



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MANEJO ENDODÓNTICO DEL MTA Y BIODENTINE
EN DIENTES PERMANENTES.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

P R E S E N T A:

GRETEL YOLOTZIN GONZALEZ MARTINEZ

TUTOR: Mtra. HILDA ELISA FERNANDEZ FLORES

MÉXICO, Cd. Mx. 15 de diciembre 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien como guía estuvo, conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi mami, ese ser de luz que hace que mis días sean maravillosos . No tengo palabras para agradecer tu paciencia infinita, el esfuerzo y dedicación que pones al cuidar de nosotras. Eres una mujer excepcional, gracias a Dios y a la vida por darme la dicha de ser tú hija. Gracias también por jamás cortarme las alas, por enseñarme que así parezca difícil el camino, habrá siempre una manera de lograrlo.

A mi papi, ese hombre maravilloso que se ha convertido en un ejemplo para mí. Gracias por siempre apoyarme, cuidar de mi y brindarme las herramientas necesarias para poder salir adelante. No cabe duda que eres la persona que más admiro en la vida .Gracias por enseñarme a intentar siempre ser la mejor.

A mi hermanita Gisela, no sabes la felicidad que me provoca tenerte a mi lado. Eres la niña más dedicada e inteligente que conozco y estoy segura de que serás la mejor médico . Gracias por cuidar de mí, por apoyarme y por hacer de mis días algo maravilloso y divertido.

A mi abuelita, esa persona incondicional que se convirtió en mi segunda madre, quisiera también agradecer a todas aquellas personas que formaron parte de mi crecimiento personal .Gracias Dios por permitirme crecer acompañada de personas maravillosas, mi familia. Gracias mamá Cristina, mamá Janeth, papá Carlos . Gracias a todos por jamás dejarme sola , por su apoyo incondicional.

A mis amigos, pues sin su compañía, este recorrido habría sido aún más difícil. Gracias a mis profesores y tutores quienes me acompañaron de la mano hasta lograr lo que hoy día culmina.

ÍNDICE

OBJETIVO.....	8
INTRODUCCIÓN.....	8
1.- CAPÍTULO I HISTOFISIOLOGÍA DE LOS TEJIDOS DENTALES.....	9
1.1 DENTINA.....	9
1.1.2 COMPOSICIÓN.....	9
1.1.3 CLASIFICACIÓN DE LA DENTINA.....	9
1.1.4 DENTINA PRIMARIA.....	10
1.1.5 DENTINA DE MANTO.....	10
1.1.6 DENTINA PERIPULPAR.....	10
1.1.7 PREDENTINA.....	11
1.1.8 DENTINA SECUNDARIA.....	11
1.1.9 DENTINA TERCIARIA.....	11
1.2 TÚBULOS DENTINARIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.....	12
1.2.1 DENTINA INTERTUBULAR.....	13
1.2.2 DENTINA INTRATUBULAR.....	13
1.2.3 FLUIDO DENTINARIO.....	13
1.3 PERMEABILIDAD DE LA DENTINA.....	13
1.4 ESCLEROSIS DENTINARIA.....	15
1.5 COMPLEJO DENTINO PULPAR.....	15
1.6 PULPA.....	15

1.6.1 CAPA ODONTOBLASTICA.....	16
1.6.2 CAPA DE WEIL O ZONA POBRE DE CÉLULAS.....	17
1.6.3 ZONA RICA EN CÉLULAS.....	17
1.6.4 PULPA CENTRAL.....	18
1.6.5 CÉLULAS DE LA PULPA.....	18
1.6.6 ODONTOBLASTOS.....	18
1.6.7 FIBROBLASTOS.....	19
1.6.8 MACRÓFAGOS.....	20
1.6.9 CÉLULAS DENDRÍTICAS.....	20
1.6.10 LINFOCITOS.....	20
1.6.11 MASTOCITOS.....	21
1.7 METABOLISMO PULPAR.....	21
1.8 INTERSTICIO PULPAR Y SUSTANCIA FUNDAMENTAL.....	21
1.8.1. SUSTANCIA FUNDAMENTAL.....	22
1.8.2 EL INTERSTICIO INFLAMADO.....	23
1.9 FIBRAS DEL TEJIDO CONECTIVO EN LA PULPA.....	23
1.10 INERVACIÓN.....	24
1.11 PRUEBAS PULPARES.....	25
1.12 SENSIBILIDAD DENTINARIA.....	25
1.13 REPARACIÓN PULPAR.....	27

2.- CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS DE DIENTES CANDIDATOS A USAR ESTOS BIOMATERIALES

2.1 CARIES.....	28
2.1.2 CARIES PROFUNDA.....	28
2.2 RESPUESTA INMUNE.....	28
2.2.1 RESPUESTA PULPAR ANTE UN TRATAMIENTO RESTAURADOR.....	31
2.2.1.2 CALOR.....	31
2.2.1.3 DESECACIÓN.....	31
2.2.1.4 IRRITACIÓN BIOLÓGICA Y QUÍMICA.....	31
2.2.1.5 PROXIMIDAD A LA PULPA DENTAL.....	32
2.3 PERMEABILIDAD DENTINARIA Y DE LA CAPA ODONTOBLÁSTICA ENTRE EL ÁREA QUE ESTÁ SIENDO RESTAURADA Y LA PULPA.....	32
2.4 MATERIALES DENTALES RELACIONADOS CON UNA COMUNICACIÓN PULPAR	33
2.5 PUENTES DENTINARIOS.....	34

3.-CAPÍTULO III BIODENTINE™

3.1. COMPOSICIÓN.....	34
3.2. PROPIEDADES	35
3.3 INDICACIONES.....	35
3.4 MANIPULACIÓN.....	36
3.5 RESTAURACIÓN INMEDIATA DEL ESMALTE:.....	36
3.6 RESTAURACIÓN NO INMEDIATA DEL ESMALTE.....	37

3.7 RECUBRIMIENTO PULPAR (DIRECTO E INDIRECTO).....	38
3.8 PULPOTOMÍA.....	38
3.9 REPARACIÓN DE PERFORACIONES RADICULARES.....	40
3.10 REPARACIÓN DE PERFORACIONES DEL TECHO DE LA CÁMARA PULPAR.....	40
3.11 REPARACIÓN DE REABSORCIONES INTERNAS.....	41
3.12 APEXIFICACIÓN.....	42
3.13 OBTURACIÓN APICAL EN ENDODONCIA QUIRÚRGICA.....	42

4.-CAPÍTULO IV MTA

4.1. COMPOSICIÓN	43
4.2.PROPIEDADES	43
4.3 INDICACIONES.....	44
4.4 MANIPULACIÓN.....	44

5.- CAPÍTULO V BIODENTINE VS MTA EN EL TRATAMIENTO DE CARIES PROFUNDA

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	45
5.2 HIDRÓXIDO DE CÁLCIO.....	46
5.2.1 VENTAJAS.....	46
5.2.2 DESVENTAJAS.....	46
5.3 BIODENTINE.....	46

5.3.1 VENTAJAS.....	46
5.3.2 DESVENTAJAS.....	48
5.4.- MTA.....	48
5.4.1 VENTAJAS.....	48
5.4.2 DESVENTAJAS.....	49
DISCUSIÓN	51
CONCLUSIONES.....	52
6.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

OBJETIVO

Conocer los componentes químicos del MTA y Biodentine así como sus aplicaciones clínicas durante el manejo endodóntico con el objetivo de identificar las diferentes ventajas y desventajas que presentan y así mismo tener un manejo adecuado de estos biomateriales según sea el caso.

INTRODUCCIÓN

Durante ésta revisión bibliográfica conoceremos las características de los tejidos que componen el diente sin embargo es de suma importancia hacer énfasis en dos de éstos; dentina y pulpa. Estos tejidos juegan un papel fundamental durante el tratamiento de caries profunda ya que en este tipo casos, es muy común que al retirar caries tengamos como consecuencia la pérdida y daño de estos tejidos. Con anterioridad, el tratamiento indicado consistía en realizar una pulpotomía en caso de dientes jóvenes sin desarrollo radicular y biopulpectomía en dientes con ápices que han terminado su desarrollo sin embargo hoy día existen alternativas un poco más conservadoras. En primer lugar tenemos que en algunos casos de caries profunda , se indica dejar un poco de dentina reblandecida, evitando así una posible comunicación pulpar, sin embargo, hoy día existen algunos materiales de restauración que se pueden colocar en caso de presentarse una comunicación pulpar .Dentro de los más importantes tenemos al Hidróxido de calcio ; este material tiene las ventaja de poseer propiedades antibacterianas y la capacidad de inducir la formación de puentes reparadores cuando se aplica a los tejidos pulpares. A pesar de que éste materia se ha utilizado como estándar de oro para este tipo de tratamiento, es importante reconocer que existen otro tipo de materiales que llegaron al mercado con la finalidad de sustituir y mejorar las características y cualidades que a su vez , éste posee.

Hablaremos un poco sobre el agregado de trióxido mineral (MTA) ,dicho material está indicado como material de recubrimiento pulpar directo en el tratamiento de caries profunda ,presenta características superiores a las de hidróxido de calcio ya que posee propiedades superiores dentro de las cuales destaca la resistencia y formación de puentes dentinarios sin embargo posee algunos puntos negativos como es el alto tiempo de fraguado lo que a su vez causa un mayor nivel de solubilidad y así mismo es un material que tiende a pigmentar la corona de los dientes a largo plazo. Motivo por el cual nos dimos a la tarea de investigar otro tipo de materiales dentro de los cuales tenemos a Biodentine; dicho material salió al mercado con una finalidad similar a la de MTA sin embargo y a pesar de que MTA tuvo resultados favorables, éste material se hizo con cualidades que revisaremos a continuación. Dentro de las más interesantes tenemos el tiempo de fraguado ya que éste se redujo de 24 horas en MTA a 10 minutos con Biodentine , erradicando así el problema de solubilidad que posee MTA, por otra parte y después de varios estudios, se identificó que a diferencia del anterior ,

éste no presenta cambios de color en el esmalte dental sin embargo continuaremos analizando los diferentes estudios realizados en ambos materiales con la finalidad de conocer las cualidades y mejoras de cada uno y así mismo hacer una comparación de éstos para brindar el mejor tratamiento a nuestros pacientes de manera justificada.

1.- CAPÍTULO I HISTOFISIOLOGÍA DE LOS TEJIDOS DENTALES.

La Histología se define como la ciencia básica que se encarga del estudio y manejo de los tejidos de los seres vivos. (1) Mientras que la Fisiología se define como el estudio de las funciones de un organismo y de las partes que lo componen. (2) Motivo por el cual, es de suma importancia conocer la histología que presenta de cada uno de los tejidos que componen un órgano dentario. Los órganos dentarios están compuestos por diferentes tejidos que brindarán funciones específicas al diente. Dentro de los tejidos más importantes que interfieren en el proceso de respuesta a diferentes estímulos tenemos al complejo dentinopulpar integrado por pulpa y dentina por lo que hablaremos un poco de las cualidades que presentan estos tejidos. (3)

1.1 DENTINA.

La dentina es el tejido dental que se caracteriza por ser un tejido mineralizado, se encuentra rodeado por esmalte en el área de la corona y por cemento en la zona radicular. Dentro de las características que posee, es semielástica, lo que aporta flexibilidad al esmalte y así mismo permite que se produzca el impacto a cargas masticatorias, evitando fracturas. Presenta una coloración blanca amarillenta por lo que el aumento o disminución de dicha coloración dependerá del grado de mineralización, edad y las condiciones en las que se encuentre el tejido pulpar. Cabe resaltar que la dentina forma la mayor parte del diente. (3)

1.1.2 COMPOSICIÓN.

La dentina está formada un 70% de materia inorgánica compuesta por cristales de hidroxiapatita $[Ca^{10}(PO_4)_6(OH)_2]^2$, estos cristales serán de menor tamaño que los cristales del esmalte. Un 20% de materia orgánica formada por fibras de colágeno tipo I y pequeñas cantidades de colágeno tipo V así como proteínas no colágenas, proteoglucanos, fosfolípidos y factores de crecimiento como son las proteínas morfogenéticas óseas. Finalmente, contiene un 10% de agua. (4)

1.1.3 - CLASIFICACIÓN DE LA DENTINA .

La dentina se clasificará en tres tipos según la profundidad o cercanía con la cámara pulpar: dentina primaria, secundaria y terciaria. (5)

1.1.4 DENTINA PRIMARIA.

La dentina primaria se forma durante el desarrollo del diente hasta la erupción del mismo dentro de la cavidad oral a una velocidad muy alta y será la que forme mayor parte de dentina en un diente. (3)

Este tipo de dentina estará formada por dentina de manto y dentina peripulpar, posee túbulos dentinarios que en un corte vertical presentará una curvatura primaria en forma de S por el movimiento direccional de los odontoblastos que extenderán una de sus prolongaciones celulares de un borde periférico ancho hacia una capa celular más estrecha. Una vez que erupcionan los dientes, los odontoblastos continuarán depositando dentina en una dirección distinta de los túbulos dentinarios, lo que se conocerá como dentina secundaria. (3)

1.1.5 DENTINA DE MANTO.

Es aquella que se deposita como primera capa en la formación de dentina primaria y es producida por odontoblastos que no están diferenciados por completo. Este tipo de dentina sirve como recubrimiento para el resto de la dentina por lo que se ubicará de forma adyacente al esmalte en la corona y en la raíz entre el cemento y la capa granular de Tomes. (1)

La dentina del manto puede identificarse por poseer fibras de colágeno gruesas y en forma de abanico depositadas inmediatamente por debajo de la membrana basal en cortes histológicos. Estas fibras son perpendiculares a la unión esmalte dentina. Los espacios entre las fibras están ocupados por fibrillas de colágeno más pequeñas, más o menos paralelas a la unión esmalte dentina o la unión cemento dentina . La dentina del manto tiene solo 20 μm de grosor y es algo menos mineralizada (un 4% menos) que la dentina subyacente; por tanto, es más blanda. La mineralización de la dentina del manto puede ser diferente a la mineralización del resto de la dentina porque la dentinofosfoproteína (DPP), que regula el crecimiento de cristales en la dentina peripulpar, no parece encontrarse en la dentina del manto.(5)

1.1.6 DENTINA PERIPULPAR.

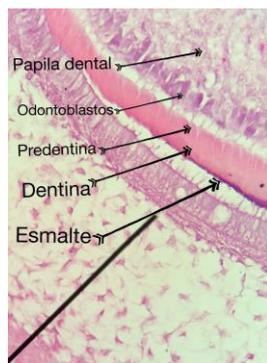
Se forma después de haberse depositado la dentina de manto, ésta forma la mayor parte de dentina primaria y secundaria. (3)

En su producción, los odontoblastos depositan la matriz orgánica; formada por fibras colágenas principalmente con un diámetro de 500 **nm** , estas irán orientadas en un ángulo recto con el eje largo de los túbulos dentinarios. Las fibras colágenas, formarán una red entretejida que quedará incrustada por los cristales minerales subsiguientes. A su vez, los odontoblastos transportarán activamente el calcio de los vasos sanguíneos a la red de fibras de colágeno con

ayuda de la dentinofosfoproteína (DPP), dicha fijación permitirá la formación y crecimiento de cristales minerales en la red. Los cristales de hidroxiapatita se depositan dentro de la superficie y las fibrillas aumentando el contenido mineral de la dentina con ayuda de las calcosferitas. (1)

1.1.7 PRESENTINA

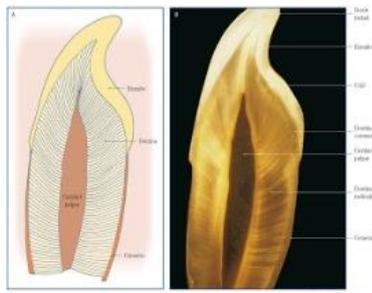
La presentina es una banda de dentina no mineralizada que se encuentra en el borde pulpar de la dentina, la presentina se forma con el objetivo de mineralizarse y formar una nueva capa de dentina, esta formación de presentina disminuye considerablemente después de que los dientes inician su función y alcanzan una etapa adecuada de oclusión. (3)



Presentina .(5)

1.1.8 DENTINA SECUNDARIA

La dentina secundaria se formará internamente a la dentina primaria, ésta se comienza a formar tiempo después de que la corona haya entrado en función oclusal y las raíces estén formadas por lo que se formará durante el resto de la vida del diente. Este tipo de dentina se formará de manera lenta en comparación con la dentina primaria. (5)



Dentina secundaria (5)

1.1.9 DENTINA TERCIARIA.

La dentina terciaria también se conoce como dentina de reparación u osteodentina por su similitud con el hueso. La dentina terciaria es el resultado

de atriciones, abrasiones o caries por lo que esta dentina se deposita subyacentemente en aquellas áreas estimuladas, si el estímulo es considerable. Por el contrario, si dicho estímulo es menor, la formación de dentina terciaria será un poco más lenta y de forma regular, semejante a la dentina primaria. Se cree que esto se debe a la urgencia de proteger la pulpa de una lesión adicional formando un puente dentinario. La formación de esta dentina será rápida, tiende a tener forma irregular con túbulos escasos y entrelazados. Aquí podemos encontrar odontoblastos, los cuales no formaran dentina de manto sino dentina de reparación. También encontraremos fibroblastos y células sanguíneas. (3)

1.2 TÚBULOS DENTINARIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.

La dentina está formada por túbulos dentinarios, estos túbulos contienen prolongaciones citoplasmáticas del odontoblasto, así mismo las terminaciones libres de las fibras nerviosas y líquido intratubular. Dentro, estos túbulos dentinarios tienen un diámetro de 1 a 2.5 μm , son de forma cónica, situando la parte más ancha en dirección de la pulpa ya que la formación de dentina peritubular ocasiona la disminución del diámetro de dichos túbulos. (3)

El número y diámetro de los túbulos dependerá de factores como la localización del diente, sin embargo, es importante mencionar que en la dentina coronal, en un corte vertical, los túbulos adoptarán una forma de S debido al apillamiento de odontoblastos al migrar a la pulpa, cuando esto pasa, los túbulos convergen debido a que la superficie de la cámara pulpar es menos a la que tiene la dentina lo que conduce a un aumento de la permeabilidad. En dentina podemos encontrar aproximadamente 15000 túbulos dentinarios x mm en la unión dentina esmalte (DEJ) y en pulpa 65000 túbulos dentinarios x mm.(3)

Cerca de la DEJ, los túbulos dentinarios se dividen en una o más ramas terminales. Esto se debe a que durante la fase inicial de la dentinogénesis los odontoblastos en diferenciación proyectan varias prolongaciones citoplásmicas hacia la DEJ, pero conforme los odontoblastos se retraen, sus prolongaciones convergen en una prolongación mayor.

A su vez, como ya ha sido mencionado, los túbulos dentinarios contienen dos tipos de dentina; dentina intertubular y dentina intratubular. (3)

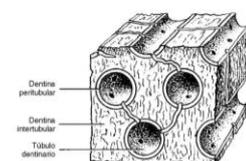


Imagen representativa de dentina intertubular y peritubular (5)

1.2.1 DENTINA INTERTUBULAR

La dentina intertubular se localizará entre los anillos de dentina peritubular y formará la mayor parte de dentina, contiene fibras de colágeno con un diámetro de 50 y 100 μm , estas fibras están mineralizadas lo que brindarán resistencia tensional a la dentina, la orientación de sus fibras es aproximadamente perpendicular a los túbulos dentinarios. (3)

1.2.2 DENTINA INTRATUBULAR

La dentina intratubular es aquella que reviste las paredes internas de los túbulos, este tipo de dentina contiene menos cantidad de fibras colágenas y mayor número de proteoglucanos, sulfatados y mineral. Tiene de a ser más rígida, debido a la falta de fibras de colágeno y esto le dará mayor facilidad de disolverse en ácidos. Al eliminar la dentina peritubular los grabadores ácidos agrandan las aberturas de los túbulos dentinarios ocasionando que la dentina sea más permeable. (3)

1.2.3 FLUIDO DENTINARIO

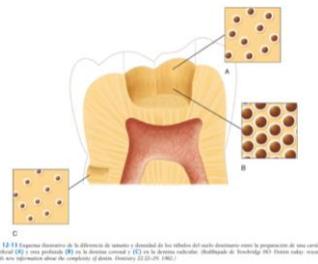
Dentro de los túbulos dentinarios se encuentra el fluido dentinario. Aproximadamente el 1% de la dentina superficial está ocupada por fluido libre esto significa que hay un ultrafiltrado de la sangre en los capilares pulpaes. Este fluido se dirige hacia fuera entre los odontoblastos a través de los tubos los dentinarios. La exposición de los túbulos al fracturarse un diente o al preparar una cavidad produce una salida del fluido hacia la superficie de la dentina expuesta la deshidratación de la dentina con el aire calor seco o algún papel que se coloque acelera el movimiento de este fluido teniendo como consecuencia la sensibilidad en dentina. A mayor velocidad del fluido dentinario, habrá mayor sensibilidad ya que un movimiento lento no es suficiente para activar los mecanismos receptores nerviosos responsables de la hipersensibilidad dentinaria. Asimismo, el fluido dentinario sirve como vehículo para que salgan bacterias una situación importante puede ser cuando hay necrosis pulpar ya que en este caso las bacterias de la pulpa necrótica viajan hasta los tejidos perirradiculares. El fluido dentinario puede ir de 0,02 ml/s/mm² hasta 1-1,5 ml/s/mm² antes de que los nervios empiecen a estimularse. (5)

1.3 PERMEABILIDAD DE LA DENTINA

Los túbulos dentinarios son los conductos por los cuales se llevará a cabo la difusión del fluido a través de la dentina. La permeabilidad de los fluidos será proporcional al diámetro y número de túbulos, esto aumentará conforme los túbulos converjan en la pulpa. La superficie tubular es aproximadamente el 1% del área superficial de la dentina en la unión amelodentinaria mientras

que en la cámara pulpar el porcentaje será del 45% por lo que debemos considerar que la dentina que se ubique debajo de una preparación para una cavidad profunda será mucho más permeable que la ubicada en una cavidad superficial donde la formación de dentina esclerótica será insignificante. Por otra parte, se ha descubierto que la permeabilidad de la dentina radicular es más baja que la dentina coronal.(3)

Se ha encontrado que el fluido a través de la dentina radicular externa es del 2% a diferencia de la dentina coronaria, la baja permeabilidad de la dentina radicular se debe a que impermeabiliza a sustancias tóxicas que son productos bacterianos generados por placa. Existen diferentes factores que pueden modificar la permeabilidad de la dentina. En el caso de caries dental la pulpa reacciona presentando una inflamación antes de ser infectada lo que indica que los productos bacterianos llegan a la pulpa antes que las bacterias, es por eso que la respuesta inflamatoria inicial se desencadena por la acumulación de antígenos bacterianos en el interior de la pulpa y no por las bacterias en sí mismas, la esclerosis dentinaria reduce la permeabilidad y por consecuencia la cantidad de irritantes que penetran en la pulpa. (3)



Permeabilidad dentinaria.(3)

Al preparar una cavidad cortamos dentina, esta dentina produce residuos de microcristales, estos microcristales recorrerán la dentina por los orificios de los túbulos dentinarios, esta capa de residuos se conocerá como barrillo dentinario. Debido al tamaño de las partículas, este barrillo dentinario será capaz de impedir que las bacterias penetren en la dentina ,al eliminar estos residuos con ácido grabador o EDTA aumentará la permeabilidad de la dentina, disminuirá la resistencia de la superficie y se ensancharán los orificios de los túbulos, por lo que es importante tratar las cavidades con un ácido que contenga la concentración adecuada, implementar el uso de productos de unión a la dentina así sea una base o un recubrimiento de la cavidad ocasionará una protección de la pulpar y así mismo disminuirá la sensibilidad considerablemente.(3)

Un dato curioso es cuando las superficies dentinarias vitales y no vitales se exponen al medio ambiente oral durante 150 días. Se observa que la invasión de los túbulos dentinarios tendrá mayor velocidad en dientes no vitales, por otra parte, será posible encontrar anticuerpos o sustancias antimicrobianas en el fluido dentinario de los dientes vitales. (3)

1.4 ESCLEROSIS DENTINARIA

Los tubos dentinarios pueden presentar una obstrucción como resultado del envejecimiento o como respuesta a algunos estímulos como puede ser la atricción de la superficie del diente o presencia de caries, cuando estos túbulos se llenan de depósitos minerales, la dentina se convierte en dentina esclerótica, esta dentina esclerótica se reconoce con facilidad al realizar cortes histológicos ya que su aspecto es traslúcido. Este tipo de esclerosis ocasiona una disminución en la permeabilidad de la dentina, ya que no hay suficiente paso de sustancias a través de los túbulos dentinarios, como consecuencia tendremos una protección de la pulpa cuando hay presencia de irritación. Los túbulos dentinarios pueden bloquearse por cristales de hidroxiapatita y otros minerales.(3)

1.5 COMPLEJO DENTINO PULPAR

La pulpa dental y la dentina funcionan como una misma estructura, los odontoblastos juegan un papel importante en este sistema, éstos se localizan en la periferia del tejido pulpar con extensiones en la parte interna de la dentina, la pulpa no existiría de no ser producida por los odontoblastos, las condiciones de ésta, dependerán de la protección ofrecida por la dentina y el esmalte formando una dinámica integrada que recibirá el nombre de *complejo dentinopulpar* causando que los impactos en dentina podrán alterar la pulpa y la cantidad de dentina producida.(3)

1.6 PULPA

La pulpa dental es un tejido conjuntivo laxo que se origina de las células ectomesenquimatosas de la papila dental, alberga elementos tisulares, entre los que se incluyen axones, tejido vascular, fibras del tejido conectivo, sustancia fundamental, fluido intersticial, odontoblastos, fibroblastos, células inmunocompetentes y otros elementos celulares. Estos componentes responden dinámicamente a estímulos del desarrollo, fisiológicos o patológicos.(3)

Es un sistema microcirculatorio y sus principales componentes vasculares son las arteriolas y las vénulas. A diferencia de la mayoría de los tejidos, la pulpa carece de un verdadero sistema colateral, y depende de las relativamente pocas arteriolas que penetran a través de los orificios radiculares. El sistema vascular de la pulpa disminuye progresivamente con la edad.(3)

Por otra parte, la pulpa se considera como un órgano sensorial único ya que al estar encerrada en una capa protectora de dentina, cubierta a su vez por esmalte, se podría pensar que tuviese poca capacidad de respuesta frente a los estímulos. Sin embargo, a pesar de la conductividad térmica baja de la dentina, la pulpa es sensible a los estímulos térmicos. Este mecanismo inusual que permite al *complejo dentinopulpar* funcionar como un sistema sensorial con capacidad de respuesta.(3)

1.6.1 CAPA ODONTOBLASTICA

La capa celular más externa de la pulpa sana es la capa de odontoblastos, esta capa se localiza subyacente a la predentina, pasa a través de la predentina hasta llegar a la dentina, aquí podemos encontrar capilares, fibras nerviosas y células dendríticas.(3)

En la porción coronal de la pulpa joven se forma colágeno de forma activa aquí los odontoblastos tienen una forma cilíndrica alta, la altura y forma de los odontoblastos será variable, como consecuencia la ubicación de sus núcleos no será al mismo nivel sino que estarán alineados de forma escalonada. Los espacios intercelulares entre los odontoblastos son muy pequeños, aproximadamente de 30 a 40 nm de ancho, por otra parte, los cuerpos celulares de los odontoblastos estarán conectados por complejos y uniones comunicantes de proteínas lo que permitirá el paso entre las células de moléculas señal.(3)

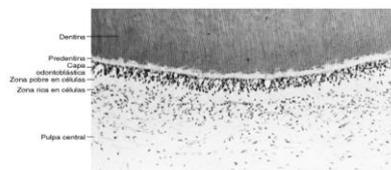


FIG. 12-15 Zonas morfológicas de la pulpa radicular.

Capa odontoblástica

(5)

La pulpa coronal contiene un mayor número de células odontoblásticas, alrededor de 45,000 m² que la pulpa radicular dentro de las características que presenta, los odontoblastos de la pulpa coronal madura tienen una forma cilíndrica alta de 40 μ m y los de la porción media de la pulpa radicular son cúbicos. Cerca del foramen apical los odontoblastos presentan una capa escamosa de células planas. Por otra parte, el número de túbulos dentinarios suele ser diferente según la ubicación de los mismos siendo menos en la raíz que en la porción coronal del diente. (4)

Los odontoblastos están formados por varios tipos de uniones intercelulares dentro de las cuales tenemos; desmosomas, estos se ubican en la parte apical del odontoblasto, estas uniones conectarán con odontoblastos adyacentes. Las uniones en hendidura proporcionan una baja resistencia por lo que la estimulación eléctrica podrá viajar de una célula a otra con la intención de sincronizar la actividad secretora que producirá capas de dentina y uniones estrechas. Dichas uniones conectan al odontoblasto con odontoblastos adyacentes. Finalmente tenemos a las uniones estrechas, estas se encuentran

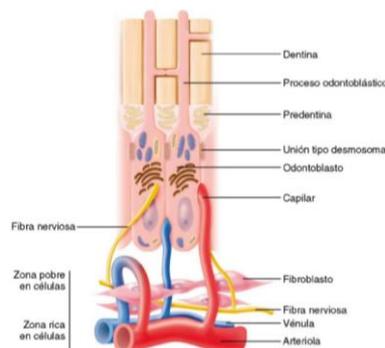
en la parte apical de los odontoblastos de dientes jóvenes, estas se encargarán de determinar la permeabilidad de la capa odontoblástica restringiendo el paso de moléculas, iones y fluidos entre los compartimentos extracelulares de la pulpa y la predentina. (3)

Durante la preparación de una cavidad, estas uniones se desorganizan y por consecuencia aumenta la permeabilidad de la dentina. (3)

Durante la maduración y el envejecimiento, se produce una acumulación en la capa de odontoblastos generalmente en la pulpa coronal ya que hay un estrechamiento de el espacio pulpar. (3)

1.6.2 CAPA DE WEIL O ZONA POBRE DE CÉLULAS

Debajo de la capa de odontoblastos, ubicada en la pulpa coronal existe una zona libre de células con un ancho aproximado de 40 μm . Esta zona está formada por capilares sanguíneos fibras nerviosas amielínicas y prolongaciones citoplasmáticas de los fibroblastos. La presencia o ausencia de esta zona dependerá del estado de la pulpa, puede no ser aparente en las pulpas jóvenes ya que la dentina se forma con rapidez o las pulpas viejas donde se genera la dentina reparadora.(3)



Zona pobre y rica en células.(3)

1.6.3 ZONA RICA EN CÉLULAS

En el área subendoblástica existe una parte que tiene una porción elevada de fibroblastos en comparación con la región central de la pulpa. Esta capa es más grande en la pulpa coronal que en la radicular, contiene macrófagos, fibroblastos, células dendríticas y células mesenquimatosas indiferenciadas ó células madre.(3)

La migración de células inmunocompetentes dentro y fuera de la zona rica en células es consecuencia de la provocación antigénica.(3)

1.6.4 PULPA CENTRAL

La pulpa central es la masa central de la pulpa, contiene vasos sanguíneos y nervios de mayor tamaño, las células que se encuentra en su mayoría es el fibroblasto.(3)

1.6.5 CÉLULAS DE LA PULPA

La pulpa cuenta con gran cantidad de células en su interior, con la finalidad de proteger o responder a estímulos externos. Dentro de las células que la componen tenemos: Odontoblastos, fibroblastos, macrófagos, células dendríticas, linfocitos, mastocitos entre otros.(5)

1.6.6 ODONTOBLASTOS

Los odontoblastos son las células causantes de la dentinogénesis en el desarrollo de los dientes y el envejecimiento es la célula más característica o importante del complejo dentinopulpar. Estos odontoblastos forman los túbulos dentinarios y al encontrarse dentro de los túbulos convierten la dentina en tejido vivo.(5)

Los odontoblastos se desarrollan en la pulpa coronal, tienen una estructura cilíndrica alta y tienden a dejar prolongaciones celulares que formarán los túbulos dentinarios donde las ramas laterales se interconectan a través de conductos que permitirán la conexión intercelular y la circulación del fluido a través de la matriz mineralizada. (3)

El cuerpo celular del odontoblasto activo tiene un núcleo grande que puede contener hasta cuatro nucléolos. El núcleo está situado en el extremo basal de la célula, contenido dentro de una envoltura nuclear. Un aparato de Golgi bien desarrollado, localizado en el centro del citoplasma supranuclear, está constituido por sistemas de cisternas y vesículas con paredes lisas. Existen numerosas mitocondrias distribuidas de forma uniforme por el cuerpo celular. El RER es prominente y consta de cisternas íntimamente apiladas, que forman grupos paralelos dispersos de modo difuso dentro del citoplasma. Los numerosos ribosomas, íntimamente asociados con las membranas de las cisternas, marcan los lugares de síntesis proteica. Dentro de la luz de las cisternas se puede observar un material filamentososo (que probablemente representa las proteínas recién sintetizadas).(3)

Los odontoblastos sintetizan colágeno tipo I en su mayoría y pequeñas cantidades de colágeno tipo V en la matriz extracelular. También secretan proteoglucanos y una gran cantidad de proteínas como las sialoproteínas de la dentina y fosforina, una fosfoproteína fosforilada que participa en la mineralización extracelular, esta es exclusiva de la dentina por lo que no se

encuentra en ninguna otra célula mesenquimatosa, de igual forma secreta fosfatasa ácida y alcalina, enzimas relacionadas con la mineralización.(3)

El odontoblasto inactivo o en reposo tiene menos organelos, e incluso su número puede ser menor. Es posible que estos cambios tengan lugar cuando la raíz se desarrolla por completo cuando la producción de dentina cambia de primaria a secundaria.(3)

Durante la restauración del diente, es frecuente que la preparación de una cavidad o corona altere los odontoblastos. Tendría una gran importancia clínica conocer la extensión exacta de los procesos odontoblásticos en los dientes humanos porque con este dato, el clínico podría estimar el impacto del procedimiento restaurador sobre los odontoblastos subyacentes sin embargo este ha sido un tema de controversia.(3)

Alrededor de cada una de las prolongaciones mayores de los odontoblastos se forma un túbulo dentinario. La proyección odontoblástica ocupa la mayor parte del espacio dentro del túbulo y de algún modo media la formación de dentina peritubular. Los microtúbulos y los microfilamentos representan los principales componentes ultraestructurales de los procesos odontoblásticos y de sus ramas laterales. Los microtúbulos se extienden desde el cuerpo celular en la prolongación. Estas estructuras rectas siguen un curso paralelo al eje largo de la célula, y dan la impresión de rigidez.(3)

1.6.7 FIBROBLASTOS

Los fibroblastos son las células más numerosas de la pulpa, éstas células sintetizan colágeno tipo I, colágeno tipo III y proteoglucanos ,éstos últimos se encargan de mantener las proteínas de matriz ,tienen la capacidad de fagocitar y digerir el colágeno por lo que son los encargados de renovar el colágeno en la pulpa. Los fibroblastos abundan sobre todo en la zona rica en células sin embargo se encuentran distribuidos en toda la pulpa, en su fase de diferenciación precoz, tienen una forma poligonal, están separados y se ubican ampliamente distribuidos en la sustancia fundamental. La mayoría de los fibroblastos en la pulpa se caracterizan por ser células mesenquimatosas indiferenciadas.(3)

Se han diseñado muchos modelos experimentales para estudiar el proceso de cicatrización de las heridas en la pulpa, en particular la formación de puentes dentinarios después de una exposición pulpar o de una pulpotomía.(3)

Los fibroblastos pulpares parecen tomar parte activa en las vías de señalización en la pulpa dental. Ya que los neuropéptidos estimulan la síntesis y el crecimiento de fibroblastos; a su vez, los fibroblastos producen NGF y citocinas proinflamatorias durante la inflamación. El NGF tiene un papel importante no sólo

en el desarrollo, también en la regulación de respuestas neuronales y posiblemente odontoblásticas a la lesión por activación de receptores similares a los de la neurotrofina expresados en ambos tipos de células. (3)

1.6.8 MACRÓFAGOS

Los macrófagos son monocitos que han abandonado el torrente sanguíneo, entran a los tejidos y se diferencian. La función de los macrófagos es eliminar células muertas y sustancias extrañas presentes en los tejidos con ayuda de enzimas lisosomales. Una de éstas subpoblaciones de macrófagos participa en el sistema inmune mediante el procesamiento del antígeno y su presentación posterior a las células T de memoria. El antígeno procesado se une a moléculas del complejo de histocompatibilidad, lo que hace posible que se establezca una interacción con receptores específicos presentes en las células T de memoria o células simples. Tal interacción es esencial para la inmunidad dependiente de las células T. Igual que los fibroblastos, los macrófagos toman parte activa en las vías de señalización en la pulpa. Una vez activados por estímulos inflamatorios apropiados, los macrófagos son capaces de producir una gran variedad de factores solubles, entre ellos interleucina 1, factor de necrosis tumoral, factores de crecimiento y otras citocinas.(3)

1.6.9 CÉLULAS DENDRÍTICAS

Las células dendríticas son elementos accesorios en el sistema inmune cómo se encuentran en la epidermis y en las membranas mucosas también se conocen como células de Langerhans. Generalmente las encontramos en tejido linfoide sin embargo también se ubican en tejido conectivo como es el tejido pulpar, estas células también se conocen como células presentadoras de antígeno ya que tienen prolongaciones citoplasmáticas dendríticas.(3)

Se localizan en la periferia, cerca de la predentina, migran centralmente a través de la pulpa después de la presencia de un estímulo antigénico.(3)

Desempeñan una función central en la inducción de la inmunidad dependiente de las células T. Como los macrófagos presentadores de antígeno, engloban antígenos proteínicos y después presentan un conjunto de fragmentos peptídicos de los antígenos y moléculas MHC clase II (Mayor complejo de histocompatibilidad). Este conjunto es el que pueden reconocer las células T.(3)

1.6.10 LINFOCITOS

Generalmente podemos encontrar linfocitos T en las pulpas de dientes sanos. Una pulpa que cuente con la presencia de macrófagos, células dendríticas y linfocitos T indicará ser una pulpa completamente equipada para iniciar respuestas inmunes en caso de ser necesario, por la presencia de un estímulo externo.(5)

1.6.11 MASTOCITOS

Los mastocitos se encuentran distribuidos en el tejido conectivo, estos forman grupos en la continuidad de los vasos sanguíneos y los podemos encontrar en las pulpas que presenten inflamación crónica ya que participan en las reacciones inflamatorias. Los mastocitos contienen gránulos de heparina, un anticoagulante e histamina un importante mediador inflamatorio.

1.7 METABOLISMO PULPAR

La actividad metabólica de la pulpa se ha estudiado midiendo la tasa de consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono o ácido láctico.(3)

Debido al escaso contenido celular de la pulpa, la tasa de consumo de oxígeno es baja comparada con la de la mayoría de los tejidos. Durante la dentinogénesis activa, la actividad metabólica es mucho mayor que cuando se completa el desarrollo de la corona. Como cabría esperar, la mayor actividad metabólica se encuentra en la región de la capa odontoblástica y la menor en la pulpa central, donde se localizan la mayoría de nervios y vasos sanguíneos.(3)

La pulpa tiene la capacidad de producir energía a través del metabolismo de los hidratos de carbono, utilizando la vía del shunt de los fosfogluconatos (es decir, de los fosfatos de pentosa), una vía metabólica que permite que los tejidos funcionen en presencia de grados variables de isquemia. Esto podría explicar el mecanismo mediante el cual la pulpa hace frente a los períodos prolongados de hipoperfusión debida a vasoconstricción inducida por infiltración de anestesia con adrenalina.(3)

1.8 INTERSTICIO PULPAR Y SUSTANCIA FUNDAMENTAL

El intersticio está formado por fluido y matriz intersticial o extracelular ,ocupa el espacio extracelular y extravascular de la pulpa, es amorfo y generalmente se considera que es un gel más que un sólido. Sus componentes son similares en todos los tejidos, pero con cantidades relativas variables. El principal componente estructural del intersticio es el colágeno, formando una red de fibras colágenas sirve de sostén para los demás componentes del intersticio como son proteoglucanos ,hialuronato y fibras elásticas.Los proteoglucanos y el hialuronato son glucosaminoglucanos de la matriz intersticial. Dentro de sus propiedades, el intersticio es responsable de las propiedades de retención de agua de los tejidos conectivos y actúa como «tamiz» molecular en la regulación de la difusión de sustratos a través de este espacio. (3)

Casi todas las proteínas de la MEC son glucoproteínas. Los proteoglucanos representan una subclase importante de glucoproteínas. Estas moléculas sirven de soporte para las células, proporcionan turgencia a los tejidos y median una variedad de interacciones celulares. Comparten la presencia de

cadena de glicosaminoglicanos (GAG) y un núcleo proteínico, al que están unidas las cadenas. Excepto en el heparán sulfato y la heparina, las cadenas se componen de disacáridos. La función primaria de las cadenas GAG consiste en actuar como moléculas adhesivas, que se pueden unir a las superficies celulares y a otras moléculas de la matriz.(3)

La fibronectina es una glucoproteína de superficie importante que, junto con el colágeno, forma una red fibrilar integrada, con influencia sobre la adhesión, la movilidad, el crecimiento y la diferenciación de las células. La laminina es un componente fundamental de las membranas basales, se une al colágeno tipo IV y a los receptores de la superficie celular. La tenascina es otra glucoproteína de adherencia al sustrato.(3)

Los principales proteoglucanos de la pulpa son el ácido hialurónico, dermatán sulfato, heparán sulfato y condroitín sulfato. El contenido de proteoglucanos en el tejido pulpar reduce un 50% al erupcionar el diente durante la dentinogénesis, el condroitín sulfato es el principal proteoglucano ya que participan en la mineralización al erupcionar el diente aumenta la cantidad de ácido hialurónico y dermatán sulfato. La consistencia de la pulpa está determinada por los proteoglucanos en la sustancia fundamental.(3)

1.8.1 SUSTANCIA FUNDAMENTAL

La sustancia fundamental actúa también como un filtro molecular, que no permite el paso de las proteínas grandes. Los metabolitos celulares, los nutrientes y los desechos pasan a través de la sustancia fundamental existente entre las células y los vasos sanguíneos. En algunos aspectos, la sustancia fundamental se podría comparar con una resina de intercambio iónico, ya que las cadenas polianiónicas de las GAG se unen a los cationes. Además, la presión osmótica puede alterarse mediante la exclusión de moléculas osmóticamente activas.(3)

De esta forma, los proteoglucanos pueden regular la dispersión de los solutos de la matriz extracelular, los coloides y el agua, y en gran medida determinan las características físicas de un tejido, como la pulpa. La degradación de la sustancia fundamental puede producirse en ciertas lesiones inflamatorias, caracterizadas por una concentración elevada de enzimas lisosómicas. Las enzimas proteolíticas, las hialuronidasas y las condroitín sulfatasas de origen lisosomal y bacteriano, son ejemplo de enzimas hidrolíticas capaces de atacar a los componentes de la sustancia fundamental. Las vías de la inflamación y la infección están fuertemente influidas por el estado de polimerización de los componentes de la sustancia fundamental.(3)

1.8.2 EL INTERSTICIO INFLAMADO

Hialuronidasas y condroitín sulfatasas de origen lisosómico y bacteriano son ejemplos de enzimas hidrolíticas que pueden atacar componentes del intersticio. Durante la infección y la inflamación, las propiedades físicas del tejido pulpar pueden alterarse por la producción de estas enzimas degradantes. Además de su propio efecto lesivo, también pueden allanar el camino a los efectos perjudiciales de las toxinas bacterianas, aumentando la magnitud del daño. Las vías inflamatorias e infecciosas están muy influidas por la especial composición del intersticio en el tejido y su degradación por enzimas del huésped o microbianas.(3)

1.9 FIBRAS DEL TEJIDO CONECTIVO EN LA PULPA

En la pulpa tenemos 2 tipos de proteínas estructurales; el colágeno y la elastina, : las fibras de elastina se encuentran en las paredes de las arterias a diferencia del colágeno estas no forman parte de la matriz extracelular.(3)

El colágeno es una proteína estructural muy abundante en el organismo, donde representa del 25 al 35 % del total de proteínas. En la pulpa humana, la cantidad de colágeno es del 26% al 32% de peso desecado en premolares y molares.(3)

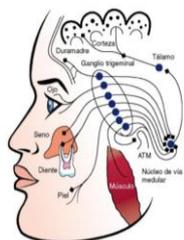
Una molécula de colágeno también conocida como tropocolágeno están formados por tres cadenas polipeptídicas, pueden ser α_1 o α_2 , esto dependerá de su composición y la secuencia de aminoácidos.(3)

Podemos clasificar al colágeno en VI tipos, según las diferentes combinaciones de las cadenas que los forman sin embargo ,el colágeno de tipo I y III ,IV son los principales subtipos de colágeno de la pulpa, el tipo I se encuentra en gruesas fibrillas estriadas por todo el tejido pulpar , también lo podemos encontrar en dentina. Este tipo de colágeno está formado por odontoblastos y osteoblastos el colágeno tipo III; se encuentra en tejidos conectivos no mineralizados, representa una forma fetal hallada en la papila dental y la pulpa madura. A su vez, el colágeno tipo III y IV forman parte de las membranas basales.(3)

1.10 INERVACIÓN

El dolor es un fenómeno complejo que no sólo conlleva una respuesta sensorial, sino que también está influido por aspectos emocionales, conceptuales y motivacionales.(3)

La existencia de neuronas sensitivas periféricas son la base del dolor cuya variada calidad e intensidad se evoca por activación de los nervios intradentales. Los estímulos nocivos en los dientes se transmiten por neuronas aferentes primarias localizadas en el ganglio trigeminal a través de neuronas de segundo orden en el tronco encefálico hacia el cerebro. La transmisión de información sensitiva consiste en una cascada de acontecimientos que incluyen, procesado y percepción, de forma que el control del dolor dental debe basarse en un conocimiento del origen de las señales del dolor y la compleja modulación que se produce a nivel local y superior. (3)



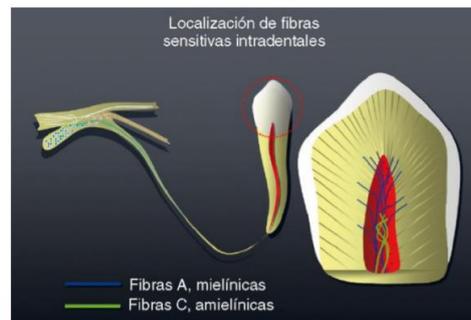
Inervación.(3)

El diente está inervado por un gran número de axones mielínicos y amielínicos. El número de axones que entran en un premolar humano puede llegar a los 2,000. La inervación simpática de los dientes procede del ganglio cervical superior (GCS). Los nervios simpáticos posganglionares viajan con el nervio carotídeo interno, se unen al nervio trigémino en el ganglio e inervan dientes y estructuras de sostén por la rama maxilar y mandibular del nervio trigémino. Las fibras simpáticas aparecen con los vasos sanguíneos cuando se establece el sistema vascular en la papila dental. En la pulpa dental adulta, las fibras simpáticas forman plexos alrededor de las arteriolas pulpareas. La estimulación de estas fibras produce la constricción de las arteriolas y una disminución del flujo sanguíneo.(3)

Las fibras nerviosas se clasifican de acuerdo con su diámetro, velocidad de conducción y función. En la pulpa existen 2 tipos de fibras nerviosas sensoriales; mielínicas (Fibras A) y amielínicas (Fibras C). Ambos tipos de fibras pueden ser nocioreceptoras, las fibras A pueden ser beta ($\alpha\beta$) y Delta ($\alpha\delta$). Las fibras AB quizá sean ligeramente más sensibles a la estimulación que las AD, pero ambos tipos se agrupan desde el punto de vista funcional en la pulpa dental puesto que ambas inervan los túbulos dentinarios y ambas se estimulan por movimientos del fluido dentinario. El 90% de las fibras A son A Delta. (3)

Los nervios sensoriales de la pulpa provienen del trigémino y entran en la pulpa radicular como fascículos en el foramen apical cada uno de los nervios que entran en la pulpa están rodeados por células de Schwann como a las fibras A adquieren su vaina de mielina desde estas células. En la mayor parte de las fibras amielínicas se localizan en estos fascículos y en la periferia de la pulpa y penetran en la parte interna de la dentina.(3)

Una sola fibra nerviosa puede inervar múltiples pulpas dentales. Por otra parte, la pulpa tiene una densidad baja de propioceptores lo que no permite identificar el dolor con exactitud en un paciente.(3)



Localización de las fibras sensitivas intradentales.(3)

Las terminaciones nerviosas intratubulares son más numerosas en la zona de cuernos pulpares donde hasta un 40% de los túbulos contienen fibras cosa que disminuye en otras partes de la dentina. En la dentina radicular sólo una de cada 100 túbulos contiene fibras. (3)

1.11 PRUEBAS PULPARES.

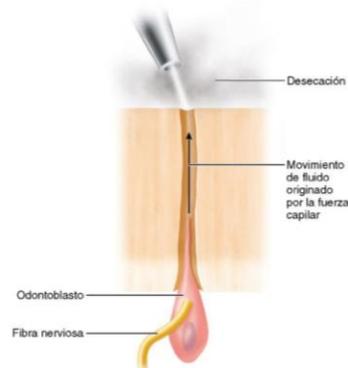
Las pruebas con frío utilizando dióxido de carbono o refrigerantes líquidos y algunas pruebas de calor como es gutapercha activa las fuerzas hidrodinámicas en los túbulos dentinarios teniendo como consecuencia de la excitación de las fibras A intradentales. Las fibras C no se activan de esta manera a menos de que el estímulo llegue a lesionar la pulpa. Existen estudios donde se ha encontrado que las pruebas con frío no lesionan la pulpa tanto como las pruebas de calor que generan un mayor riesgo de lesión.(3)

1.12 SENSIBILIDAD DENTINARIA

Se conoce como mecanismo hidrodinámico de sensibilidad dentinaria al proceso mediante el cual estímulos externos como puede ser el calor, frío, el sondaje con la punta del explorador o el chorro de aire son causantes del movimiento excesivo del fluido de los túbulos ocasionando dolor. Se cree que el movimiento rápido de los fluidos a través de la membrana celular de la

terminación axonal activa un receptor mecano sensible aumentando el flujo de iones de sodio iniciando la generación de potenciales de acción.(3)

A pesar de que la dentina es muy sensible y puede responder a estímulos en cualquier superficie dentinaria, esta sensibilidad suele suceder después de algunas semanas, se piensa que está desensibilización es consecuencia del cierre de los túbulos dentarios por depósitos minerales. Asimismo, la dentina secundaria reparadora en los extremos pulpares de los túbulos expuestos reduce la sensibilidad y es que la dentina reparadora está menos inervada por fibras nerviosas sensitivas.(3)



Movimiento del fluido ocasionado por desecación.(3)

Podemos decir que la hipersensibilidad se puede deber a cambios inflamatorios en la pulpa y también está relacionada con cambios en la permeabilidad de los túbulos dentinarios. (3)

Para evitar esta hipersensibilidad es necesario reducir el diámetro de los túbulos dentinarios ya que con esto limitamos el movimiento del fluido. Esto se puede conseguir de la siguiente manera:

- Formar una capa de barrillo dentario sobre la dentina sensible.
- Aplicar sustancias como oxalatos; dicha sustancia formará precipitados insolubles dentro de los túbulos.
- Aplicar agentes como hidróxietilmetacrilato (HEMA) con o sin glutaraldehído ,ya que estos cierran los túbulos dentinarios con proteínas plasmáticas.
- Aplicar productos de adhesión a la dentina para sellar los túbulos.(3)

1.13 REPARACIÓN PULPAR

La dentina terciaria es aquella que se forma como respuesta a estímulos anormales, estos pueden ser: el desgaste excesivo del diente, preparación de cavidades o la colocación de materiales restauradores por consecuencia de caries. Este tipo de dentina también se conoce como dentina reactiva(3)

al colocar un estímulo se llevará a cabo la destrucción de los odontoblastos y asimismo la formación de nueva dentina, menos tubular y más irregular. En este tipo de dentina los túbulos dejan de ser continuos.(3)

Al aumentar la caries como a los ácidos bacterianos sólo utilizan los factores de crecimiento dentina mineralizada difundiendo los en la pulpa causando así la formación de dentina reactiva. (3)

La dentina secundaria se deposita alrededor de la pulpa durante toda la vida del diente; cuando la caries invade la dentina, la pulpa responde formando dentina reparadora sobre la dentina primaria o secundaria que se comunique con la caries lo mismo sucede al realizar desgastes oclusal excesivos en el esmalte se forma dentina reparadora sobre la superficie de la dentina expuesta.(3)

CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS DE DIENTES CANDIDATOS A USAR ESTOS BIOMATERIALES.

La pulpa dental es un tejido que responde a los estímulos externos de diferentes maneras. Sin embargo, ciertas características exclusivas de la respuesta pulpar la distinguen de otros tejidos conectivos del organismo. La exposición pulpar a la caries dental, su imposibilidad de expandirse, y la escasez de circulación colateral determinan su susceptibilidad a la lesión y complican su regeneración. Además, la pulpa está dotada de una rica irrigación neurovascular que favorece los efectos de la inflamación y que puede conducir a una rápida degeneración y necrosis, situación que se considera muy seria en cualquier tejido del organismo. El tratamiento de la caries dental y de otras alteraciones dentarias implica la limpieza y la conformación del esmalte y de la dentina, los tejidos más duros del organismo, lo que se añade a la irritación pulpar. (3)

2.1 CARIES

La OMS (Organización Mundial de la Salud) define a la caries dental como un “proceso localizado de origen multifactorial que inicia después de la erupción dental, determinado por el reblandecimiento del tejido duro del diente que puede evolucionar hasta la formación de una cavidad”(6)

2.1.2 CARIES PROFUNDA

La lesión profunda se puede definir como aquella que penetra en la dentina cercana a pulpa, radiográficamente mantiene un puente dentinal que separa la pulpa de la dentina desmineralizada y conlleva un riesgo de exposición pulpar durante su eliminación.(5)

Tres reacciones básicas tienden a proteger a la pulpa frente a la caries:

- Un descenso en la permeabilidad dentinaria.
- La formación de dentina terciaria.
- Las reacciones inflamatorias e inmunológicas. (5)

2.2 RESPUESTA INMUNE

Estas respuestas se producen de manera acompañada, y su magnitud depende en gran medida de la naturaleza agresiva de la lesión en curso.(3)

Cuando se hace una cavidad alejada al tejido pulpar, los metabolitos y los componentes de la pared celular de las bacterias provocan inflamación. En las lesiones cariosas iniciales o moderadas, los subproductos ácidos de la caries actúan indirectamente provocando la degradación de la matriz dentinaria, liberando de este modo moléculas bioactivas previamente secuestradas durante la dentinogénesis. Una vez liberadas, estas moléculas asumen de nuevo su papel en la formación de dentina, esta vez estimulando la formación de dentina terciaria (Cohen 2012) , la matriz dentinaria desmineralizada puede inducir la formación de dentina en la zona de exposición pulpar. Además, la colocación de proteínas de matriz de dentina purificadas sobre la dentina o la pulpa expuesta estimula la formación de dentina terciaria, indicando que estas moléculas pueden actuar directamente o a través de la dentina intacta.(3)

El primer mecanismo de defensa frente a la caries es una combinación de depósitos intratubulares de dentina y depósitos directos de cristales minerales en los estrechos túbulos dentinarios, los cuales disminuyen la permeabilidad de esta. Este proceso se denomina esclerosis tubular o dentinaria. Se produce como consecuencia de un aumento en los depósitos de dentina intratubular y de la oclusión tubular por cristales precipitados. Esto condiciona un descenso efectivo de la permeabilidad dentinaria, que se produce en un período relativamente corto.

La formación de dentina terciaria precisa un período de tiempo más prolongado que la formación de dentina esclerótica, y el carácter resultante depende en gran medida del estímulo.(3)

En estímulos leves , se activa odontoblastos latentes, responsables de la formación de la matriz orgánica de la dentina. Este tipo de dentina terciaria se denomina dentina reactiva, y puede observarse cuando se produce una desmineralización leve de la dentina por debajo de la lesión no cavitada del esmalte. Los mediadores presentes durante la caries inducen una sobrerregulación focal de la producción de matriz por los odontoblastos. La dentina resultante es similar en morfología a la dentina fisiológica, y sólo se distingue por un cambio en la dirección de los nuevos túbulos dentinarios.(3)

En la lesión agresiva, la caries puede destruir los odontoblastos subyacentes y precisar la repoblación de la capa de odontoblastos destruidos a partir de la diferenciación de precursores de éstos. El aspecto de la matriz resultante refleja directamente el estado de diferenciación de las células secretoras. Este hecho es responsable de la heterogeneidad de la dentina reparativa, en la que la morfología puede variar desde una dentina tubular organizada a una forma irregular más desorganizada denominada fibrodentina. La fibrodentina, debido a su configuración irregular y a las inclusiones tisulares, es más permeable que la dentina fisiológica.(3)

Aunque la dentina puede proporcionar una barrera física frente a los estímulos nocivos, la respuesta inmune pulpar provoca cambios humorales y celulares frente a los patógenos invasores. En el avance de la caries, la respuesta inmune del hospedador aumenta en intensidad a medida que la infección avanza. Se ha observado que la cantidad de los linfocitos T-cooperadores, linfocitos B, neutrófilos y macrófagos es directamente proporcional a la profundidad de la lesión en los dientes humanos.(3)

Aunque la dentina puede proporcionar una barrera física frente a los estímulos nocivos, la respuesta inmune pulpar provoca cambios humorales y celulares frente a los patógenos invasores. En el avance de la caries, la respuesta inmune del hospedador aumenta en intensidad a medida que la infección avanza. Se ha observado que la cantidad de los linfocitos T-cooperadores, linfocitos B, neutrófilos y macrófagos es directamente proporcional a la profundidad de la lesión en los dientes humanos.(3)

La respuesta inflamatoria temprana a la caries se caracteriza por el cúmulo focal de células inflamatorias crónicas. Este proceso está mediado, en un estadio inicial, por los odontoblastos y posteriormente por las células dendríticas. Como célula más periférica de la pulpa, el odontoblasto está situado para ser el primero en encontrarse con los antígenos extraños y desencadenar la respuesta inmune innata. La detección de patógenos se consigue en general

a través de receptores específicos llamados receptores de reconocimiento de patrones (PRR).(3)

Estos receptores reconocen patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP, pathogen-associated molecular patterns) en microorganismos invasores y desencadenan una defensa del huésped por activación de la vía del factor nuclear (NF)- κ B91. Una clase de moléculas de reconocimiento de PAMP es la familia de receptores tipo toll (TLR, toll-like receptor). Se ha observado que los odontoblastos tienen una expresión aumentada de ciertos TLR en respuesta a productos bacterianos. Una vez estimulado el TLR del odontoblasto por un patógeno, el odontoblasto sintetiza citocinas proinflamatorias, quimiocinas y péptidos antimicrobianos, dando lugar al reclutamiento y la estimulación de células efectoras inmunes, además de la destrucción directa de bacterias.(3)

A medida que progresa la lesión de caries, aumenta la densidad del infiltrado inflamatorio crónico, así como la densidad de las células dendríticas en la región odontoblástica. Las células dendríticas pulpares son responsables de la presentación del antígeno y de la estimulación de los linfocitos T. En la pulpa no inflamada, estas células dendríticas se distribuyen de forma diseminada a lo largo de la misma. Con la progresión de la caries, estas células se agregan inicialmente en la pulpa y regiones odontoblásticas subyacentes, para después extenderse dentro de la capa odontoblástica, y eventualmente migrar hasta la entrada de los túbulos junto al proceso odontoblástico. (3)

Los odontoblastos también juegan un papel importante en la respuesta inmune humoral a la caries. Se han detectado inmunoglobulina G (IgG), IgM e IgA en el citoplasma y en el proceso celular de los odontoblastos en la dentina humana con caries, lo que sugiere que estas células transportan activamente los anticuerpos a la zona de la infección. En la lesión incipiente, los anticuerpos se acumulan en la capa odontoblástica; con el avance de la lesión pueden verse en los túbulos dentinarios. Ocasionalmente, esto conduce a una concentración focal de anticuerpos por debajo de la lesión avanzada¹⁷⁰. En la fase más avanzada de la destrucción por caries, la respuesta inmune humoral se acompaña de destrucción inmunopatológica del tejido pulpar.(3)

2.2.1 RESPUESTA PULPAR ANTE UN TRATAMIENTO RESTAURADOR

Los tratamientos restauradores se realizan principalmente para tratar una enfermedad infecciosa, la caries dental, que por sí misma puede causar una irritación pulpar significativa. Un factor clave en el éxito de un tratamiento restaurador es causar la mínima irritación adicional en la pulpa, de forma que no interfiera con su cicatrización normal.(3)

La irritación física pulpar durante los tratamientos restauradores, tales como la debida a calor, desecación o vibración, puede afectar de forma adversa a la pulpa dental.(3)

2.2.1.2 CALOR

Los tratamientos restauradores tales como la preparación de cavidades o coronas o la polimerización de las resinas durante la elaboración directa de las restauraciones provisionales, pueden causar un incremento significativo en las temperaturas pulpares. El calor aplicado en las preparaciones cavitarias profundas (preparadas de forma no traumática en dientes humanos), causó cambios histológicos que dependían de la proximidad de la fuente de calor a la pulpa provocando la pérdida de los odontoblastos o su aspiración dentro de los túbulos dentinarios.(3)

Las preparaciones cavitarias y de la corona incluyen otros estímulos irritantes diferentes, tales como la desecación, daño a los procesos odontoblásticos, vibración y depósito de irritantes bacterianos sobre la superficie dentinaria. Por tanto, en conjunto, estos hallazgos sugieren que el incremento transitorio de la temperatura a niveles relevantes debidos a tratamientos dentales modernos puede no inducir cambios pulpares. Más bien, la aplicación sinérgica de calor excesivo con otros factores irritantes y su proximidad a la pulpa pueden inducir cambios patológicos.(3)

2.2.1.3 DESECACIÓN

Se sabe que la desecación durante la preparación cavitaria y de una corona causa aspiración del núcleo odontoblástico dentro de los túbulos dentinarios e inflamación pulpar.(3)

2.2.1.4 IRRITACIÓN BIOLÓGICA Y QUÍMICA

La caries dental es claramente una enfermedad infecciosa en la cual los microorganismos y sus factores de virulencia irritan constantemente la pulpa, incluso en las fases iniciales, bastante antes de la exposición pulpar.

En la práctica actual, la mayor parte de la irritación química durante los procesos de restauración es el resultado de la aplicación de agentes para grabar, especialmente ácidos fuertes, en la forma de grabado total, particularmente si se realiza un recubrimiento pulpar directo. Otros factores que pueden contribuir a la irritación pulpar durante la colocación de composite son los irritantes químicos/biológicos, incluyendo el monómero no polimerizado y la contracción de polimerización. La contracción durante la polimerización de los composites puede inducir un estrés interno dentinario y crear huecos que permitan la microfiltración. Se estima que la contracción de las resinas oscila entre el 0,6 y el 1,4% y que podría minimizarse mediante la colocación del composite con técnica incremental y posiblemente empezando las restauraciones con resinas fluidas.(3)

2.2.1. 5 PROXIMIDAD A LA PULPA DENTAL

A medida que la lesión de caries progresa hacia la pulpa, particularmente cuando el grosor de la dentina remanente(RDT) es inferior a 0,5mm, se produce una reacción pulpar más grave, siendo mayor la probabilidad de que la pulpa sufra una lesión irreversible. El diámetro y la densidad de los túbulos dentinarios aumentan con la proximidad a la pulpa. Según la densidad de túbulos dentinarios en la unión dentina-esmalte(DEJ) (aproximadamente de 65.000/mm²) y la pulpa (aproximadamente de 15.000/mm²) por lo que el área ocupada por la luz del túbulo en la DEJ es del 1% del área de superficie total en la DEJ y del 22% en la pulpa.(3)

Con el paso del tiempo tras la preparación cavitaria, se produce una reducción en la permeabilidad del RDT. Este hecho puede deberse al rápido depósito de dentina terciaria, a la migración de proteínas de gran tamaño dentro de los túbulos, y/o a la disminución del diámetro de los túbulos a medida que la dentina se vuelve más esclerótica.(3)

Clínicamente, se ha observado que en los tratamientos restauradores es frecuente la sensibilidad postoperatoria. Un estudio ha mostrado que, tras las restauraciones con resinas compuestas, la sensibilidad postoperatoria se relacionó con la profundidad de la cavidad pero no con la presencia o ausencia de forros o bases. Además de la profundidad, la anchura de la preparación de una gran cavidad y la extensión de una preparación para corona exponen más túbulos dentinarios a la irritación química o microbiana externa.(3)

2.3 PERMEABILIDAD DENTINARIA Y DE LA CAPA ODONTOBLÁSTICA ENTRE EL ÁREA QUE ESTÁ SIENDO RESTAURADA Y LA PULPA

La permeabilidad dentinaria desempeña un papel importante en la entrada en la pulpa de potenciales irritantes. Como ya sabemos, la dentina no es

uniformemente permeable, y que la permeabilidad depende de factores tales como la localización dentro del mismo diente, de la edad del paciente y de la presencia de condiciones patológicas tales como caries dental. Fundamentalmente, la permeabilidad dentinaria depende de la suma colectiva de la permeabilidad de los túbulos en una zona determinada del diente. El diámetro tubular aumenta desde aproximadamente 0,6 a 0,8mm en la proximidad de la DEJ hasta unos 3mm a nivel pulpar por otra parte, las células bacterianas tienen un diámetro aproximado de 0,5 a 1mm, es evidente que en las preparaciones cavitarias profundas, particularmente cuando se utiliza grabado total, las bacterias pueden migrar a través de la dentina residual hasta la pulpa.(3)

Asimismo, con la edad, el grosor de la dentina peritubular aumenta, causando reducción en la luz tubular o esclerosis. La caries causa desmineralización en la dentina superficial, que se asocia con remineralización dentro de los túbulos dentinarios de la dentina interna y poco mineralizada, esto causa un descenso en la permeabilidad dentinaria subyacente a la lesión de caries, y podría considerarse un mecanismo de protección ya que puede retrasar el progreso de dicha lesión. Por otra parte, la capa de células odontoblasticas puede contribuir a reducir la permeabilidad de moléculas de gran tamaño tales como las proteínas o toxinas bacterianas.(3)

Con relación a la edad, el flujo sanguíneo pulpar (PBF) en reposo, así como los cambios del PBF en respuesta a la aplicación de frío, disminuyen con la edad. La edad también puede asociarse a una reducción de los neuropéptidos pulpares.(3)

2.4 MATERIALES DENTALES RELACIONADOS CON UNA COMUNICACIÓN PULPAR

El potencial irritativo de ciertos materiales restauradores es básico para su utilidad en la restauración dentaria. El hidróxido de calcio es uno de los medicamentos más antiguos y más ampliamente utilizados para la estimulación de la formación de puentes de dentina secundarios a la exposición pulpar microscópica o de mayor tamaño. La irritación pulpar de baja intensidad que induce es importante para la formación de puentes de dentina. (3)

El uso de procedimientos de recubrimiento directos en un intento de mantener la vitalidad de una pulpa dental expuesta ha sido un área controvertida en la biología de la pulpa. En concreto, se ha puesto en duda el impacto del diagnóstico preoperatorio y los efectos de varios medicamentos y materiales dentales en el pronóstico a largo plazo de pulpas expuestas.(3)

Un factor en el pronóstico del recubrimiento pulpar directo es la capacidad de controlar la hemorragia en la zona de exposición. Dada la dificultad de crear

un entorno de operación sin bacterias durante la preparación del diente, el hemostático o ideal también debería ser capaz de destruir bacterias.(3)

Como medio de protección pulpar se ha propuesto el revestimiento rutinario de las cavidades. Se ha demostrado que los cementos de hidróxido cálcico $[Ca(OH)_2]$ y óxido de zinc y eugenol (ZOE) promueven la salud pulpar por destrucción de microorganismos residuales en las profundidades de las preparaciones de las cavidades. (3)

2.5 PUENTES DENTINARIOS

El puente dentinario es un tejido reparativo que se forma a través de una herida pulpar. Idealmente reestablece completamente el cierre dentinario de la pulpa. Su presencia después de una exposición pulpar es considerada como un signo de reparación pulpar exitosa.(7)

3.-CAPÍTULO III BIDENTINE™

Hoy día, sabemos que es de suma importancia preservar la mayor cantidad de dentina posible sin embargo en situaciones de caries profunda , no siempre es así . Motivo por el cual han llegado al mercado un sinfín de materiales con características similares a dentina con el objetivo de promover la formación de la misma. Dentro de los materiales más reconocidos tenemos a Biodentine, un sustituto dentinario que ha sido utilizado durante este proceso . A continuación mencionaremos algunas de sus características, composición , propiedades e instrucciones de uso.

3.1. COMPOSICIÓN

El polvo está compuesto por silicato tricálcico, óxido de circonio, óxido de calcio, carbonato de calcio y colorantes. (7)

La solución acuosa está compuesta por cloruro de calcio y policarboxilato.
(8)



Presentación.(7)

3.2.PROPIEDADES

Biodentine™ es un sustituto dentinario bioactivo, producto de la innovación “Active Biosilicate Technology™” es un material con las siguientes características . (7)

1. Posee propiedades mecánicas similares a la dentina sana y puede reemplazarla tanto a nivel coronario como a nivel radicular, sin tratamiento previo de superficie de los tejidos calcificados. (7)

2. Es un material biocompatible porque contiene ingredientes minerales de gran pureza, exentos de monómeros. (7)

3. Crea las condiciones óptimas para el mantenimiento de la vitalidad de la pulpa, al ofrecer un sello muy hermético en la superficie dentinaria. Por consiguiente, reduce el riesgo de sensibilidad posoperatoria y garantiza la durabilidad de las restauraciones en dientes con pulpa viva. (7)

4.Crea un ambiente óptimo para la formación de dentina reactiva. Los puentes de dentina se forman de forma más rápida y fuerte que utilizando materiales dentales similares y representan condiciones necesarias para la sanación óptima de la pulpa dental.(7)

5. Reduce el tiempo inicial de fraguado a 12 minutos desde el comienzo de la mezcla y resulta óptimo para su uso sobre coronas.(7)

3.3 INDICACIONES

A nivel coronario:

- Está indicado como restauración permanente de la dentina mediante el uso de resinas compuestas o de prótesis dentales Inlay/Onlay.(7)

- Restauración temporal de la dentina-esmalte. (7)

- Restauración de lesiones cariosas coronarias profundas y/o voluminosas (técnica sándwich). (7) La técnica sandwich consiste en el uso de cementos ionómeros de vidrio (en éste caso Biodentine) como fondo o base cavitaria, para, posteriormente, realizar la restauración con un material composite.(9)

- Restauración de lesiones cervicales radiculares. En la pulpa: Para dientes primarios (edades entre los 2 y 12 años), dientes permanentes inmaduros (adolescentes entre los 12 y 21 años) y dientes permanentes maduros (adultos mayores de 21 años). (7)

- Recubrimiento pulpar (directo e indirecto). (7)

- Reparación de perforaciones radiculares.(7)
- Reparación de perforaciones del techo de la cámara pulpar. (7)
- Reparación de reabsorciones internas.(7)
- Reparación de reabsorciones externas(7)
- Apexificación (dientes con ápice abierto). (7)
- Obturación apical en endodoncia quirúrgica.(7)

3.4 MANIPULACIÓN

Instrucciones para de mezclado de Biodentine™(7)

1. Abrir la cápsula y colocarla en el soporte blanco para cápsulas.(7)
2. Separar un envase monodosis de líquido.(7)
3. Girar el tapón para abrirlo. Tener cuidado para no derramar ninguna gota del líquido del envase monodosis.(7)
4. Verter 5 gotas del envase monodosis en la cápsula(7)
5. Cerrar la cápsula. Colocar la cápsula en un vibrador de tipo Technomix, SYG-200, Tac 400 (Lineatac), Silamat, Cap-Mix, Rotomix, Ultramat etc., a una velocidad entre 4000 y 4200 revoluciones/min.(7)
6. Mezclar durante 30 segundos. (7)
7. Abrir la cápsula y comprobar la consistencia del material.(7)
8. Si se desea una consistencia más espesa, esperar entre 30 y 60 segundos antes de volver a comprobar el material. No exceder el tiempo de trabajo. Si después del mezclado, el material no tiene un aspecto cremoso, sino más bien granuloso, añadir otra gota de líquido y mezclar 10 segundos más en el amalgamador. En este caso, el tiempo de fraguado puede aumentar. (7)
9. Recoger el material Biodentine™ con la espátula incluida en la caja. De acuerdo con la utilización deseada, Biodentine™ puede manipularse con un porta amalgamas, una espátula o un dispositivo del tipo Root Canal Messing Gun. Enjuagar y lavar rápidamente los instrumentos utilizados para eliminar los residuos de material. (7)

3.5 RESTAURACIÓN INMEDIATA DEL ESMALTE:

Evaluar la vitalidad pulpar mediante las pruebas habituales. (7)

1. Aislar el diente con un dique de hule. (7)
2. Eliminar la dentina infectada con una fresa redonda y/o un excavador manual. Conservar la dentina afectada.(7)
3. Adaptar una matriz alrededor del diente si falta alguna pared. (7)
4. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)
5. Insertar Biodentine™ en la cavidad, de manera que el volumen retirado de la dentina sea sustituido por un volumen idéntico de Biodentine™, procurando que no queden burbujas de aire atrapadas. Comprimir el material sin proporcionar una presión excesiva y procurar que el producto se adapte perfectamente a los márgenes y a las paredes de la cavidad.(7)
6. Esperar que transcurra todo el tiempo de fraguado antes de proceder a la restauración permanente del esmalte. Biodentine™ es compatible con todas las técnicas de restauración directa de la corona, y especialmente con todos los tipos de sistemas adhesivos.(7)

3.6 RESTAURACIÓN NO INMEDIATA DEL ESMALTE

Evaluar la vitalidad pulpar mediante las pruebas habituales.(7)

1. Aislar el diente con un dique de hule.(7)
2. Eliminar la dentina infectada con una fresa redonda y/o un excavador manual. Conservar la dentina afectada.(7)
3. Adaptar una matriz alrededor del diente si falta alguna pared. (7)
4. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)
5. Insertar Biodentine™ en la cavidad procurando que no queden burbujas de aire atrapadas. Procurar que el producto se adapte perfectamente a los márgenes y a las paredes de la cavidad. Comprimir el material sin proporcionar una presión excesiva.(7)
6. Modelar la superficie de la restauración (7)
7. Esperar que transcurra todo el tiempo de fraguado antes de retirar la matriz (7)

8. Para optimar las propiedades mecánicas del material y facilitar la extracción de la matriz, se puede aplicar un barniz sobre la superficie de la restauración. (7)

9. Verificar la oclusión. (7)

10. Entre una semana y seis meses después de colocar el Biodentine™, preparar la cavidad en función de los criterios recomendados para el material restaurador elegido. El material Biodentine™ restante puede considerarse como una dentina artificial sana y conservarse de forma permanente en zonas profundas de la cavidad y en áreas adyacentes al cámara pupar. Biodentine™ es compatible con todas las técnicas de restauración directa e indirecta de la corona (Inlay/Onlay), y especialmente con todos los tipos de sistemas adhesivos. (7)

3.7 RECUBRIMIENTO PULPAR (DIRECTO E INDIRECTO):

Evaluar la vitalidad pulpar mediante las pruebas habituales. (7)

1. Aislar el diente con un dique de hule. (7)

2. Eliminar la dentina infectada con una fresa redonda y/o un excavador manual. Conservar la dentina afectada. (7)

3. Adaptar una matriz alrededor del diente si falta alguna pared.(7)

4. En caso de hemorragia pulpar, es necesario conseguir la hemostasia antes de aplicar el Biodentine™. (7)

5. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™)(7)

6. Colocar el Biodentine™ directamente sobre la pulpa expuesta, procurando que no queden burbujas de aire atrapadas. Procurar que el producto se adapte perfectamente a los márgenes y a las paredes de la cavidad. Comprimir el material sin proporcionar una presión excesiva. (7)

7. Proceder a la restauración inmediata o no inmediata del esmalte, según se indica anteriormente. (7)

8. Debe realizarse un seguimiento de los pacientes según las recomendaciones actuales.(7)

3.8 PULPOTOMÍA:

Evaluar la vitalidad pulpar mediante las pruebas habituales. En caso de signos y síntomas clínicos de pulpitis irreversible, se recomienda la pulpotomía

si el sangrado se puede controlar en menos de 5 minutos. Este procedimiento está indicado únicamente cuando no se ha terminado la formación radicular . (7)

1. Aislar el diente con un dique de hule. (7)
2. Eliminar la dentina infectada con una fresa redonda y/o un excavador manual. (7)
3. Acceder a la cámara pulpar y extirpar la pulpa. (7)
4. En caso de hemorragia pulpar, es necesario conseguir la hemostasia antes de aplicar el Biodentine™. Si, tras 5 minutos, no se consigue la hemostasia, habrá que retirar más tejido pulpar (pulpotomía total o parcial) paso a paso hasta controlar el sangrado. Se puede efectuar una pulpotomía coronaria total a nivel de la entrada del canal radicular con el sangrado detenido. (7)
5. Adaptar una matriz alrededor del diente si falta alguna pared. (7)
6. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™)(7)
7. Colocar Biodentine™ directamente en la cámara pulpar, procurando que el producto se adapte perfectamente a los márgenes y a las paredes de la cavidad (7)
8. Modelar la superficie de la restauración.(7)
9. Esperar a que transcurra el tiempo necesario para el fraguado del material antes de retirar la matriz. (7)
10. Para optimar las propiedades mecánicas del material y facilitar la extracción de la matriz, se puede aplicar un barniz sobre la superficie de la restauración. (7)
11. Verificar la oclusión. (7)
12. Entre una semana y seis meses después de colocar el Biodentine™, preparar la cavidad en función de los criterios recomendados para el material restaurador elegido.(7)
13. Debe realizarse un seguimiento de los pacientes según las recomendaciones actuales. El material Biodentine™ restante puede considerarse como una dentina artificial sana y conservarse de forma permanente en zonas profundas de la cavidad y en áreas adyacentes al cámara pupar. Biodentine™ es compatible con todas las técnicas de restauración de la corona, y especialmente con todos los tipos de sistemas adhesivos.(7)

3.9 REPARACIÓN DE PERFORACIONES RADICULARES:

1. Aislar el diente con un dique de hule.(7)
2. Preparar el conducto radicular alternando el uso de instrumentos endodónticos y una solución de hipoclorito de sodio.(7)
3. Secar el conducto con puntas de papel y efectuar una desinfección entre sesiones, empleando una solución de clorhexidina o una medicación intraconducto a base de hidróxido de calcio. Proteger esta obturación temporal cerrando de forma hermética la cavidad de acceso con un cemento provisional.
(7)
4. En la siguiente sesión (normalmente una semana después), colocar un dique de hule y retirar la obturación coronaria provisional. Limpiar el conducto alternando el uso de una solución de hipoclorito de sodio e instrumentos endodónticos. Secar el conducto con puntas de papel.(7)
5. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)
6. Colocar Biodentine™ en la perforación con un instrumento adecuado.
(7)
7. Comprimir Biodentine™ con un condensador. (7)
8. Realizar una radiografía para comprobar que el producto se ha posicionado correctamente. (7)
10. Completar el tratamiento del conducto radicular en la siguiente sesión, según las recomendaciones actuales. (7)

3.10 REPARACIÓN DE PERFORACIONES DEL PISO DE LA CÁMARA PULPAR:

1. Aislar el diente con un dique de hule.(7)
2. Desinfectar el área, aclarando la cavidad con una solución de hipoclorito de sodio.
3. En caso de hemorragia, se debe lograr la hemostasia antes de aplicar Biodentine™. (7)
4. Secar la cámara pulpar. (7)

5. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)

6. Colocar Biodentine™ y comprimir el material. El tratamiento de la perforación y la reconstitución coronaria se efectúan en una sola etapa. (7)

7. Realizar una radiografía para comprobar que el producto se ha posicionado correctamente. (7)

8. Retirar el exceso de material. (7)

9. En una sesión posterior, si se reúnen todos los signos clínicos de un tratamiento exitoso, se puede considerar la realización de una restauración permanente. (7)

3.11 REPARACIÓN DE REABSORCIONES INTERNAS:

1. Aislar el diente con un dique de hule.(7)

2. Preparar el conducto radicular alternando el uso de instrumentos endodónticos y una solución de hipoclorito de sodio. (7)

3. Secar el conducto con puntas de papel y efectuar una desinfección entre sesiones empleando una pasta a base de hidróxido de calcio. Proteger esta obturación temporal cerrando de forma hermética la cavidad de acceso con un cemento provisional. (7)

4. En la siguiente sesión (normalmente una semana después), colocar un dique de hule y retirar la medicación intraconducto . Limpiar el conducto alternando el uso de una solución de hipoclorito de sodio e instrumentos endodónticos. Secar el conducto con puntas de papel.(7)

5. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)

6. Colocar Biodentine™ en la zona reabsorbida con ayuda de un porta amalgama . (10)

7. Comprimir Biodentine™ . Esto puede ser con ayuda de compactadores palmares de Machtou N°3-4:0.8- 1.0mm . (10)

8. Realizar una radiografía para comprobar que el producto se ha posicionado correctamente.(7)

9. Retirar el exceso de material y colocar un cemento de obturación provisional. (7)

10. Completar el tratamiento del conducto radicular en la siguiente sesión, según las recomendaciones actuales. (7)

3.12 APEXIFICACIÓN:

1. Aislar el diente con un dique de hule.(7)

2. Preparar el conducto radicular alternando el uso de instrumentos endodónticos y una solución de hipoclorito de sodio. (7)

3. Secar el conducto con puntas de papel y efectuar una desinfección entre sesiones empleando una pasta a base de hidróxido de calcio. Proteger esta obturación temporal cerrando de forma hermética la cavidad de acceso. (7)

4. En la siguiente sesión, normalmente una semana después, colocar un dique de hule y retirar la obturación provisional. Limpiar el conducto alternando el uso de una solución de hipoclorito de sodio e instrumentos endodónticos. Secar el canal con puntas de papel.(7)

5. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)

6. Colocar Biodentine™ en el conducto radicular con un instrumento adecuado. (7)

7. Comprimir Biodentine™ con un condensador, espátula o bien un dispositivo de tipo Root Canal Messing Gun.(7)

8. Realizar una radiografía para comprobar que el producto se ha posicionado correctamente. (7)

9. Retirar el exceso de material y colocar un cemento de obturación provisional. (7)

10. Completar el tratamiento del conducto radicular en la siguiente sesión, según las recomendaciones actuales.(7)

3.13 OBTURACIÓN APICAL EN ENDODONCIA QUIRÚRGICA:

1. Acceder a la zona operatoria de acuerdo con las recomendaciones actuales en el campo de la cirugía endodóntica. (7)

2. Con una punta de ultrasonidos específica, preparar una cavidad de 3 a 5 mm de profundidad en el extremo del canal radicular.(7)

3. Aislar la zona. Efectuar la hemostasia. Secar la cavidad con puntas de papel. (7)

4. Preparar el Biodentine™ como se indica anteriormente (instrucciones para mezclar Biodentine™) (7)

5. Colocar Biodentine™ en la cavidad con un instrumento adecuado. Comprimir Biodentine™ con un condensador. (7)

6. Retirar el exceso de material y limpiar la superficie de la raíz. (7)

7. Realizar una radiografía para comprobar que el producto se ha posicionado correctamente. (7)

4.-CAPÍTULO IV MTA

MTA , también conocido como agregado de trióxido mineral, es un material que al igual que Biodentine , cumple con funciones específicas al momento de ser utilizado en el tratamiento de caries profunda.

4.1. COMPOSICIÓN

MTA Gris: Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de calcio, ferroaluminato tetracálcico, óxido de bismuto.(11)

• MTA Blanco: Silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de calcio, tungstato de calcio. (11)



MTA ,presentación. (12)

...4.2.PROPIEDADES

• Tiempo de demora del fraguado: El MTA se solidifica al mantenerse en ambiente húmedo después de espátulación con agua. El tiempo de cura inicial es de aproximadamente 10 minutos y el final de 15 minutos. No es necesario esperar el tiempo de fraguado final para continuación del procedimiento de inmediato .(13)

- Alcalinidad: Después de la espatulación con agua presenta pH de valor 10 que en 3 horas se estabiliza en valor 12.(11)

- 6 • Radiopacidad: Semejante a la de la gutapercha. Más radiopaco que dentina y hueso .(12)

- Resistencia a la compresión: 40 MPa después de 24 horas y 65 MPa después de 21 días .(12)

Las cargas oclusales no inciden directamente sobre los lugares de aplicación.(12)

4.3 INDICACIONES.

- 1.- Tratamiento de perforación radicular (conducto y furca) iatrogénica o por lesión de caries (12)

2. .-Tratamiento vía conducto de perforación radicular por reabsorción interna .(12)

3. Tratamiento quirúrgico de perforación radicular por reabsorción interna . (12)

4. Cirugía endodóntica con obturación retrógrada.(12)

5. Protección pulpar directa .

6. Pulpotomía: Remoción de la porción coronaria afectada de la pulpa para preservar la vitalidad y la función de la pulpa radicular remanente. (12)

7. Apicogénesis . (12)

8. Apicoformación. (12)

4.4 MANIPULACIÓN

1. Esterilice la loseta de vidrio, la espátula y los instrumentos para colocación y condensación del MTA.(12)

2. Espatular durante 30 segundos el contenido de 1 sobre de MTA y una 1 gota de agua destilada sobre la loseta de vidrio. El cemento obtenido tendrá consistencia arenosa.(12)

3. Lleva el MTA al lugar deseado con el APLICADOR DEL MTA ANGELUS® (12)

4. Condensar el MTA en la cavidad preparada con instrumentos metálicos (condensadores de amalgama o espátula) o con la punta de un cono

de papel absorbente humedecido con agua destilada. **IMPORTANTE:** En procedimientos de larga duración o cuando el MTA no se utiliza luego después de la espatulación, cúbralo con gasa húmeda para evitar que se reseque. El MTA resecado debe ser desechado. (12)

CAPÍTULO V BIODENTINE VS MTA EN EL TRATAMIENTO DE CARIES PROFUNDA

La exposición de la pulpa puede deberse a traumatismos, causas mecánicas o caries profunda. Es posible que se requiera el recubrimiento pulpar directo (DPC) como una de las opciones de tratamiento para prevenir la necrosis de la pulpa dental. (13)

En el contexto de la odontología mínimamente invasiva, el procedimiento de recubrimiento pulpar directo (CPD) con un biomaterial confiable puede considerarse como una alternativa siempre que el estado pulpar sea favorable.(13)

El objetivo del tratamiento después de la exposición pulpar es promover la cicatrización del tejido pulpar y facilitar la formación de dentina reparadora. Los procedimientos de terapia pulpar vital (VPT) implican la eliminación de irritantes locales y la colocación de un material protector directa o indirectamente sobre la pulpa. Estos tratamientos deben ir seguidos de una restauración superpuesta sellada herméticamente para reducir la fuga bacteriana de la interfaz restauración-dentina.(14)

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA PRESERVACIÓN DE LA VITALIDAD PULPAR .

Estos materiales deben poseer ciertas propiedades tales como radiopacidad, insolubilidad, estabilidad dimensional, biocompatibilidad, bioactividad y capacidad adhesiva adecuada tanto a la dentina como a los materiales de restauración. (15)

Deben liberar flúor, proporcionar un sello bacteriano, prevenir caries secundarias, tener actividad bactericida o bacteriostática contra los patógenos causantes y promover la formación de tejido mineralizado. (15)

La biocompatibilidad es una propiedad esencial para cualquier material pulpar que esté en estrecho contacto con el *complejo dentinopulpar*. En este capítulo analizaremos las características que posee Biodentine y MTA con el objetivo de identificar ventajas y desventajas durante y después de su aplicación, así como comparar la composición química y la morfología ultraestructural para finalmente conocer sus efectos biológicos en las células de la pulpa dental humana. (15)

5.2 HIDRÓXIDO DE CÁLCIO

El hidróxido de calcio es una sal básica altamente alcalina (pH = 11), blanca, cristalina y ligeramente soluble que se disocia en iones de calcio e hidroxilo en solución. Se utiliza tanto en cementos de éster de salicilato de fraguado duro como en forma de pasta. Aunque el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ había sido considerado como el estándar de oro para el recubrimiento pulpar, todavía tiene varios inconvenientes, a saber, adherencia insuficiente a la dentina, múltiples defectos de túnel en los puentes de dentina y disolución con el tiempo.(14)

5.2.1 VENTAJAS

Las ventajas del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ son sus excelentes propiedades antibacterianas y la capacidad de inducir la formación de puentes reparadores cuando se aplica a los tejidos pulpares así como también su bajo costo . (14)

5.2.2 DESVENTAJAS

No tiene la capacidad de matar *Enterococcus faecalis* en la dentina , por otra parte al producir puentes dentinarios, estos tienden a contener múltiples defectos y porosidades, la falta de cualidades adhesivas, la disolución con el tiempo y la incapacidad de proporcionar un sello a largo plazo contra la microfiltración pueden explicar su incapacidad para suprimir la inflamación. (16)

A partir del año 2017 en Dr. Torabinejad realizó una revisión de la literatura, encontrando materiales más biocompatibles y con una buena capacidad de sellado, como es el agregado de trióxido mineral (MTA), Biodentine (Septodont) y otros cementos de silicato de calcio, se han asociado con tasas de éxito más altas en dientes expuestos tanto de manera traumática como cariosa .(17)

5.3 BIODENTINE

Es un cemento bioactivo a base de silicato cálcico y se conoce como un “sustituto de la dentina”. Su función inicia al penetrar en los túbulos dentinarios abiertos, cristalizando el entrelazado con la dentina y proporcionar propiedades mecánicas. (7)

Diversos estudios han demostrado que este cemento presenta mejores propiedades del también conocido como MTA, Agregado de Trióxido Mineral ya que su elaboración es muy similar. (8)

5.3.1 VENTAJAS

Dentro de las propiedades que los fabricantes mencionan, Biodentine posee ventajas y desventajas que a su vez le permiten ser uno de los mejores

materiales dentro del mercado. Dentro de las ventajas mas importantes,tenemos:

- Interacción de fraguado. La reacción del polvo con el líquido conduce al fraguado endurecimiento del cemento. Inmediatamente después de la mezcla, las partículas de silicato de calcio de Biodentine reaccionan con el agua para formar una solución de pH alto que contiene Ca^{2+} , OH^- así como también iones de silicato. La hidratación del silicato tricálcico conduce a la formación de un gel de silicato cálcico hidratado sobre las partículas de cemento y nucleados de hidróxido cálcico. Con el paso del tiempo, el gel hidratado de silicato de calcio se polimeriza para formar una red sólida y la alcalinidad del medio circundante aumenta debido a la liberación de iones de hidróxido de calcio. Además, el gel de silicato de calcio hidratado rodea las partículas de silicato tricálcico que no han reaccionado y, debido a su naturaleza relativamente impermeable al agua, ayuda a ralentizar los efectos de reacciones posteriores.(8)
- Tiempo de fraguado ; La presencia de un acelerador de fraguado en Biodentine da como resultado un fraguado más rápido, mejorando así sus propiedades de manipulación y resistencia. El tiempo de fraguado inicial es de 6 minutos mientras que el final es de 10 minutos .(8)
- Solubilidad y porosidad ; Debido al bajo contenido de agua en la etapa de mezcla, Biodentine presenta una menor porosidad que MTA., esto es importante ya que un mayor diámetro de poro da como resultado una fuga más grande , lo que corresponde a la entrada y transmisión de microorganismos, por lo tanto compromete el sellado hermético. (8)
- Fuerza compresiva ; Durante el fraguado de Biodentine, la resistencia a la compresión aumenta 100 MPa en la primera hora y 200 MPa a las 24 horas y continúa mejorando con el tiempo durante varios días hasta alcanzar 300 MPa después de un mes que es comparable a la resistencia a la compresión de dentina natural, es decir, 297 MPa. Mientras que MTA presenta una resistencia a la compresión de 40 MPa después de 24 horas y 65 MPa después de 21 días. Por lo que podemos decir que biodentine tiene la mayor resistencia a la compresión en comparación con otros materiales probados debido a la baja relación agua / cemento utilizada .(12,18)
- Posee menor microdureza.(8)

- Biodentine posee una radiopacidad de 3,5 mm de aluminio ,siendo menor a la de MTA. Éste dato nos permitirá observar de mejor manera el componente dentro del conducto radicular.(8)
- Microfiltración; Se encuentra que Biodentine está asociado con un pH alto ; 12 , libera iones de calcio y silicio que estimulan la mineralización y crean una "zona de infiltración mineral" a lo largo de la interfaz dentina-cemento impartiendo un mejor sellado. (8)
- Adaptación marginal; Está relacionada con la capacidad de sellado. Por lo que los cristales de Biodentine presentan una correcta adaptación con la dentina subyacente debido a su buena adhesión micromecánica .(8)
- Decoloramiento; no presenta cambios de color.(8)
- Buena actividad antibacteriana y antifúngica debido al alto pH. Ésta alta alcalinidad tiene un efecto inhibitor sobre el crecimiento de microorganismos y provoca la desinfección de la dentina. Biodentine muestra una acción antimicrobiana superior que MTA (11)

5.3.2 DESVENTAJAS

A pesar de ser el material más biocompatible que existe hoy día, Biodentine presenta una desventaja respecto a la fuerza de unión que posee ya que tiene baja resistencia durante las etapas iniciales de fraguado, por lo tanto, la aplicación de la restauración final de resina compuesta debe retrasarse durante más de dos semanas para lograr la resistencia de unión adecuada de biodentine madurado para resistir las fuerzas de contracción del composite.(11)

5.4.- MTA

El agregado de trióxido mineral (MTA) se ha utilizado en el recubrimiento pulpar de dientes permanentes maduros expuestos a caries con resultados prometedores. (11)

Hay dos tipos comerciales de MTA: Gris y blanco y la diferencia radica en la presencia de hierro en el primero que forma además la fase tetracalciumaluminoferrita. Por el contrario, hay ausencia de óxido de hierro en el MTA blanco.(11)

5.4.1 VENTAJAS

- Interacción al fraguado; La reacción de hidratación durante el fraguado se produce entre el silicato tricálcico y el silicato dicálcico para formar un gel de hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado, produciendo un pH

alcalino. Una reacción adicional entre aluminato tricálcico y fosfato cálcico forma un sulfoaluminato cálcico con alto contenido de sulfato. Los iones de calcio se filtran a través de los túbulos dentinarios y la concentración aumenta con el tiempo a medida que el material termina de fraguar .(11)

- Buena capacidad de sellado.(11)
- Adaptación marginal: MTA es significativamente superior a Biodentine en términos de adaptación marginal únicamente cuando se usa como un material de obturación del extremo de la raíz. (11)
- Fuerza de unión: Se ha demostrado en pruebas de laboratorio que la aplicación de MTA reportó una mejor adhesión en compomeros al aplicar sistemas adhesivos de dos pasos donde se acondiciona el diente realizando un grabado ácido y posteriormente la colocación de adhesivo. Promoviendo una mejor retención e integridad marginal a diferencia de lo reportado con sistemas de autograbado. (11)
- Buena actividad antibacteriana y antifúngica debido al alto pH :Ésta alta alcalinidad tiene un efecto inhibitor sobre el crecimiento de microorganismos y provoca la desinfección de la dentina. MTA Plus demostró ser un buen agente antimicrobiano contra *Candida albicans*. (11)
- Inducción de la formación de barrera dentinaria cuando se aplica sobre exposiciones pulpares.(8)
- A diferencia de otros selladores que requieren campo completamente seco, MTA está indicado incluso en lugares sin un control adecuado de la humedad como puede ser en caso de la cirugía para el tratamiento de perforaciones u obturación retrógrada, sin pérdida de sus propiedades.(12,18,19)

5.4.2 DESVENTAJAS

- Tiempo de fraguado : El tiempo de fraguado es retardado , lo que conduce a un mayor riesgo de pérdida parcial de material y alteración de la interfaz durante la fase final del procedimiento .
- El tiempo de fraguado inicial es de 70 minutos y final de 21 días .
- Tiempo de demora del fraguado: El MTA se solidifica al mantenerse en ambiente húmedo después de espatulación con agua. El tiempo de fraguado inicial es de aproximadamente 70 minutos y el final de 24 horas.

- Densidad y porosidad; El aumento de la proporción de agua a polvo causan un aumento significativo de la solubilidad y la porosidad de ProRoot MTA .
- Resistencia a la flexión; La resistencia a la flexión del MTA es de 14,27 MPa después de 24 horas de tiempo de fraguado.
- Resistencia a la compresión: 40 MPa después de 24 horas y 65 MPa después de 21 días.
- La radiopacidad media para MTA es de 7,17 mm de aluminio, superior al de Biodentine .
- Solubilidad; El aumento de la relación agua-polvo, aumenta la liberación de calcio del MTA, lo que acelera su solubilidad.
- Coloración; La combinación de luz y condiciones anaeróbicas da como resultado diferencias significativas en el color de Angelus white MTA. (12,18)

DISCUSIÓN

Schwendicke et al. 2016, indica que el enfoque recomendado para el tratamiento de la lesión de caries profunda es utilizar la eliminación selectiva de caries para evitar la exposición pulpar sin embargo, cuando ocurre la exposición, se recomienda un enfoque conservador.(20) Entre las opciones de tratamiento, el recubrimiento pulpar directo es el enfoque más conservador y simple para mantener la vitalidad de la pulpa, ya que no implica la eliminación de tejido pulpar en comparación con los procedimientos de pulpotomía. El material de recubrimiento pulpar óptimo debe ser biocompatible, antimicrobiano, tener resistencia mecánica, sellar eficazmente la herida pulpar y estimular la producción de una barrera de tejido duro y promover la reparación del tejido, Schwendicke et al. 2016 (20). En esta revisión se realizó una investigación bibliográfica sobre las características de Biodentine y MTA, tomando en cuenta factores como: Composición química, densidad, solubilidad, fuerza radiopacidad, biocompatibilidad y potencial regenerativo entre otros, con el objetivo de conocer a detalle las cualidades de ambos e identificar cuál de los dos tiene mejor funcionalidad durante la práctica clínica. Ambos presentan ser buena opción para el tratamiento de caries profunda y promueven la reparación y formación de tejido duro, sin embargo Mandeep 2017 menciona que Biodentine presenta mejores cualidades ya que MTA marca una ligera desventaja con relación al tiempo de fraguado tomando así 24 horas para terminar su fraguado, siendo así mayor que el de Biodentine el cual toma 10 minutos en fraguar por completo. (8) Por otra parte Mariusz Lipski, 2018 menciona que una desventaja de MTA es la decoloración de la corona según un estudio que realizó en el tratamiento de caries profunda con el mismo, se descubrió que 5 años después, éste presentaba coloración en la corona dental. (21) En el caso de MTA, Nuttaporn Parinyaprom 2017, mencionan que no se observó diferencia significativa entre el uso de éste y Biodentine, únicamente se observó decoloración gris de la corona al utilizar MTA un (55%) según un estudio realizado con 59 dientes permanentes expuestos a caries, posterior al seguimiento de 12 y 9 meses, la tasa de éxito fue de 92.6% con MTA y 96.4% con Biodentine, valores similar encontrados en estudios previos. (20)

En un estudio realizado en Brasil por Lama Awawdeh, 2018, se observó el desempeño clínico de biodentine y MTA blanco como tratamiento de caries profunda, dicho estudio arrojó de igual manera que no hubo diferencias significativas en la tasa de éxito general entre Biodentine y MTA pues a los 6 meses de su aplicación hubo 93.3% de éxito con Biodentine y 93.% con MTA mientras que 5 años después disminuyó el éxito de biodentine 91,7% y MTA = 96,0%.(21) Por otra parte, Nessrin A Taha, 2017, mencionan que no es conveniente colocar este tipo de materiales en situaciones donde los dientes presenten pulpitis irreversible ya que tienden a fracasar sin embargo, un estudio realizado con veinte molares permanentes que presentaban exposición pulpar cariosa, fueron tratados con Biodentine, arrojando que los dientes permanentes jóvenes con exposición a caries pueden tratarse con éxito al realizar la pulpotomía completa usando Biodentine, y así mismo mencionan que los signos y síntomas clínicos de pulpitis irreversible no son una contraindicación ya que un año después, durante la cita de

seguimiento, se presentó una tasa de éxito global del 95% en los dientes tratados con Biodentine . (22).

Fridland M y Rosado R han informado que el aumento de la relación agua- polvo durante la preparación de MTA provoca la liberación de calcio teniendo como consecuencia un aumento significativo de la solubilidad y de igual manera, se ve afectada la porosidad provocando una menor resistencia a la compresión quedando así en desventaja . (23)

Caron G et al.2014, Observaron una menor radiopacidad de biodentine en comparación con MTA ya que el este ultimo tiene oxido de hierro dandole una radiopacidad casi al doble en comparación con el Biodentine.(11)

Respecto a la microfiltración, Caron G et al. encontraron que Biodentine está asociado con un pH alto ,provocando la liberación de iones de calcio y silicio que estimulan la mineralización y crean una "zona de infiltración mineral" a lo largo de la interfaz dentina-cemento impartiendo un mejor sellado que Biodentine.(24). Sin embargo Ozbay G et al., Observaron menos microfiltraciones con MTA que con Biodentine cuando se analizaron mediante un estudio realizado con el método de filtración de fluidos .(11)

Luo Z. 2013 , estudió el efecto de Biodentine en las células madre de la pulpa dental humana y encontraron que biodentine aumentaba significativamente la proliferación, migración y adhesión de las células madre cuando se coloca directamente en contacto con la pulpa, lo que refleja aún más la bioactividad y propiedades de biocompatibilidad del material.(25) Por otra parte, la biocompatibilidad del MTA se debe a la formación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los productos de reacción según la revisión bibliográfica de Najmeh Akhlaghi,2015.

Valles M et al., Realizaron un estudio in vitro para evaluar la estabilidad del color de cinco materiales a base de silicato de calcio bajo la influencia de la luz y el oxígeno y encontraron que la combinación de luz y condiciones anaeróbicas da como resultado diferencias significativas en el color de Angelus white MTA, ProMTA, cemento Portland blanco con óxido de bismuto, mientras que Biodentine y PC mostraron estabilidad de color durante cinco días . (25) Mientras que Mariusz, Lipski al realizar un estudio donde se colocó biodentine en 120 dientes con caries profunda e identificaron que MTA presentaba coloración de la corona en la revisión que se realizó a los 5 años posteriores .(20)

CONCLUSIÓN

Evitar una biopulpectomía durante el procedimiento de caries profunda se ha convertido en una idea crucial dentro de el gremio odontológico. La odontología restauradora mínimamente invasiva ha logrado avanzar a pasos agigantados y con esto la de idea de preservar el tejido pulpar durante procedimientos en los que se haya realizado una comunicación con la misma .Hoy día existen diversos materiales que cumplen con las características necesarias para permanecer en

boca cumpliendo la función de promover la cicatrización pulpar y facilitar la formación de dentina reparadora durante la exposición. Dentro de los materiales que cumplen con estas características tenemos a Biodentine y MTA, seguido de la revisión bibliográfica realizada acerca de estos biomateriales podemos decir que si bien, MTA fue el primer material que salió al mercado, posee algunas propiedades negativas que han sido difíciles de mejorar. Dentro de las principales tenemos un alto tiempo de fraguado , difícil manipulación y la capacidad de pigmentar el diente a largo plazo . Por otro lado , en el año de 2010 se introdujo un nuevo material biocerámico llamado Biodentine, este material ha demostrado ser una versión con mejores propiedades pues a diferencia de MTA que cuenta con un tiempo de fraguado final de 24 horas , Biodentine lo hace únicamente en 10 minutos , esto facilita la manipulación y brinda una mejor resistencia .Por otra parte, no existen estudios que avalen una posible pigmentación del diente al utilizar biodentine, siendo un punto a favor del mismo ya que mantendremos una estética correcta y así mismo evitamos blanqueamientos internos a futuro . A pesar de que ambos materiales poseen una alta biocompatibilidad con el tejido dental y un costo similar , vale la pena valorar las características que presentan . Es así como podemos concluir mencionando que biodentine posee una ligera ventaja sobre MTA ya que si consideramos el tiempo de trabajo ideal en un paciente promedio, utilizar materiales que presenten tiempos de trabajo reducidos , evita la fatiga del paciente y favorece nuestro desempeño clínico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carneiro J, Junqueira LCU. Histología básica: texto, atlas. Guanabar-Koogan; 2008.
2. Huertas JFR, Herrera JJO, Vela JA, Martínez RM, Fernández JM. Fisiología humana. Extraído el. 2005;23.
3. Hargreaves K, Cohen S, Berman L. Vías de la pulpa. Editorial: Elsevier Edición: 10ª Año. 2011;
4. Sahli CC, Aguadé EB. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. Elsevier; 2019.
5. Navarro MA. Conceptos Actuales sobre el Complejo Dentino-Pulpar. Fisiología Pulpar. Carlos Bóveda Z. 2006;1–52.
6. Palomer L. Caries dental en el niño: Una enfermedad contagiosa. Revista chilena de pediatría. 2006;77(1):56–60.
7. SEPTODONT. Biodentine. Substituto dentinario bioactivo. USA; 2009. p. 1–2.
8. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2017;11(8):ZG01.
9. Hidalgo Lostaunau RC, Mendez Renderos ME. Ionómeros de vidrio convencionales como base en la técnica restauradora de sándwich cerrado:

- su optimización mediante la técnica de acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo. *Acta odontológica venezolana*. 2009;47(4):112–35.
10. Yaringaño-Medina D, Alamo-Palomino J, García-Rivera H. Tratamiento de reabsorción radicular interna perforante mediante uso de sustituto dentinario biocerámico y reconstrucción coronaria con resinas Bulk Fill: Reporte de Caso. *Revista KIRU*. 2017;14(2).
 11. Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2017;11(8):ZG01.
 12. Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A. MTA Angelus. Bairro Lindóia. Brasil;
 13. Hegde S, Sowmya B, Mathew S, Bhandi SH, Nagaraja S, Dinesh K. Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. *Journal of conservative dentistry: JCD* [Internet]. 2017;20(2):91–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28855754>
 14. Akhlaghi N, Khademi A. Outcomes of vital pulp therapy in permanent teeth with different medicaments based on review of the literature. *Dental research journal*. 2015;12(5):406.
 15. Mahmoud SH, El-Negoly SA, El-Din AMZ, El-Zekrid MH, Grawish LM, Grawish HM, et al. Biodentine versus mineral trioxide aggregate as a direct pulp capping material for human mature permanent teeth—A systematic review. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2018;21(5):466.
 16. Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H, Chakra RJ. Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or Biodentine: a prospective randomized clinical trial. *Journal of endodontics*. 2018;44(11):1603–9.
 17. Cruz Tejero M. Recubrimiento pulpar directo en pulpa de dientes permanentes expuesta por caries. 2017;
 18. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Ford TRP. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of endodontics*. 1995;21(7):349–53.
 19. Faraco Jr IM, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dental Traumatology*. 2001;17(4):163–6.
 20. Schwendicke F, Brouwer F, Schwendicke A, Paris S. Different materials for direct pulp capping: systematic review and meta-analysis and trial sequential analysis. *Clinical oral investigations*. 2016;20(6):1121–32.
 21. Lipski M, Nowicka A, Kot K, Postek-Stefańska L, Wysoczańska-Jankowicz I, Borkowski L, et al. Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine. *Clinical oral investigations* [Internet]. 2017/12/12. 2018 Jun;22(5):2021–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29234957>
 22. Parinyaprom N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Lampang SN, Srisuwan T, Sastraruji T, et al. Outcomes of direct pulp capping by using either ProRoot mineral trioxide aggregate or Biodentine in permanent teeth with carious pulp exposure in 6-to 18-year-old patients: a randomized controlled trial. *Journal of endodontics*. 2018;44(3):341–8.
 23. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *International endodontic journal*. 2013;46(9):808–14.
 24. Taha NA, Abdulkhader SZ. Full pulpotomy with biodentine in symptomatic young permanent teeth with carious exposure. *Journal of endodontics*. 2018;44(6):932–7.

25. Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *Journal of endodontics*. 2003;29(12):814–7.
26. Caron G, Azérad J, Faure M-O, Machtou P, Boucher Y. Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports. *International journal of oral science* [Internet]. 2014/05/09. 2014 Dec;6(4):250–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24810806>
27. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *International endodontic journal*. 2013;46(9):808–14.