superficie del esmalte dejan una superficie irregular sin control y precisión sobre el tallado en detalle que es indispensable en una una preparación para coronas, por lo que queda demostrado la limitación de esta técnica para el tallado de muñones que reciben una corona[221].

2.6.2 Proteínas óseas morfogenéticas, proteínas osteogénicas

En las últimas décadas, nuevos materiales, como las proteínas óseas morfogenéticas (BMPs), las proteínas osteogénicas (Ops), los factores de crecimiento transformadores-

[218] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[219] VECCHIO S, MARESCA BM. Acción del láser de Nd:YAG sobre lesiones ápicoperiapicales. 5th. Congress of the International Society for Lasers in Dentistry. Jerusalem, Israel, 1996.
[220] MARESCA BM, HIGUERA J. Control a distancia de la vitalidad pulpar en 706 restauraciones de cavidades superficiales, medianas y profundas tratadas con Láser de ER:YAG. Presentado para su publicación en Electronic Journal of Endodontics. Rosario, Argentina, 2003.
[221] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.

beta, se evaluaron a través de investigaciones in vitro e in vivo, en la búsqueda del material ideal para el recubrimiento pulpar luego de una pulpotomía[222].

La búsqueda de nuevas alternativas en el tratamiento de pulpas dentarias han logrado grandes avances en el campo de la biología y genética, por ejemplo la formación de tejidos óseo y dentinario. Se están realizando investigaciones sobre la utilización de proteína osteogénica (osteogenic Protein-1, OP-1) o proteína ósea morfogenética (Bone Morphogenetic Protein, BPM), por su relación con la diferenciación celular, morfogénesis del tejido, regeneración y reparación. Estas proteínas son no colagénicas, conocidas como factor de crecimiento (TGB- beta) y, entre sus propiedades, están la capacidad de inducir la formación de osteodentina y dentina tubular durante su uso como protectores pulpares[223].

Las nuevas técnicas de ingeniería tisular vienen abriendo camino hacia la regeneración de la dentina, a partir de la acción de distintas sustancias inductoras, preferentemente una combinación de BMP-2, BMP-4 y BMP-7 o proteína osteogénica 1: OP1 sobre la pulpa, las cuales se unen a diferentes vehículos o vectores, como *matrices colágenas*, *polímeros sintéticos*, etc, se labra una cavidad en la dentina y estas sustancias son colocadas en el fondo, en la proximidad de la superficie pulpar, para formar dentina terciaria de manera programada[224].

[222] BARRANCOS MONEY, Julio. BARRANCOS, Patricio J.: "Operatoria dental" Integración clínica. 4° ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 2006.
[223] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Ed. Artes Médicas, 2005.
[224] GÓMEZ DE FERRARIS María Elsa, CAMPOS MUÑOZ Antonio. "Histología y Embriología Bucodental". Ed. España: Médica Panamericana, 2000.

FIG N°6. NEOFORMACIÓN DE TEJIDO DURO.

Pulpotomía y proteína osteogénica. Diente de perro. H.E. 40x (Holland % Consolaro, 2003) Tomada de Strela C. "Ciencia Endodóntica". p.124

HOLLAND y CONSOLARO (trabajo no publicado) [225] estudiaron la acción de la proteína osteogénica después de realizar pulpotomías en incisivos inferiores de perro. Después de 30 días se removieron las obturaciones que protegían algunos dientes y se las dejaron abiertas por otros 30 días aproximadamente, para verificar el grado de protección logrado. Se observó tejido duro neoformado en los dientes en los que se mantuvieron las restauraciones, mientras que se observó necrosis de la pulpa dental en aquellos dientes donde éstas se removieron.

Las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) son proteínas no colagénicas que fueron descubiertas a raíz de investigaciones biomoleculares sobre el desarrollo y reparación ósea, están presentes en la matriz ósea cortical, y dentina. Estas son proteínas que regulan la formación ósea y cartilaginosa. Las BMPs son proteínas de la familia del factor de crecimiento transformador- beta se encuentran tanto en humanos, como en otros animales vertebrados e invertebrados; cuando son implantadas en lugares extraóseos, tienen la capacidad de iniciar la neoformación ósea[226].

[225] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Ed. Artes Médicas, 2005.
[226] LEONARDO Mario Roberto."Endodoncia". Tratamiento de conductos Radiculares. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.

La respuesta tisular del implante de BMPs produce una respuesta similar a la que se produce durante el desarrollo embriológico del hueso, lo que hace posible que en la osteogénesis posnatal se pueda producir reparación. Tanto el origen como la función de las BMPs no se circunscriben únicamente al tejido óseo, por ello es posible utilizarla también en el tejido pulpar. La bibliografía correspondiente, pone en evidencia los excelentes resultados, que las proteínas óseas morfogenéticas y proteínas osteogénicas producen sobre pulpas expuestas, lo que abre muchas expectativas sobre biomateriales de nueva generación aplicables después de pulpotomías[227].

"Para el momento, hasta que haya nuevas alternativas viables, estructuradas por serias evidencias científicas, el hidróxido de calcio también sigue siendo el material elegido para la protección pulpar" (ESTRELA, 2005, p. 123)[228].

> "Aunque la utilización de las proteínas morfogenéticas óseas posiblemente tenga un futuro prometedor en las terapias conservadoras del tejido pulpar, son necesarios estudios complementarios tanto de laboratorio como clínicos, para suministrar bases más consistentes para poder indicarlos después de pulpotomías en humanos" (LEONARDO, 2005, p. 56) [229].

[227] LEONARDO Mario Roberto."Endodoncia". Tratamiento de conductos Radiculares. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.
[228] ESTRELA Carlos: "Ciencia Endodóntica". 1° Ed. Ed. Artes Médicas, 2005.
[229] LEONARDO Mario Roberto."Endodoncia". Tratamiento de conductos Radiculares. Sao Paulo. Brasil: Artes Médicas, 2005.

DISCUSIÓN

El sustento teórico consultado para la presente revisión de contenidos, ha permitido clarificar los procedimientos adecuados, y la identificación de las técnicas y materiales adecuados para la realización de la protección dentino-pulpar. A continuación se expondrán las diversas conceptualizaciones, en base a la experiencia científica de los autores consultados.

En lo referente a la interdependencia entre dentina y pulpa, todos los autores consultados coinciden en que dentina y pulpa son dos tejidos embriológica y funcionalmente integrados que los hace componentes de un complejo: el complejo dentino-pulpar. Para ESTRELA, C. (2005), la interdependencia entre dentina y pulpa se evidencia en la reciprocidad que manifiestan ambos tejidos cuando son estimulados; lo que ocurre en la dentina repercutirá sobre la pulpa y viceversa.

MIYASHITA, E. (2005), sostiene que la dentina y pulpa dentaria comparten el mismo origen embriológico; porque durante la odontogénesis las células específicas de la pulpa sintetizan la matriz dentinaria. Esto determina que la pulpa y la dentina no se consideren como estructuras aisladas, sino al contrario los mecanismos de respuesta y repercusiones integradas determina que estos tejidos constituyan y se denominen complejo dentino-pulpar

LEONARDO, M. (2005), afirma que la pulpa y la dentina presentan aspectos morfológicos diferentes de un mismo tejido orgánico, y que al estar incluidas dentro de la dentina las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos que además están rodeadas por el líquido dentinario, hace que se considere a la dentina como un tejido vivo donde el piso de la cavidad dentinaria es un piso de células vivas.

Para GOMEZ DE FERRARIS, M.E. (2000), la pulpa y la dentina tienen un mismo origen embriológico, estructural y funcional, por lo que se considera a la dentina y a la pulpa en su conjunto como una sola estructura integrada, denominada complejo dentino-pulpar.

TEN CATE sostiene que la dentina y pulpa son un mismo tejido con aspectos diferentes, que mantienen entre sí una íntima relación histológica, fisiológica, histopatológica y fisiopatológica, y así caracterizan el llamado complejo pulpa- dentina

BHASKAR, S.N. (1983), sostiene que la dentina está íntimamente relacionada a la pulpa dentaria, y que los odontoblastos, durante la deposición de la dentina dejan en su estructura sus prolongaciones citoplasmáticas o fibrillas de Tomes. Desde el punto de vista de vista biológico y morfológico, estas células se pueden considerar como pertenecientes a la dentina, de lo que se deduce que la dentina es un tejido es vital, de la misma manera que lo es el hueso y el cemento dentario, tejidos con los cuales comparte similitudes en cuanto a sus propiedades físicas y químicas.

BERKOVITZ, B., HOLLAND, G., MOXHAM, B, hacen referencia al hecho, de que la dentina y la pulpa se pueden considerar como una sola unidad de desarrollo y funcional , y por ello se la describe como complejo dentino-pulpar.

ABRAMOVICH A. (1999) es el único autor consultado que se refiere a la dentina como carente de células, por lo que no sería considerada como un tejido; ya que solo albergaría las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos que serían elementos celulares pertenecientes únicamente a la pulpa. Sin embargo respalda el criterio de que el órgano dentinopulpar es una unidad embriológica y funcional; obviando la interdependencia estructural, que también compartirían ambos tejidos, para el resto de los autores consultados en este estudio, porque es la estructura la que determina la función y la función se corresponde con la estructura. Además incurre en la contradicción de asegurar que la dentina es un tejido vivo capaz de reaccionar ante diferentes estímulos.

Respecto a los factores que causan daño pulpar de origen físico, específicamente aquellos causados por fuerzas oclusales excesivas, los autores consultados, examinaron histológicamente la respuesta de la pulpa. LANDAY, M. (1970), examinó la respuesta histológica de pulpas dentarias de animales, frente a fuerzas oclusales excesivas, indicando que a los siete meses de estímulo irritativo la pulpa permanecía normal pese a que histológicamente se encontró un ligero infiltrado inflamatorio de eosinófilos, presentes sólo en algunos de los animales en estudio. No se evidenciaron otro tipo de células inflamatorias, zonas necróticas o ruptura de los vasos sanguíneos tampoco se observaron cálculos pulpares. Concluyendo que la producción de fuerzas oclusales exageradas con una amalgama alta en estos animales parece no repercutir a nivel pulpar.

Por otro lado, COOPER (1971), realiza el mismo estudio, pero lo hace en un tiempo de mayor observación. A los siete meses de estudio evidenció en la zona central de

la pulpa una gran concentración de macrófagos. Después de diez meses en uno de los casos en estudio se observó una ruptura en la capa de odontoblastos asociada a la deposición de gran cantidad de dentina reparativa a lo largo del piso cameral También observó que sobre la dentina reparativa se produjo una acumulación de macrófagos y linfocitos. Después de un año de seguimiento, las pulpas evidenciaron gran concentración de macrófagos y linfocitos. Por los resultados de esta investigación se considera que las fuerzas oclusales excesivas generadas sobre restauraciones con contactos prematuros como factores de irritación pulpar, demuestran que las fuerzas oclusales excesivas producidas en un lapso de tiempo corto parecen no tener un efecto significativo sobre el tejido pulpar, mientras que cuándo son a largo plazo producen cambios tisulares como la ruptura de la capa de odontoblastos y la deposición de gran cantidad de dentina reparativa sobre la cuál se asientan gran cantidad de macrófagos y linfocitos.

En cuanto al efecto de los irritantes químicos sobre el complejo dentino-pulpar KANKA, J. (1990), sostiene que el efecto del grabado ácido no es tan nocivo sobre la dentina, sus investigaciones concluyen que las agresiones producidas sobre la pulpa se deben más a la microfiltración bacteriana crónica alrededor de las restauraciones, promovida por el incremento de la permeabilidad dentinaria generada durante el grabado ácido. Inclusive afirma que es posible realizar el acondicionamiento directamente sobre el tejido pulpar expuesto, e inmediatamente proceder a la restauración final con sistemas adhesivos aplicados directamente sobre la pulpa dentaria. SON HG, KIM S y KIM SB (1986), concuerdan por resultados obtenidos en observaciones realizadas sobre una cavidad clase V, con un grosor de dentina remanente de 1,5mm en la que se realizó el grabado ácido; sin que se observe un efecto importante sobre el flujo sanguíneo pulpar. COHEN (2002), menciona que el efecto del ácido sobre la microvascularización pulpar puede ser insignificante, ya que se produciría una rápida neutralización de este ácido por el fluido dentinario. Pero aún así, refiere que, en cavidades muy profundas el grabado ácido podría lesionar la pulpa.

Por otro lado las investigaciones realizadas por COSTA Y COL. (2000), afirman que el cemento de hidróxido de calcio siempre debe aplicarse antes de realizar el grabado ácido y de los sistemas adhesivos, en cavidades profundas con dentina remanente menor a 0,5mm, y más aún sobre una pulpa expuesta. Sin embargo para CASTAÑEDA, (2010), la

profundidad de una cavidad que deja un espesor de dentina remanente de 1mm, ya es una indicación para realizar una protección con cemento de hidróxido de calcio, en virtud de que podrían existir microexposiciones no visibles clínicamente que podrían provocar reacciones citotóxicas para pulpa, si antes de realizar los procedimientos restaurativos adhesivos, no la protegemos con el agente de recubrimiento pulpar más aceptado hasta ahora como es el hidróxido de calcio. Para MIYASHITA, E. (2005) los sistemas adhesivos dentinarios se tornan menos agresivos para el complejo dentino-pulpar si se logran mantener las características estructurales propias de la dentina. SANO, H. (1995) en base a investigaciones realizadas indica que la capa híbrida no debe ser considerada como una barrera totalmente impermeable, ya que no es totalmente homogénea y posee zonas porosas a través de las cuales se produce cierto grado de filtración. MIYASHITA, E. (2005) agrega que otra causa de irritación química sobre la pulpa se produciría por una inadecuada polimerización de los materiales adhesivos que liberan monómeros hacia el área de hibridación o entre el fluido dentinario, y que podrían alcanzar el tejido pulpar a través de los túbulos dentinarios, tornándose agresivos y tóxicos para este tejido.

En relación a la remoción de la capa de barro dentinario, BARRANCOS, J (2006), afirma que los restos dentarios producidos durante el corte dentinario cuando se realizan las preparaciones cavitarias están contaminados con microorganismos que liberan toxinas, que además pueden reproducirse e interferir con el éxito de las restauraciones. Además EICK Y COL.(2005) mencionan que la eliminación del barro dentinario con acondicionantes ácidos como el EDTA, ácido fosfórico, ácido cítrico, ácido maleico, etc., dejan una superficie dentinaria adecuada para la adhesión micromecánica, con los sistemas adhesivos. También BRÄNNSTRÖM, M. (1973), sugiere la utilización de soluciones detergentes y microbicidas para la eliminación de las bacterias contaminantes del barro dentinario, que además van a favorecer la penetración, de los agentes adhesivos.

MIYASHITA, E. (2005), indica que con el uso de los sistemas adhesivos autoacondicionantes, en los que el ácido grabador está incorporado al adhesivo y una vez aplicado en conjunto sobre la dentina, no se realiza el enjuague del ácido, puede ocurrir que queden incorporadas en la capa de integración, bacterias, restos de las prolongaciones odontoblásticas y fibrillas de colágeno desnaturalizadas, creando una zona de interdifusión en la que se encuentran monómeros hidrofílicos dentro de una red de fibras de colágeno en una dentina que se presentará permeable, heterógenea y contaminada. Lo que no ocurre

cuando la dentina es acondicionada con el ácido grabador, que luego es eliminado por el enjuague con agua junto con la capa de barro dentinario, permitiendo la formación de la capa híbrida y "tags" de resina en el interior de los túbulos dentinarios. Además sugiere, que en el caso de la utilización de adhesivos autoacoondicionantes sería necesaria la eliminación de la capa de barro dentinario antes de su aplicación.

Los autores consultados concuerdan que la remoción de la capa de barro dentinario, por medio del grabado ácido, y soluciones detegentes y microbicidas, elimina la contaminación bacteriana alrededor de la restauración y aumenta la resistencia de unión a la dentina, disminuyendo la microfiltración. Por lo que cuando se utilizan adhesivos autoacondicionantes es aconsejable previamente a su aplicación proceder a la eliminación de la capa de barro dentinario.

Con respecto al uso de los sistemas adhesivos y sus aplicaciones como agentes de recubrimiento pulpar, los autores consultados manifiestan marcadas diferencias en cuanto a sus indicaciones y aplicaciones, sobre todo cuando es empleado directamente sobre la pulpa. Como resultado de los estudios realizados por HEITMANN, T. (1995), se propuso que lo más indicado era utilizar los sistemas adhesivos directamente, sobre cavidades profundas o incluso con exposición pulpar, sin ningún agente de recubrimiento pulpar de por medio, que pudiera interferir con la adhesión del material restaurador, fundamentándose en el hecho de que esta técnica simplifica los procedimientos, y se logra el sellado de la cavidad a la vez que se obtiene un buen resultado estético, y que cuando se produce la exposición pulpar, este tejido es capaz de recuperarse por sí mismo independientemente del tratamiento realizado y el material protector que se elija. PASHLEY, D.H. (1996), y MURRAY, P.E. y COLS. (2002), añaden que no es la aplicación directa de los adhesivos dentinarios sobre la pulpa la causante de las reacciones del tejido pulpar sino más bien ésta es una consecuencia de la contaminación bacteriana producida por un deficiente sellado marginal que da lugar a la microfiltración y posterior contaminación; por lo tanto es más importante la formación de una capa híbrida que permita un sellado hermético contra las bacterias y que además promueva la liberación de factores de crecimiento y la consecuente formación del puente dentinario.

Por el contrario, NOCCHI, E. (2005), indica la protección del complejo dentino-pulpar en cavidades profundas o con exposición pulpar, con materiales biocompatibles, por

los efectos tóxicos que los sistemas adhesivos representan para la pulpa para luego proceder a la hibridación de las paredes circundantes. ESTRELA, C. (2005), afirma que los componentes del sistema adhesivo, específicamente las partículas de los "primers", al entrar en contacto directo con la pulpa dentaria producen daños irreversibles.

LANZA, L. (1997) HEBLING, J. Y COL (1999), COSTA Y COL. (2000), HOLLAND, R. (1998), realizaron numerosas investigaciones sobre la aplicación de los sistemas adhesivos directamente sobre la pulpa con resultados desastrosos para este tejido. LANZA, L (1997), PAMEIJER, C.H. y STANLEY, H.R.(1998), concluyeron fehacientemente que el hidróxido de calcio inducía la formación de la barrera dentinaria y una buena respuesta del tejido pulpar; en cambio con la aplicación directa del sistema adhesivo sobre la pulpa se evidenció respuestas de inflamación crónica a cuerpo extraño, sin la formación de barrera dentinaria.

Con la aparición del agregado trióxido mineral o MTA y su posterior indicación como una alternativa para el recubrimiento pulpar, se realizaron estudios más profundos que comparan sus propiedades frente a las del hidróxido de calcio. SOARES, I.M.L.(1996), hizo recubrimientos con MTA en pulpotomías realizadas en dientes de perros en los que se indujo la formación de puentes de dentina conservando la salud y vitalidad pulpar. Según este autor el MTA estaría indicado para protecciones directas y en pulpotomías como agente de protección del complejo dentino pulpar, por sus resultados similares a los del hidróxido de calcio. Por otro lado FARACO- JR. y HOLLAND, R. (2001) hicieron un análisis histomorfológico de los resultados obtenidos en pulpas de dientes de perro en las que se recubrió con sistema adhesivo, cemento de hidróxido de calcio y dos tipos de agregado mineral. Los resultados obtenidos evidenciaron inflamación y necrosis del tejido pulpar recubierto con los sistemas adhesivos y ningún caso con formación de puente dentinario. Las pulpas recubiertas con hidróxido de calcio mostraron reparación del tejido con formación de puentes completos de tejido duro en un 33% y en solo el 20% la reparación se asoció a un infiltrado inflamatorio. Para el caso de los dos tipos de agregado trióxido mineral se evidenció la reparación con formación de tejido duro.

MIYASHITA, E. (2005), menciona que los resultados de estudios recientes, sobre la protección directa en pulpas humanas con MTA evidencian la formación de puente de dentina conservando la pulpa subyacente con características histológicas normales. Sin

embargo también se observó la difusión de componentes del MTA hacia el interior de la pulpa, luego de 7 días de su aplicación sobre el tejido pulpar. Posteriormente a los 30 días estos componentes llegaron hasta los vasos sanguíneos pulpares y se quedaron adheridos a sus paredes, y en otros casos penetraron al torrente circulatorio, lo que compromete la seguridad de la aplicación del MTA como agente de recubrimiento pulpar directo.

En cuanto al surgimiento de nuevas herramientas y la investigación de nuevos campos en la odontología se están llevando a consideración la utilización de los sistemas de láseres en la clínica odontológica. Los estudios realizados por WHITE, J. Y COL. (1991) sobre los potenciales beneficios que el láser podría traer a la práctica odontológica muestran que el láser Nd:YAG, aplicado sobre la dentina modifica beneficiosamente su microdureza haciéndola más resistente a la desmineralización por ácidos, a la vez que aumenta su resistencia a la caries, sin embargo advierte sobre la importancia del control de la potencia con que se los utiliza, para no producir efectos lesivos sobre la pulpa. También SHAMUL J. (1992), realizó investigaciones al respecto que revelan los efectos del láser de Nd; YAG sobre la pulpa que dependen fundamentalmente del espesor de dentina remanente. Observó que en superficies donde el esmalte se encuentra intacto, la aplicación del láser por 10 seg a 10 mJ/10 pps no modificó significativamente el flujo sanguíneo pulpar. Mientras que en una cavidad con 1 mm de espesor de dentina remanente el flujo sanguíneo se incrementó moderadamente; además sostiene que con un aumento de la energía de irradiación se produjeron daños irreversibles. Agrega que también sería determinante la cantidad de pulsos por seg. Concluye que cuándo el láser es aplicado en una zona por más de 10 seg, se produce un daño estructural significativo y cuando es por más de 15 seg. se forma en la zona un cráter que puede dejar a la pulpa casi expuesta.

Para BARRANCOS, J. (2006), el uso del láser de Er: YAG, permite la eliminación selectiva del tejido cariado sin inducir daño en la pulpa. Estudios recientes realizados por CHAIYAJEV, S Y COL. (2000), demostraron que el láser de Er: YAG es capaz de eliminar el tejido duro dental con un mínimo daño pulpar. HIBST, R. (1989) y BARRANCOS, J. (2006), concuerdan en que los sistemas de láser producen un grabado mecánico de la superficie del esmalte y dentina favoreciendo la adhesión, retención y adaptación de los materiales dentales. HIBST, R. (1989) agrega que después de la aplicación del láser Er: YAG, se produce la apertura de los túbulos dentinarios y de los prismas del esmalte. Sin embargo BARRANCOS, J. (2006), manifiesta que los resultados

de la aplicación del láser Er:YAG sobre la superficie del esmalte dejan una superficie irregular imprecisa y poco definida lo que se constituye en una limitación para el tallado de muñones para coronas.

MARESCA B.M. e HIGUERA J. (2003), han hecho un registro de casos exitosos con el uso del láser de Er: YAG, durante dos años, en 706 cavidades superficiales, medianas y profundas. Indican que en el 97% de los casos no se requirió del uso de anestesia; que en la totalidad de los casos no se realizó el sistema de grabado ácido y que en el 98% de las restauraciones se conservaron íntegras y sin recidiva. El 2% restante se relacionaban con trastornos de la oclusión como abrasiones incisales y gingivales.

Por otro lado BARRANCOS, J. (2006), refiere las ventajas del láser de diodo quirúrgico, que al contrario del láser Er:YAG, produce la obliteración de los conductillos dentinarios, por lo que está indicado para los casos de hipersensibilidad dentinaria.

BARRANCOS, J (2006) y también VECCHIO S, MARESCA BM. (1996), concluyen que la aplicación las diferentes variantes de láser sobre los tejidos dentarios, es inocuo para la pulpa y dentina.

Con respecto al desarrollo de nuevos materiales, en el afán de encontrar el material ideal para el recubrimiento pulpar, todos los autores consultados en este estudio coinciden en que hay evidencias de los excelentes resultados acerca de la utilización de las proteínas óseas morfogenéticas y proteínas osteogénicas sobre pulpas expuestas.

ESTRELA, C (2005), menciona que existen investigaciones que demuestran la capacidad de la proteína osteogénica (osteogenic Protein-1, OP-1) o proteína ósea morfogenética (Bone Morphogenetic Protein, BPM), de inducir la diferenciación celular, regeneración y reparación de osteodentina y dentina tubular, cuándo se las usa como protectores pulpares.

GÓMEZ DE FERRARIS (2000), afirma que se produce la regeneración de la dentina, a partir de la acción de sustancias inductoras, como las BMP-2, BMP-4 y BMP-7 o proteínas morfogenéticas y la proteína osteogénica 1: OP1 sobre la pulpa; cuando estas sustancias son colocadas en el fondo de una cavidad labrada de dentina unidas a vehículos

como matrices colágenas o polímeros sintéticos para formar dentina terciaria de manera programada.

HOLLAND y CONSOLARO (trabajo no publicado), estudiaron la acción de la proteína osteogénica después de realizar pulpotomías en incisivos inferiores de perro. Después de 30 días removieron las obturaciones que protegían algunos dientes y las dejaron abiertas por otros 30 días aproximadamente, para verificar el grado de protección logrado. Se observó tejido duro neoformado en los dientes en los que se mantuvieron las restauraciones, mientras que se observó necrosis de la pulpa dental en aquellos dientes donde éstas se removieron.

ESTRELA, C. (2005) y LEONARDO, M (2005) concuerdan que aunque las proteínas morfogenéticas óseas son muy promisorias para las terapias de conservación del tejido pulpar es necesario realizar estudios complementarios tanto de laboratorio como clínicos que aporten serias evidencias científicas que puedan indicarlos como materiales de recubrimiento pulpar, mientras tanto el hidróxido de calcio sigue siendo el material de elección.

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES

1. El complejo dentino-pulpar es una estructura integrada desde el punto de vista embriológico, estructural, y funcional; cuyo estudio se realiza por separado como dentina y pulpa únicamente con fines descriptivos.

2. Las fuerzas oclusales excesivas producidas por restauraciones con contactos prematuros son nocivas para la pulpa cuando el estímulo se prolonga en el tiempo; sin embargo en un lapso de tiempo corto parecen no tener un efecto significativo sobre el tejido pulpar.

3. La aplicación directa del ácido grabador y sistemas adhesivos sobre cavidades profundas y pulpas expuestas provocan efectos citotóxicos a nivel del tejido pulpar, por lo que es necesaria la aplicación del hidróxido de calcio y el cemento ionomérico, como agentes protectores antes de proceder al acondicionamiento ácido o a la utilización de los sistemas adhesivos.

3. - Con la remoción de la capa de barro dentinario, por medio del grabado ácido, se elimina la contaminación bacteriana de la preparación cavitaria y se aumenta la resistencia de unión de los sistemas adhesivos a la dentina, de esta manera se disminuyen las probabilidades de microfiltración. Cuando se utilizan adhesivos autoacondicionantes es aconsejable previamente a su aplicación proceder a la eliminación de la capa de barro dentinario, para lograr una mejor unión entre el sustrato y los sistemas adhesivos.

4. El cemento de hidróxido de calcio es el material recomendado para la protección de cavidades profundas, en las que puede haber microexposiciones que no se detectan clínicamente; por su capacidad de inducir la neoformación de tejido dentinario, sin embargo esta aplicación debe ser en capas muy finas sobre las paredes pulpar y axial a manera de puente, de modo que no interfiera con la adhesión de la restauración.

5. Existen estudios que justifican la indicación del MTA como agente de protección pulpar basados en su capacidad de neoformar tejido dentinario, y sus propiedades mecánicas superiores a las del hidróxido de calcio. Sin embargo, los autores consultados coinciden en

que es conveniente, esperar otras investigaciones hasta que confirmen la seguridad de su aplicación, mientras tanto el hidróxido de calcio continua siendo el material de elección en los procedimientos de recubrimiento pulpar directo y de cavidades profundas.

6. Aunque existen evidencias de ciertas ventajas de los sistemas láser sobre los sistemas tradicionales, aún no es posible garantizar con certeza su seguridad y superioridad sobre éstos, ya que su uso está cuestionado sobre todo en cavidades profundas donde puede llegar a causar daños irreversibles sobre la pulpa.

7. Hasta que no existan serias evidencias científicas que aseguren el uso de las proteínas morfogenéticas como materiales de recubrimiento pulpar, el hidróxido de calcio es el material de elección para estos casos.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable tener especial cuidado al trabajar sobre cavidades profundas o muy profundas, en las que es necesario colocar un agente de recubrimiento pulpar biocompatible, para no causar irritación o daño sobre la pulpa subyacente, toda vez que la pared pulpar es considerada como un piso de células vivas capaces de transmitir cualquier tipo de estímulo agresor hacia la pulpa.

2. Es importante restablecer la oclusión normal del paciente en las restauraciones finales, evitando dejar contactos oclusales prematuros que podrían causar lesiones pulpares a largo plazo.

3. Se recomienda evitar el contacto directo de la pulpa con los ácidos grabadores y sistemas adhesivos, por su efecto citotóxico sobre la pulpa por lo que se indica aplicar una agente de protección pulpar como el hidróxido de calcio.

4. Se debe tener presente que el M.T.A. es un agente de protección con cualidades similares a las del hidróxido de calcio, sin embargo, por las características de reciente desarrollo y experimentación, el hidróxido de calcio continúa siendo el material con mayor aceptación por su tiempo de experimentación y los resultados logrados en su aplicación.

5. Es importante estar atentos e informados sobre los últimos acontecimientos en el campo de la investigación, que plantean incorporar los sistemas láser a la práctica odontológica, y las investigaciones realizadas en el campo de la biología molecular que proponen a las proteínas morfogenéticas como materiales biocompatibles para la regeneración de dentina terciaria programada.