



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**FACTORES QUE CAUSAN IRRITACIÓN PULPAR
DURANTE LA PREPARACIÓN DE CAVIDADES EN
DIENTES PERMANENTES**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

RICARDO ROBLES MENDOZA

**DIRECTOR: C.D. MÁXIMO ZÁRATE PÉREZ.
ASESORA: MTRA. MARÍA MAGDALENA BANDÍN GUERRERO.**

MÉXICO D. F.

ABRIL 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	
GENERALIDADES	7
1.1 Esmalte	7
1.2 Complejo Dentino-Pulpar. Dentina	11
1.3 Complejo Dentino-Pulpar. Pulpa	15
CAPÍTULO II	
PREPARACIÓN CAVITARIA	20
CAPÍTULO III	
FACTORES DE IRRITACIÓN PULPAR	23
1. IRRITANTES FÍSICOS	24
1.1 Instrumental rotatorio	24
1.2 Velocidad de corte con alta y baja velocidad	26
1.3 Presión de corte	29
1.4 Tipo, agudeza del filo, forma y tamaño del elemento cortante	31
1.5 Lesión Térmica	33
1.6 Refrigerantes	36
• Aire solo	
• Agua en aerosol	
1.7 Deseccación y deshidratación	38

1.8 Profundidad de la preparación	39
1.9 Efectos del láser	41
• CO ₂	
• Er:YAG	
2. IRRITANTES QUÍMICOS	45
2.1 Antisépticos	45
2.2 Desecantes	47
2.3 Desensibilizantes cavitarios	48
3. IRRITANTES BACTERIANOS	49
3.1 Respuesta pulpar a la caries dental	50
CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS	57

INTRODUCCIÓN

El tejido pulpar y dentinario conforman estructural, embriológica y funcionalmente una verdadera unidad biológica denominada complejo dentino-pulpar. La dentina y la pulpa constituyen una unidad estructural, debido a la inclusión de las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos provenientes de la pulpa, hacia la dentina, conforman una unidad funcional, ya que la pulpa mantiene la vitalidad de la dentina, a la vez que ésta última le proporciona protección a la pulpa. Comparten un origen embrionario común, pues ambas derivan del ectomesénquima que forma la papila del germen dentario. Por esas razones se considera a la dentina y a la pulpa en su conjunto como una sola estructura integrada, denominada complejo dentino-pulpar. El esmalte, es otra de las partes fundamentales en la conformación del órgano dentario, además de cubrir a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria es el tejido más duro del organismo.

A pesar de ser tejidos muy fuertes, son también tejidos muy sensibles, que si no se tratan adecuadamente cuando realizamos algún procedimiento restaurador o no se tiene una higiene adecuada, podríamos llegar a producir una respuesta inflamatoria o en el peor de los casos una necrosis pulpar, esto por la acción de los diversos irritantes (físicos, químicos y bacterianos) que pudieran existir durante el tratamiento y cuidados que se tengan del órgano dentino-pulpar.

Cuando realizamos una preparación cavitaria, desinfectamos una cavidad, o bien cuando empleamos instrumentos innovadores para la realización de las cavidades podríamos producirle algún daño a la pulpa. Más aún, si existiera una gran invasión de bacterias en el órgano dentario debido a la mala higiene, esto se podría traducir, en un daño reversible o irreversible en el órgano dentario.

El órgano dentario es una estructura que tiene la capacidad de llevar a cabo una recuperación ante los distintos irritantes que pudieran llegar a afectarlo, esto siempre y cuando se elimine el irritante a tiempo y completamente, a pesar de su

capacidad de recuperación, la respuesta pulpar es variable y depende de muchos factores que determinarán la reacción ante estos irritantes.

Es por eso que es fundamental implementar medidas de protección y de cuidados al momento de realizar el procedimiento restaurativo, con el fin de evitar o disminuir, (en caso que el órgano dentario haya estado involucrado con algún irritante antes de la maniobra restaurativa, como lo puede ser la caries dental) los daños al órgano dentario. El objetivo más marcado e importante que deberá de existir siempre y durante los procedimientos restauradores, será el de la protección pulpar.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es describir la estructura de cada uno de los tejidos que componen al órgano dentario, con el objeto de tomar las decisiones correctas al momento de emprender algún procedimiento en la estructura dentaria. Evitando los cambios potenciales que estos tejidos pudieran sufrir cuando se los trata.

1.1 Esmalte

El esmalte, llamado también tejido adamantino o sustancia adamantina, cubre a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria. Es el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas (entre 5 y 12 millones) que se encuentran altamente mineralizados y recorren en todo su espesor al esmalte. Su dureza se debe a que posee un porcentaje muy elevado de matriz inorgánica (95%) constituida por cristales de hidroxiapatita, constituidos básicamente de fosfato de calcio y carbonato, en su composición la matriz orgánica ocupa un porcentaje entre 1-2% y el porcentaje restante se encuentra ocupado por agua (3-4%).¹

Se ha demostrado que moléculas tales como el yodo, calcio, el agua y varios pigmentos penetran a través de él, en volumen sigue siendo una sustancia permeable, observándose más está característica en esmalte de dientes jóvenes permanentes. Se sabe que la penetración de los líquidos se realiza alrededor de los bordes de los prismas del esmalte, así como a través de defectos existentes a lo largo de los márgenes de las restauraciones. Por lo tanto, no es la sustancia impenetrable que en una época se creyó que era.²

El esmalte humano está compuesto por prismas (fig. 1) que tienen forma de hongo u ojo de cerradura su tamaño es aproximadamente el de un eritrocito, la cabeza del prisma mide 5 micras de ancho y la cabeza y el cuello combinados es de 9 micras de longitud (fig 2), estos prismas llegan a interdigitarse entre si lo cuál le confiere mayor resistencia al esmalte, pues la cabeza soporta los choques de las fuerzas masticatorias y los cuellos las distribuyen y las disipan ^{1,2}.

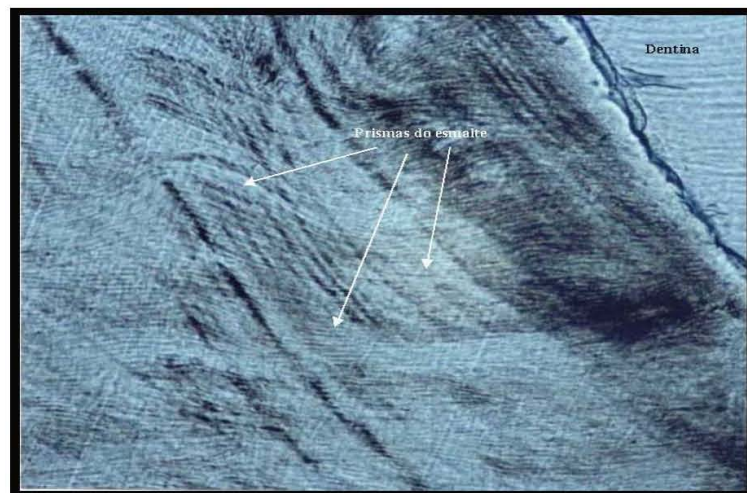


Figura 1. Prismas del esmalte

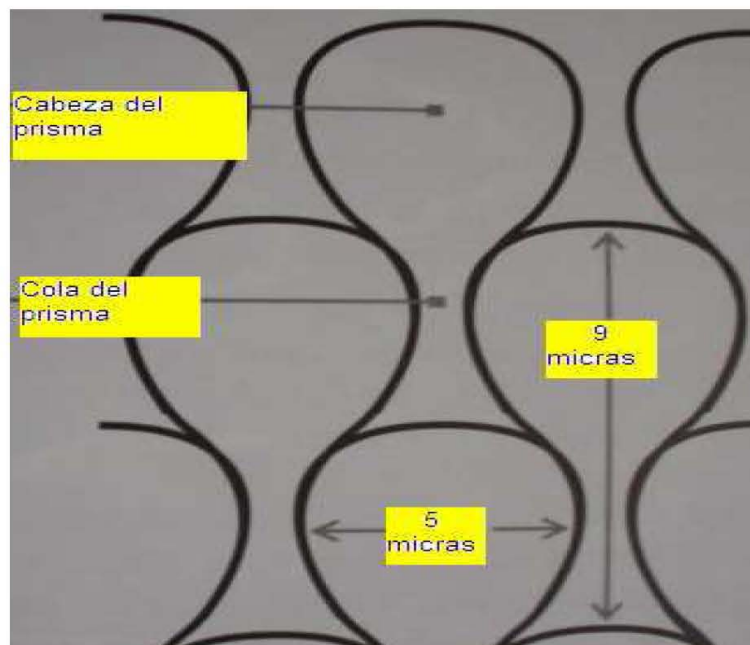


Figura 2. Aspecto de los prismas.

Cada uno de estos prismas está constituido por muchos cristales de hidroxiapatita (fig. 3) los cuales tienen una medida de 160 nanómetros de largo, 40 nm de ancho y 25 nm de altura, la dirección que tienen los prismas desde la dentina hasta la superficie, es irregular, puesto que se encuentran formando siluetas en forma de “eses”.¹

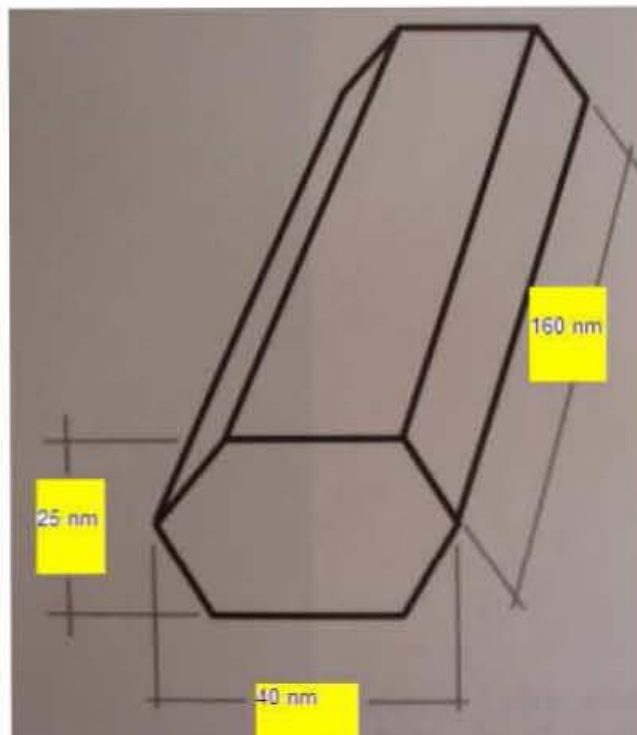


Figura 3. Cristal de hidroxiapatita.

En las puntas de las cúspides, los prismas de esmalte pueden entretrejerse completamente y de una forma tan densa que se describe como esmalte nudoso, debido a esto, los defectos superficiales del esmalte no se transforman en fracturas profundas. Para el profesional que hace odontología restauradora, las características de variación direccional de los prismas debe ser tomado muy en cuenta durante la preparación cavitaria.²

El color del esmalte, varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte, ya que el esmalte es translúcido y su color depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina, el esmalte amarillento que se ve en la región cervical, se debe a que el esmalte es más delgado y translúcido, revelando aún más a la dentina amarilla que está por debajo de él, mientras que el esmalte incisal u oclusal es más opaco y grisáceo ², esto debido a que su espesor es mayor en esta zona, la transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte, cuanto más mineralizado se encuentre, más transparente será.

El esmalte es un tejido incapaz de autorepararse, por carecer de células que permitan su reparación, sólo puede ser reparado mediante procedimientos operatorios. La reparación se realiza preparando una cavidad que más tarde se rellena con un material restaurador como; amalgama, resinas compuestas incrustaciones entre otras.

Las cavidades no tienen todas la misma forma y se las prepara basándose en la estructura del esmalte. En operatoria dental, al tallarse una cavidad se debe tener presente:

- a)** La dirección (orientación) de los prismas, de ellos depende la forma y el borde periférico según su localización.
- b)** No dejar prismas sin soporte dentinario (dentina sana), no solo para evitar las macro o microfracturas del esmalte, sino para lograr un verdadero cierre hermético en la interfase restauración-tejido dentario. Al lograrlo se elimina la posibilidad de instalación de nuevas caries ¹.

1.2 Complejo Dentino-Pulpar. Dentina

Comprende el mayor volumen del diente abarcando la raíz, (ya sea única o múltiple) y la corona, en la porción coronaria se halla recubierta por el esmalte mientras que en la región radicular se encuentra tapizada por el cemento.

La composición química de la dentina es aproximadamente de 70% de materia inorgánica (principalmente cristales de hidroxapatita, siendo estos más pequeños que los del esmalte, tienen una medida de 36nm longitud 25nm de ancho y 10nm de altura), 18% de materia orgánica (principalmente de fibras colágenas) y 12% de agua, cabe aclarar que existen variaciones de la composición entre las distintas regiones de la misma. ¹

La dentina es un tejido que se divide en tres tipos, los cuales son:

- 1) Dentina primaria, siendo aquella dentina que se forma en primer término, antes de la erupción y poco después de ella.
- 2) Dentina secundaria, esta es aquella que se forma más tarde en la vida, su formación ocurre como respuesta a los estímulos de menor daño, como puede ser la masticación.
- 3) Dentina terciaria o de reparación, es aquella que se forma debido a la presencia de irritantes físicos, químicos o bacterianos ¹.

La dentina es un tejido altamente calcificado, que comparándola con el hueso, esta se encuentra con un 65% de mineralización, mientras que el hueso contiene un 61%. Se encuentra surcada por innumerables conductillos que alojan en su interior una prolongación citoplasmática cuya célula madre se localiza en la pulpa, que recubre la pared interna de la dentina y se denomina odontoblasto. ²

Los odontoblastos son las células que producen la matriz colágena de la dentina y participan en el proceso de calcificación de la misma, siendo responsables de la formación y del mantenimiento de la dentina.

Los cuerpos celulares de los odontoblastos están separados de la dentina mineralizada por una zona de matriz orgánica no mineralizada denominada predentina, (fig. 4) esta última se encuentra entre la dentina y la capa odontoblástica, en esta predentina se encuentran las prolongaciones citoplasmáticas donde a la vez se localizan las fibras nerviosas amielínicas.¹



Figura 4. Ubicación de la predentina.

Las estructuras principales de la dentina, son la fibrilla de Tomes, que es la prolongación citoplasmática del odontoblasto que se encuentra alojada dentro de los túbulos dentinarios, (además de esta última contiene en su interior licor dentinario) y la matriz mineralizada. Los túbulos dentinarios tienen una dirección en forma de "S", y van desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria.^{1,2}

La dentina se encuentra compuesta de una rama de fibras colágenas que se calcifican para formar la matriz. La relación entre la matriz y los túbulos es de aproximadamente de 5 a 1 en la unión amelodentinaria y de 4 a 1 aproximadamente en la unión entre la predentina y la pulpa. Esto indica que los

túbulos son de menor diámetro cerca de la periferia, donde miden 1 ó 2 micras, que en las vecindades de la pulpa, donde tienen entre 3 y 4 micras de diámetro. ²

Las prolongaciones citoplasmáticas vivientes de los odontoblastos se extienden a través de los túbulos dentinarios desde el cuerpo celular en la pulpa hasta la unión amelodentinaria. La vitalidad de la dentina se relaciona con el tejido viviente en los túbulos y en los canalículos.

El interior de los túbulos (fig 5) se encuentra ocupado por la prolongación citoplasmática ó proceso odontoblástico, entre dicha prolongación y la pared del túbulo existe un espacio estrecho llamado espacio periprocesal, el cuál se encuentra ocupado por el líquido tisular, lo procesos citoplasmáticos son los que determinan la morfología del túbulo, estos procesos citoplasmáticos son más anchos en su base y terminan prácticamente en punta afilada. En el espacio periprocesal penetran hasta cierta distancia, fibras nerviosas amielínicas (fibras nerviosas tipo C) provenientes de la pulpa. ¹

La dentina que recubre los túbulos se denomina dentina peritubular y la que se encuentra entre ellos es la dentina intertubular. La dentina peritubular es la más mineralizada, su formación es un proceso continuo que puede ser acelerado por estímulos nocivos y originar una reducción progresiva del tamaño de la luz del túbulo.¹

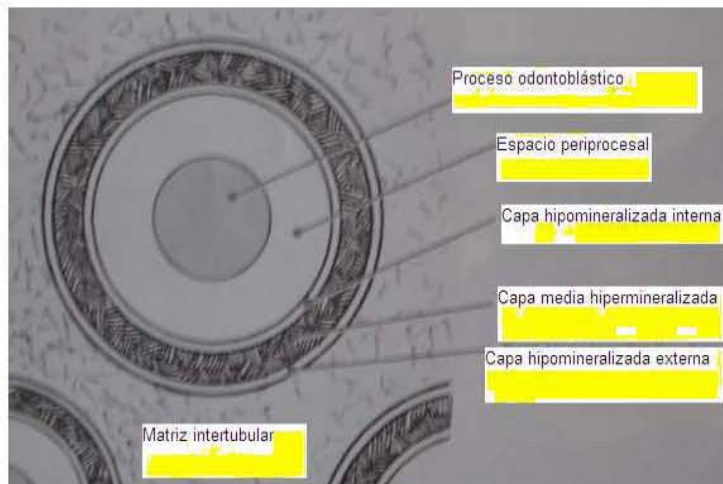


Figura 5. Diagrama del túbulo dentinario.

El fluido tisular, se comunica con la pulpa, y circula por el espacio periprocesal, además de que puede ocupar zonas libres dejadas por los odontoblastos. El volumen del líquido tisular se ha calculado en un 10% del volumen de la dentina. Es por ello que cuando se prepara una cavidad en operatoria dental, sin las precauciones necesarias se puede llegar a provocar un estímulo, el cual puede ocasionar anomalía en el movimiento de los líquidos de los tubos dentinarios, llegando a existir una presión por parte de los líquidos contra las fibras nerviosas, desencadenando un estímulo doloroso.¹

Los tubos dentinarios constituyen una vía de ingreso rápido de microorganismos provenientes de una caries. En la dentina de dientes jóvenes que no han completado el ápice, los tubos son más amplios y permeables, lo cual facilita aún más la filtración de bacterias o sus toxinas, asimismo pueden permitir la penetración de distintos materiales odontológicos.

Las prolongaciones odontoblásticas son sensibles a los cortes o agresiones químicas ejercidas por ciertos agentes de restauración. En las lesiones más profundas ocasionadas por irritantes físicos, químicos o bacterianos pueden generar necrosis pulpar y por lo tanto pérdida de la prolongación citoplasmática, quedando el tubo vacío.

No se sabe a ciencia cierta si los túbulos dentinarios, al morir su prolongación citoplasmática, puedan llegar a encontrarse vacíos o contener líquido, gas o cierta evidencia de depósitos minerales, durante los primeros días ². Cuando un odontoblasto muere, su prolongación se desintegra y el túbulo puede quedar sellado en su extremo por dentina de reparación, el tubo vacío se denomina conducto muerto ó tracto muerto, con el tiempo estos conductos ó tractos muertos se rellenan con fosfato de calcio, de manera que los túbulos se hacen más pequeños y finalmente desaparecen.

1.3 Complejo Dentino-Pulpar. Pulpa

La pulpa, formada a partir de la papila dentaria, es el único tejido blando del diente. Desde el punto de vista estructural la pulpa dental es un tejido conectivo laxo, que no contiene fibras elásticas como los demás tejidos conectivos, se encuentra ricamente vascularizado e innervado, y en su periferia (unión pulpa-predentina) se ubican los odontoblastos (fig 6). Posee un 25% de materia orgánica y un 75% de agua en el individuo joven. Estas características biológicas sumadas al hecho de que la pulpa se encuentra totalmente rodeada por dentina mineralizada, convierte a este tejido, en un tejido único en su grupo. La pulpa se encuentra constituida por células y matriz extracelular representada por las fibras de colágena. ¹

Las células principales de la pulpa son:

- 1) Los odontoblastos, células especializadas, encargadas de producir los distintos tipos de dentina.
- 2) Fibroblastos, son las células más abundantes del tejido pulpar, siendo los secretores de los precursores de las fibras colágenas, reticulares y elásticas.

3) Células ectomesenquimáticas, estas constituyen la población de células de reserva pulpar por su capacidad de diferenciarse en nuevos odontoblastos o fibroblastos según el estímulo que actúe.

4) Células de defensa, como los macrófagos, los cuales se encargan de digerir a los microorganismos, remover bacterias y eliminar células muertas. Linfocitos T, encargados de provocar vasodilatación pulpar ante un proceso carioso. Mastocitos es otro grupo de células que tienen como función la liberación de histamina, compuesto que aumenta la permeabilidad de los capilares y vénulas, llegando a producir edema ¹.

Los tipos de fibras presentados en la pulpa son:

1) Fibras colágenas, representando el 60% del colágeno pulpar, y están constituidas por colágeno tipo I.

2) Fibras reticulares constituidas por colágeno tipo III, constituyen el plexo de Von Korff que tienen como función, servir de sostén de los elementos estructurales del tejido pulpar.

3) Fibras elásticas, son muy escasas y se localizan en las paredes de los vasos sanguíneos. ¹

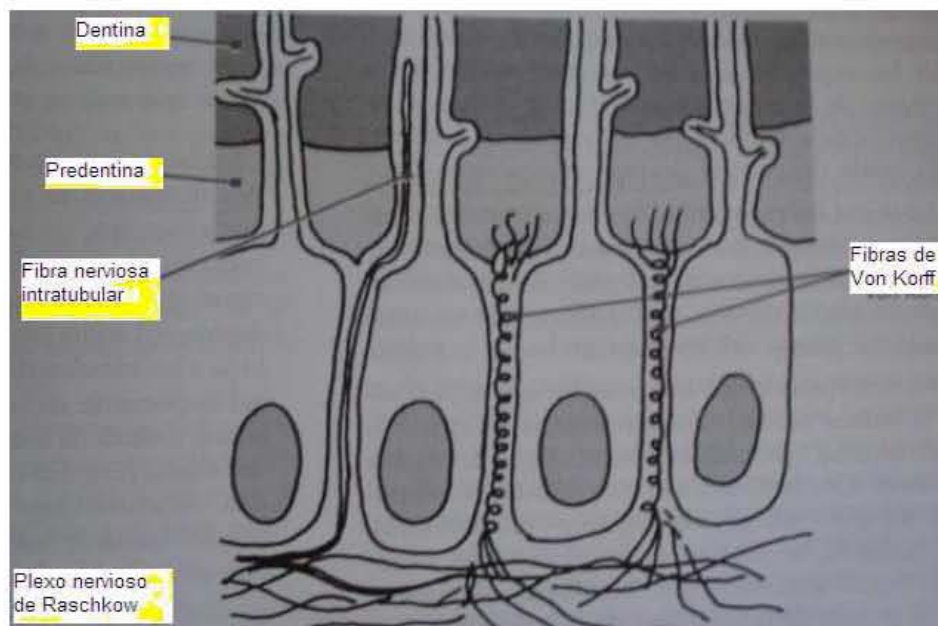


Figura 6. Zona odontoblástica

Sustancia fundamental o matriz extracelular amorfa. A través de esta, las células reciben los nutrientes necesarios provenientes de la sangre arterial, igualmente los productos de desecho son eliminados en esta sustancia, para luego desecharlos en la circulación eferente.

Está constituida principalmente por proteoglicanos y agua, siendo el ácido hialurónico el proteoglicano de más importancia debido a que se encarga de impedir la difusión de microorganismos hacia la pulpa.¹

La pulpa tiene funciones formativa, nutritiva, sensoriales y defensivas.

- 1) Formativa: la pulpa tiene como función esencial formar dentina, y las células encargadas son los odontoblastos.
- 2) Nutritiva: la pulpa nutre a la dentina a través de las prolongaciones odontoblásticas.
- 3) Sensitiva: mediante los nervios sensitivos, responde, ante los diferentes estímulos o agresiones, con dolor.
- 4) Defensivas: Tiene la capacidad de formar dentina ante las agresiones que pueden presentarse como la caries. Las 2 líneas de defensa son, la esclerosis dentinaria y la formación de dentina terciaria o de reparación.¹

La vascularización corre a cargo de los vasos sanguíneos o arteriolas que penetran en la pulpa acompañados de fibras nerviosas sensitivas y simpáticas, su salida se da a través del foramen apical del diente. En la región coronaria los vasos se ramifican, disminuyen de calibre y forman el plexo capilar subodontoblástico, (fig 7) cuya función del plexo capilar es la de nutrir a los odontoblastos.¹

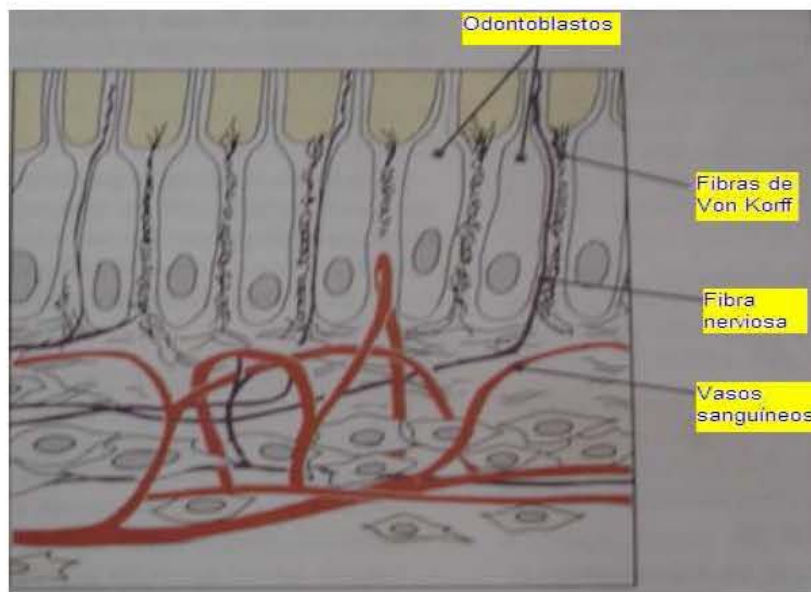


Figura 7. Plexo capilar subodontoblástico.

La circulación linfática, esta se origina en la pulpa coronaria, sus vasos linfáticos abandonan la región radicular de la pulpa con juntamente con los vasos sanguíneos y nervios que salen por el foramen apical, para drenar en los vasos linfáticos mayores del ligamento periodontal.

Inervación.

El tejido pulpar se caracteriza por tener una doble inervación, sensitiva y motora. La inervación está a cargo de fibras nerviosas tipo A (mielínica) son fibras sensitivas que están representadas por aferentes sensoriales del trigémino. Son fibras de conducción rápida y su función es la transmisión del dolor. Las fibras tipo C (amielínicas), pertenecen al sistema nervioso autónomo, son fibras de conducción lenta e intervienen en el control del calibre de las arterias (función vasomotora). La entrada de estas fibras al interior de la pulpa se da, a través del foramen apical. ¹

La zona odontogénica ubicada periféricamente es de interés, ya que es la parte especializada compuesta por la fila odontoblástica. Esta zona es de interés para el

profesional, debido a que es altamente sensible a cualquier irritación que se produzca en la dentina que la recubre. El órgano pulpar tiene una alta capacidad de respuesta a los estímulos externos y, dependiendo de la magnitud de éstos, la respuesta puede ser suave o intensa .¹

La preparación cavitaria, por ejemplo, provocará ciertos cambios en la pulpa dependiendo de su profundidad y extensión. Estos efectos aparecen en la pulpa como un desordenamiento de la fila de odontoblastos, aparición de células inflamatorias, hemorragia, o en los casos graves, necrosis pulpar.

El piso de la cámara pulpar es muy poroso y permeable, debido a estas condiciones el pasaje de microorganismos y toxinas al espacio interradicular puede ocasionar problemas periodontales. Durante la preparación de cavidades cabe recordar la presencia de los cuernos pulpares, especialmente en dientes jóvenes, los cuales son prolongaciones camerales que se dirigen hacia las cúspides, esto con el fin de preservar la vitalidad pulpar. ¹

El tejido pulpar y la cavidad que lo aloja experimentan variaciones estructurales y funcionales en relación con la edad, estos cambios ocasionan una disminución en la capacidad de respuesta biológica a estímulos externos como lo hace una pulpa joven, la pulpa disminuye gradualmente de tamaño, y en forma paralela se va produciendo la formación de dentina secundaria a lo largo de la vida. También existe una disminución de la irrigación e inervación, esta se da como resultado de la obliteración de los vasos sanguíneos, así como una disminución gradual de la población celular del tejido conectivo pulpar, en la etapa senil la densidad celular queda reducida a la mitad, debido especialmente a la pérdida de las células inmaduras.

La capacidad de autodefensa o la posibilidad de regeneración del tejido, depende, sin embargo, no solo de la edad biológica, sino también del estado general de salud del organismo y de la cuantía del daño tisular.

CAPÍTULO II

PREPARACIÓN DE CAVIDADES

En la realización de la preparación de cavidades el operador debe tomar conciencia de que se encuentra actuando sobre un tejido vivo, extremadamente sensible, el cual debe ser cortado, tomando las debidas precauciones.

Este es un procedimiento que se debe llevar a cabo a causa de la incapacidad del diente de neoformar sus tejidos duros destruidos. Si bien es cierto que la pulpa puede formar nueva dentina, lo hace en la profundidad de la cámara y como defensa ante el ataque recibido, y no para reparar la pérdida de sustancia en la superficie del diente. El tejido pulpar y la dentina conforman estructural, embriológica y funcionalmente una verdadera unidad biológica denominada complejo dentino-pulpar, por lo tanto los cambios generados en la pulpa o la dentina se reflejarán en cada uno de estos tejidos. ¹

Durante la ejecución de los procedimientos restauradores se pudiera producir una respuesta inflamatoria o una necrosis pulpar, esto debido a la presencia de distintos irritantes (físicos o químicos) que pudieran presentarse.

La excavación, el desgaste o la modificación de los tejidos del diente se pueden hacer, mediante la utilización de instrumental cortante ya sea manual, mecánico, laser ó aire abrasivo. Según el instrumento utilizado, las paredes pueden quedar lisas, medianamente rugosas o muy rugosas, es por eso que la correcta selección de cada uno de estos instrumentos debe relacionarse con el tipo de técnica que se contemple, y se deberán elegir aquellos que resulten más eficientes y menos traumáticos para el diente. En cada maniobra realizada con algún instrumento es necesario proteger la integridad pulpar. ³

La respuesta pulpar a los irritantes, es variable y depende de muchos factores que determinarán la reacción ante estos. Por ello es importante considerar la

capacidad de defensa y reparación de la dentina y pulpa durante el tratamiento operatorio.

A través de las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos localizados en la pulpa, la dentina se nutre de metabolitos provenientes del sistema vascular pulpar que se difunden a través del plexo capilar subodontoblástico. Así, mediante los nervios sensitivos, la pulpa responde ante los diferentes estímulos o agresiones, con dolor dentinario o pulpar.

Brännström propuso la teoría hidrodinámica para explicar la sensibilidad dentinaria. Esta teoría postula que el líquido dentinario sufre una alteración en cuanto a su movimiento (provocando una expansión y contracción) en respuesta al estímulo, llegando a causar el desplazamiento y el aplastamiento de las estructuras contenidas en los túbulos dentinarios. Este desplazamiento y aplastamiento distorsiona a los mecanorreceptores, los cuales estimulan a su vez a los nervios pulpares, generando con esto, la conducción de impulsos dolorosos.⁴

Este movimiento del líquido dentinario se puede acelerar a través de la deshidratación de la superficie dentinaria con la aplicación de aire comprimido o calor seco.

No cabe duda que el mayor de los problemas que pueda ocasionar el profesional, consiste en la producción de calor por medio del instrumento rotatorio cortante, al entrar en contacto con los tejidos duros, es por eso que el cuidado de estas estructuras debe ser muy minucioso mediante una refrigeración abundante y bien dirigida en el sitio de corte. Si bien el calor friccional, constituye el principal de los problemas que surgen del corte de los tejidos duros del diente, en la dentina viva la desecación con aire producirá la evaporación del fluido que brota de los túbulos, generando un problema importante.⁵

La protección del órgano pulpar no solo se basa en una buena refrigeración sino, que se debe tener en cuenta el control del campo operatorio con el uso de un aislamiento absoluto (dique de hule, grapa y arco de Young) o bien un aislamiento

relativo (rollos de algodón), aunado siempre al uso del eyector de saliva y los distintos tipos de equipos de aspiración, así como evitar el uso de desecantes, ó irritantes de cualquier tipo.

CAPÍTULO III

1. FACTORES DE IRRITACIÓN PULPAR

Los irritantes del órgano dentino-pulpar pueden ser de distinta naturaleza pudiendo ser de origen físico, químico ó bacteriano, estos pueden llegar a producir inflamación o necrosis pulpar, cabe señalar que los factores causantes son innumerables y diversos. El irritante principal del órgano dentino-pulpar es la invasión bacteriana ocasionada por una lesión cariosa, la cual es la causa más frecuente de irritación.⁶

La preparación y acondicionamiento de una cavidad inadecuada aunado al uso incorrecto de los materiales dentales durante la ejecución de los procedimientos restauradores son causas frecuentes de irritación del órgano dentino-pulpar.

La pulpa como todo tejido vivo cuenta con mecanismos de defensa para limitar el daño ocasionado por los irritantes, este tipo de defensa por parte de la pulpa puede manifestarse por medio de la formación de dentina esclerótica y de reparación, así como la presencia de inflamación.⁴

Los procedimientos irritantes que dañan al diente principalmente a la dentina y al órgano pulpar, afectan a las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos, por lo tanto, es común que como medio de defensa los odontoblastos formen dentina de defensa.

Durante el ataque por parte de los irritantes no siempre se puede determinar la causa exacta de la muerte de los odontoblastos después de un procedimiento restaurador, puesto que estas células pueden verse expuestas a distintas agresiones como lo pueden ser, el calentamiento por fricción, la vibración, los cambios por la deshidratación, la exposición a toxinas bacterianas ó la presencia de irritantes químicos, los cuales contribuyen a la destrucción de los odontoblastos.

Entre los factores irritantes se incluyen, los físicos que engloba a las lesiones térmicas, en especial el calentamiento ocasionado por una inadecuada técnica de preparación y uso de la pieza de alta velocidad. Dentro de los irritantes químicos se encuentran, los antisépticos, desecantes y desensibilizantes y por último los irritantes microbianos.

Así la recuperación pulpar depende de factores como, el estado de salud pulpar en el momento de la preparación, profundidad y extensión de la cavidad, límite del tejido dañado y existencia suficiente de células capaces de diferenciarse.

1. IRRITANTES FÍSICOS

Los irritantes físicos del órgano dentino-pulpar más conocidos son, el calor friccional, la desecación de la dentina, la profundidad de la preparación, la presión ejercida en contra del órgano dentario, la sección de las prolongaciones odontoblásticas, la vibración, el tipo de material cortante y el empleo de los rayos laser.^{4,5}

1.1.1 Instrumental rotatorio

El uso de una pieza de alta o baja velocidad, se deben considerar varios factores como lo son; la velocidad de corte, la refrigeración, la técnica de corte, presión de corte, el tamaño y tipo del instrumental cortante, puesto que las respuestas pulpares están en relación con estos factores.⁴

Los instrumentos rotatorios de alta velocidad son eficientes puesto que permiten que los tejidos finos mineralizados sean preparados con esfuerzo mínimo, sin embargo si estos instrumentos se utilizan inadecuadamente, la pulpa puede ser dañada irremediablemente.

Las alteraciones en el tejido dental, mas significantes ocurren por la generación de calor, tales alteraciones pueden provocar el desarrollo de dentina reparadora, quemadura del tejido dental, sensibilidad postoperatoria ó necrosis pulpar.

Zach y Cohen reportaron que los aumentos de temperatura ocasionados por la pieza de alta velocidad, por encima de los 5.5°C en la pulpa dental, no podían revertir la inflamación en el 40% de los casos, y un aumento de la temperatura excediendo los 11°C dio lugar a necrosis.⁷

La preparación de cavidades con pieza de alta velocidad sin refrigeración es un procedimiento que registra un aumento de la temperatura pulpar, llegando a los 31°C, siendo un nivel crítico para la pulpa (son 7° C por encima de la temperatura normal de la pulpa).⁵

Es por ello que la irrigación con el spray (aire-agua) es esencial en procedimientos donde se ocupe la alta velocidad, sin importar el tipo de preparación, el tipo de fresa que se este utilizando ya sea que desgaste ó corte. La temperatura del agua del equipo no debe exceder los 35° C. ⁴ Otro factor que debe ser observado, son el número de orificios que presentan las piezas de mano para la irrigación así como la dirección, la cual debe estar dirigida hacia la extremidad de la fresa.

La refrigeración adecuada previene la desecación excesiva y promueve la eficacia de corte de las fresas de diamante o de carburo.

Como conclusión se confirma la necesidad de usar una técnica donde se realice la menor presión de corte y la máxima refrigeración durante los procedimientos de la preparación de cavidades, señalando con esto que la pulpa no puede tolerar el incremento de la temperatura de más de 5.5° C, por ello el odontólogo deberá ajustar el flujo del spray de agua para asegurar temperaturas seguras en todas las condiciones operativas. ⁸

1.1.2 Velocidad de corte alta y baja velocidad

La velocidad de rotación de un instrumento durante el corte de la estructura dentaria se mide en revoluciones por minuto (r.p.m.). Generalmente existen tres intervalos de velocidades: bajas (menores de 12.000 r.p.m.), medias o intermedias (de 12.000 a 200.000 r.p.m.) y altas (más de 200.000 r.p.m.).⁹

Cuanto mayor sea la velocidad de corte, mayor será el calor que se genere. Cuando la velocidad supera las 4.000 r.p.m. se debe emplear la refrigeración con un chorro de agua continuo o un rocío de aire-agua dirigidos al sitio de aplicación de la fresa.³

La velocidad y eficacia de corte de un instrumento rotatorio dependen en cierta medida de la pieza de mano y la calidad de fabricación de esta.¹⁰

El corte a baja velocidad es poco eficaz, consume mucho tiempo y obliga a aplicar una fuerza relativamente intensa. Esto da lugar a que se produzca calor en la zona de trabajo y a que se generen vibraciones de baja frecuencia y gran amplitud.⁹

A altas velocidades se puede conseguir la velocidad superficial necesaria para trabajar eficazmente con instrumentos de corte más pequeños y versátiles. Los instrumentos de diamante y de carburo logran su efecto sobre la estructura dentaria más rápidamente con menos presión, vibraciones y producción de calor.⁹

El tejido dentario se puede cortar a diferentes velocidades y depende del resultado que se persiga. Si es necesario eliminar una mayor cantidad de estructura dentaria en muy poco tiempo, se puede utilizar una pieza de alta velocidad con refrigeración adecuada. Pero, para conseguir cavidades de contornos muy precisos, con mayor exactitud y con la conservación de la estructura dentaria remanente se recomienda emplear una baja velocidad.¹⁰

El uso de instrumentos de rotación para cortar la dentina a diferentes velocidades causa una reacción odontoblástica, lo único que varía es el grado de la lesión.

En 1958, Swerdlow y Stanley mostraron que, a 20,000 r.p.m hay daño odontoblástico se usen o no refrigerantes. El daño más leve ocurre con velocidades de 150,000 a 250,000 r.p.m, siempre y cuando se use refrigeración adecuada.⁴

Se tiene que mencionar que la preparación de cavidades sin la utilización de refrigerantes, ninguna velocidad es segura. No obstante, cuando se usan fresas filosas acompañadas de una baja velocidad (3000 – 5000 r.p.m) sin refrigeración, el daño es menor que cuando se utilizan piezas de alta velocidad sin refrigeración.⁴

Preparaciones cavitarias y reacciones dentinopulpaes³. (fig 8.)

Pieza de baja velocidad y presión intensa.

- a) Velocidad: 5,000 a 20,000 r.p.m.
- b) Presión de corte: 200 grs.
- c) Instrumento cortante: fresa de diamante (cono invertido) de 1,5mm de diámetro.
- d) Preparación: clase V.
- e) Tiempo empleado: 2 a 4 min.

Resultados.

Sin refrigeración acuosa

Con refrigeración

Sin refrigeración acuosa		Con refrigeración	
Dentina remanente (mm)	Reacción pulpar	Dentina remanente (mm)	Reacción pulpar
2.0	moderada	2.0	ninguna
1.5	grave	1.5	leve
1.0 ó menos	grave con abscesos	1.0 ó menos	moderada a grave.

Métodos con alta velocidad y presión leve.

- a) Velocidad: 150,000 a 300,000 r.p.m.
- b) Presión de corte: 30 grs a 60 grs sobre el instrumento cortante.
- c) Instrumento cortante: fresa de tungsteno 0,9 mm de diámetro.
- d) Preparación: clase V.
- e) Tiempo empleado: 20 a 40 seg.

Resultados.

Sin refrigeración acuosa

Con refrigeración

Dentina remanente Reacción pulpar
(mm)

2.0 ninguna

1.5 leve a moderada

1.0 ó menos grave

Dentina remanente Reacción pulpar
(mm)

2.0 ninguna

1.5 ninguna

1.0 ó menos leve

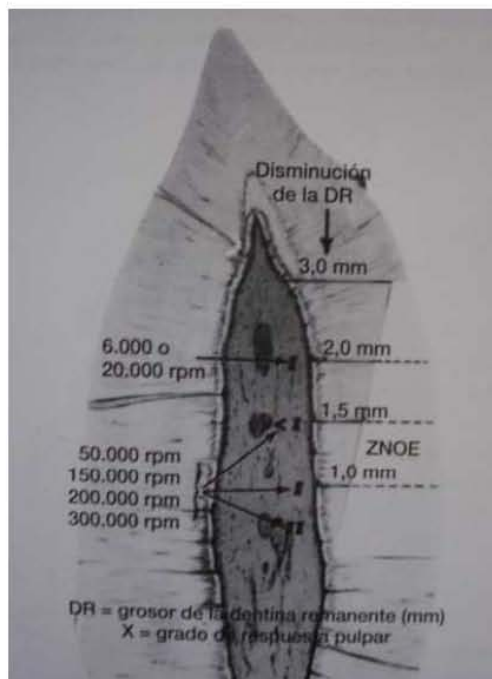


Figura 8. Reacción dentinopulpar

La realización de desgaste de surcos, fosetas y fisuras con fresas pequeñas de alta velocidad, es perjudicial para el complejo dentino-pulpar debido a que cuando se realiza la penetración de la fresa en el diente, la irrigación con agua no puede llegar a la región que está siendo cortada o desgastada, provocando calentamiento a la pieza dental.

Así, este tipo de cortes han originado quemaduras histológicas en la dentina y los túbulos dentinarios se encuentran carbonizados, siendo de esta forma más susceptibles al ataque de la caries llegando a poner en peligro la integridad pulpar.⁵

Numerosos investigadores han recomendado utilizar las altas velocidades para eliminar el esmalte y la dentina superficial y las bajas velocidades para el terminado de las preparaciones.

Con base en pruebas disponibles actualmente, puede concluirse que las velocidades de 3,000 r.p.m o menores y de 200,000 r.p.m o mayores son las más seguras, siempre y cuando se use la refrigeración adecuada. Las velocidades entre 3,000 y 30,000 r.p.m son las más dañinas a la pulpa, inclusive con el enfriamiento⁴.

1.1.3 Presión de corte

La presión de corte ejercida con distintos tipos de fresas, debe ser la menor posible, al igual que el aumento simultáneo en la velocidad de rotación. Una presión excesiva se traduce directamente en una mayor producción de calor, dicho incremento térmico da como resultado una respuesta inflamatoria por parte de la pulpa.⁴

A medida que una fresa pierda filo o abrasivo, respectivamente, perderá poder de corte, esta medida será regulada en forma automática por el operador, que ejercerá mayor presión de corte para compensarla, lo que se traducirá en mayor

calor friccional, el cual se concentra en zonas pequeñas del esmalte a causa de que éste es un mal conductor térmico.

Esta elevación brusca de la temperatura y consiguiente dilatación de los cristales de apatita en un área reducida genera tensiones sobre el esmalte circundante y favorece la producción de fisuras que pueden propagarse y determinar la fractura de una cúspide o de un trozo de tejido adamantino ⁴.

Durante la presión del corte se generan ondas o vibraciones, éstas son transmitidas al diente, hueso alveolar y a la ATM, llegando al órgano del oído, donde se magnifican y producen un efecto desagradable para el paciente.

Se ha establecido que las ondas vibratorias son muy molestas para el paciente, ondas que se generan cuando la fresa gira a una velocidad convencional de hasta 10,000 r.p.m . Al llegar a una zona ubicada entre las 60,000 y las 80,000 r.p.m el paciente deja de percibir las vibraciones mecánicas transmitidas por la fresa y el corte del tejido dentario puede llevarse a cabo entonces con gran comodidad ⁴.

Las vibraciones no desaparecen sino que se van tornando cada vez más pequeñas y frecuentes hasta no ser diferenciadas por el mecanismo receptor humano.

La presión de corte tiene una relación directa con la generación de calor friccional, ya que la energía cinética durante el giro de la fresa al accionar sobre los tejidos dentarios calcificados se transforma en gran parte en calor. Peyton y Henry establecieron que para poder efectuar tallados dentarios sin refrigeración no debería sobrepasarse la velocidad de 4,000 r.p.m y la presión de 200 gramos, con el objeto de evitar dolor y daños en la pulpa.

Al parecer, el aumento en la presión aplicada con la fresa, también puede originar el desplazamiento del núcleo odontoblástico al túbulo dentinario.⁴

En conclusión al realizar una preparación de cavidad debe ejercerse una presión efectiva de corte, es decir una fuerza leve que permita un corte eficiente

(trabajo con turbinas debe ser de alrededor de 70g), sin sobrecargar la cabeza de la pieza de mano por aumento de la presión digital ³.

1.1.4 Tipo, agudeza del filo, forma y tamaño del elemento cortante

Marsland y Shovelton (1957), y Weiss y col., (1963), registraron mayor daño térmico con fresas de acero que con las de carburo. Las fresas de carburo producen afección pulpar insignificante cuando la refrigeración es adecuada. No obstante, si se emplean las fresas de carburo sin refrigeración dañan intensamente a la pulpa, al igual que con las de diamante o acero, estas fresas pueden llegar a lesionar a la pulpa, incluso con la utilización de refrigerantes esto a consecuencia de la presión ejercida sobre el diente, a la forma intermitente y al tiempo de uso durante la preparación ⁴.

De cualquier manera, la lesión se puede evitar o reducir al mínimo, siempre y cuando se aplique una presión adecuada y se use un refrigerante a base de agua y aire.

La agudeza del filo, forma y tamaño del elemento cortante, influirán directa o indirectamente sobre el calor friccional. ⁴

El corte del esmalte debe efectuarse pausadamente, eliminando capas superficiales de tejido para permitir la disipación del calor producido, ya sea por irradiación, por absorción del diente o por la acción refrigerante del aire, el agua o el tipo de irrigación empleado para enfriar.

R.W.Phillips afirma que el mejor sistema de corte dentario será aquel que logre la mayor cantidad de tejido cortado con el menor gasto energético. ⁴

El tipo de material de los instrumentos rotatorios puede ser de acero, carburo o diamante.¹⁰ Las fresas de acero cortan bien la dentina a bajas velocidades, pero se deterioran rápidamente a velocidades altas o al cortar el esmalte pierden

eficacia y generan más calor y vibraciones. Las fresas de carburo cortan mejor a cualquier velocidad y rinden más a velocidades altas,⁹ así mismo generan menos calor que las de acero debido a que estas últimas tienen un poder de corte menor. Se ha registrado un menor daño térmico con fresas de carburo que con las de acero. Las fresas de carburo producen afección pulpar insignificante cuando la refrigeración es adecuada.⁴

Las piedras de diamante desgastan la estructura dentaria y producen un desgaste uniforme dentro de un amplio margen de velocidades. Pero, se deben usar con una adecuada refrigeración para eliminar los detritos que se depositan en los espacios entre los granos abrasivos, debido a que la piedra se ensucia y su eficacia se reduce, con la producción de calor por fricción.^{3,10}

El tamaño y la forma son factores de consideración, si la fresa o piedra tiene mayor superficie cortante o abrasiva, tendrá en relación directa mayor generación de calor friccional.⁴ (fig. 9)

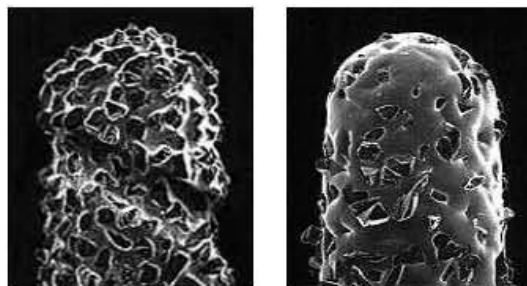


Figura 9. Dos superficies distintas de las fresas

Las de tamaño grande causan más daño pulpar por el aumento en la generación térmica, Stanley y Swerdlow mostraron que cuando se usan instrumentos pequeños se producen reacciones menos graves que las que resultan de la utilización de instrumentos más grandes.⁴

En general, la técnica de corte o instrumentación cavitaria se debe realizar con presión leve y toques intermitentes, profundizando el piso por capas para permitir la salida de los detritos y la entrada del refrigerante al fondo de la preparación.

El buen estado de los instrumentos de corte es otro factor que debe tenerse en cuenta para no ejercer mayor presión y ocasionar más calor.³

Uso de fresas en la preparación de cavidades.

1) Fresa redonda; su función es la remoción de zonas amplias de tejido cariado, así como la eliminación de obturaciones temporales y para la realización del acceso en procedimientos endodóncicos.

2) Fresa de cono invertido, se usa para proporcionar retenciones con el objeto de producir una traba mecánica entre el diente y el material restaurador.

3) Fresa cilíndrica, esta puede tener el extremo de su parte activa de 2 maneras diferentes, plana o redondeada, la plana se usa para realizar paredes paralelas con ángulos de 90° necesarios para la colocación de una amalgama, el extremo redondeado se utiliza para la realización de una cavidad que se va a restaurar con un material de resina, cerómero o incrustación cerámica, los ángulos de estas preparaciones deben estar redondeados.

4) Fresa troncocónica, su extremo puede ser plano o redondeado, la fresa con el extremo plano se utiliza para la conformación cavitaria, donde se colocará un material metálico como pueden ser las incrustaciones.

5) Fresa punta de lápiz, su uso principal es para realizar biseles en aquellas preparaciones que serán restauradas con alguna incrustación metálica, además de que son útiles para romper áreas de contacto sin desgastar excesivamente a los dientes.

1.1.5 Lesión Térmica

El esmalte y la dentina son dos buenos aislantes térmicos y protegen a la pulpa cuando la cantidad de calor no es excesiva y cuando queda bastante espesor de tejido dentario. Cuanto más dure el trabajo de corte y mayor sea la temperatura local producida, mayor será el riesgo de lesión térmica.

El corte de la dentina con una fresa rotatoria produce una cantidad considerable de calor. La intensidad del calentamiento depende de la velocidad de rotación, el tamaño y la forma del instrumento cortante, el tiempo durante el que el instrumento permanece en contacto con la dentina, y la cantidad de presión aplicada a la cabeza de la pieza de mano. Si el corte es continuo y sin una refrigeración apropiada, se producen temperaturas muy elevadas en las cavidades, provocando un daño grave sobre la pulpa subyacente ⁴. De acuerdo con investigaciones, la producción de calor dentro de la pulpa representa el estrés más severo aplicado a la pulpa durante los procedimientos restauradores. Si el daño es extenso y se destruye la zona rica en células de la pulpa, es posible que no se forme dentina reparadora.

La conductividad térmica de la dentina es relativamente baja. Por tanto el calor generado durante el corte de una cavidad superficial origina un riesgo mucho mayor de lesión pulpar que la preparación de una cavidad profunda.

En un estudio se encontró que el calentamiento y el estrés generados durante el corte en seco de la dentina, eran suficientemente intensos para dañar la estructura dental (fig 10).⁴

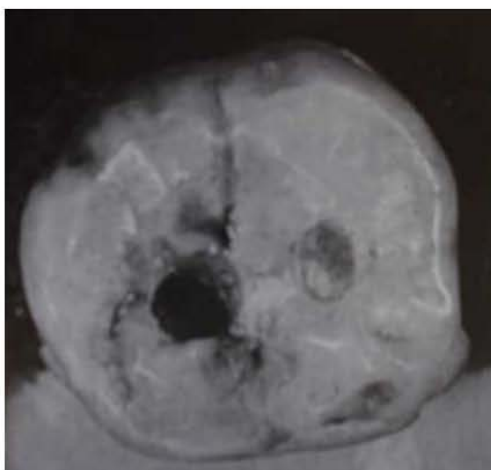


Figura 10. Dentina quemada en el fondo de una cavidad (uso de una fresa de diamante sin refrigeración).

De acuerdo con el mismo estudio, el riesgo más elevado de daño corresponde a la zona situada por debajo de los 2 mm de dentina remanente. (fig 11.)

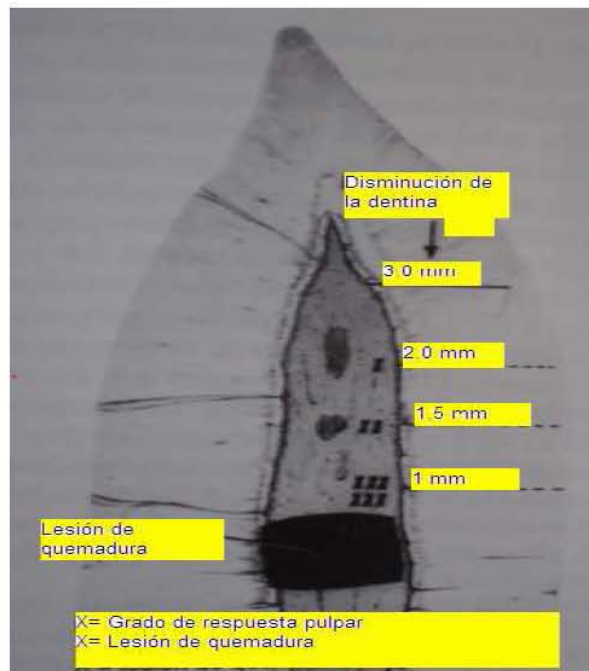


Figura 11. Grados de lesión asociado a la falta de refrigeración.

La coloración roja de los órganos dentarios durante o después de la preparación de la cavidad, se ha atribuido al calor generado por fricción. De forma característica, la dentina coronal tiene un tono rosado poco después de ser cortada. Esta coloración rosada representa la estasis vascular en el plexo capilar subodontoblástico.⁵

Sin embargo, el color púrpura oscuro indica trombosis, y se asocia con un pronóstico muy malo, desde el punto de vista histológico, el tejido pulpar adyacente a la superficie dentinaria enrojecida aparece con hematíes extravasados, presumiblemente como resultado de la rotura de capilares en el plexo capilar subodontoblástico.⁵

La incidencia del enrojecimiento dentinario es mayor en dientes anestesiados con una inyección intraligamentosa de lidocaína al 2% con adrenalina al 1: 100,000. En tales casos, la interrupción del flujo sanguíneo pulpar después de la inyección intraligamentosa puede actuar como un factor contribuyente.⁵

El calor friccional que se genera durante la preparación cavitaria o el pulido de restauraciones puede alcanzar la pulpa y causar daño. Si se producen altas temperaturas durante largos períodos de tiempo, los vasos y las células resultan afectados dando como resultado una necrosis pulpar.

La generación excesiva de calor altera la presión intrapulpar, ocasionando la liberación de mediadores químicos, como diversas aminas, los cuales causan una vasodilatación persistente. Para evitar problemas térmicos se deben considerar varios factores como lo son la velocidad de corte, la refrigeración, la presión de corte, el tamaño y tipo del instrumental cortante rotatorio.⁵

1.1.6 Refrigerantes

El calentamiento dentario tiene un efecto nocivo sobre la pulpa dental cuya recuperación puede ser incompleta. En todo tipo de preparaciones es indispensable utilizar refrigerantes para con ello reducir o eliminar el calor generado durante los procedimientos de corte, los refrigerantes que se usan son; aire, combinación de aire y agua y la aplicación de agua a través de una fresa hueca y agua en chorro. Bodecker describió la preparación de un diente sin refrigeración apropiada como “cocer la pulpa en su propio jugo”.

Numerosos investigadores han encontrado que la preparación de cavidades en seco daña más a la pulpa que la preparación realizada con refrigerantes. El desgaste y la preparación de las estructuras dentales sin refrigerantes, originan cambios pulpares reversibles e irreversibles.

La elevación térmica ataca a la circulación pulpar, el calor generado durante la preparación de cavidades produce la activación de los nervios simpáticos causando vasodilatación pulpar.⁴

- **Aire solo**

Se puede decir que no existen diferencias importantes en periodos largos de tiempo, en cuanto a la eficacia de enfriamiento, entre el aerosol (a base de aire y agua) y aire únicamente, sin embargo el uso del aire solo durante la preparación de cavidades profundas significa un riesgo potencial para la pulpa, por lo que el corte de cavidades no debe hacerse sólo con enfriamiento de aire.⁴

- **Agua y aire**

El enfriamiento con aire y agua tiene una ventaja sobre otros métodos, que es la considerable reducción térmica.

Cuando se usan velocidades de 50,000 r.p.m o mayores debe usarse agua con aire, porque la velocidad a la que gira la fresa crea una zona de turbulencia que tiende a desviarla de la dentina que se desgasta. El agua debe salir con suficiente presión (fig. 12) para penetrar el área de turbulencia. Para que sea eficaz, debe aplicarse en forma directa al punto donde la fresa y el diente hacen contacto.

La preparación con alta velocidad debe hacerse con un movimiento de mano similar al que utiliza quien pinta acuarelas, de ese modo, el refrigerante puede cubrir la fresa y el diente simultáneamente.^{3,4}

En la actualidad las piezas de alta velocidad ya cuentan con tres orificios por donde sale el agua, provocando así una mejor refrigeración.



Figura 12. Lo recomendable es que la pieza de alta velocidad cuente con más de una salida de agua (orificios), para disminuir el sobrecalentamiento.

1.1.7 Desecación y deshidratación

Cuando la superficie de la dentina recién cortada, se seca con un chorro de aire, se produce un movimiento rápido de fluido hacia fuera a través de los túbulos dentinarios, como resultado de la activación de fuerzas capilares dentro de los túbulos. De acuerdo con la teoría hidrodinámica sobre la sensibilidad de la dentina, el movimiento de fluido origina la estimulación de los nervios sensoriales de la pulpa.⁵

El movimiento de fluido también es capaz de arrastrar a los odontoblastos hacia los túbulos, estos odontoblastos “desplazados” se destruyen pronto y desaparecen al experimentar una autólisis. Puesto que la destrucción ocurre dentro de los túbulos dentinarios, el fluido dentinario diluye los productos de la degeneración celular, que en otro caso podrían iniciar una respuesta inflamatoria. En último término los odontoblastos destruidos como resultado de la desecación se sustituyen por nuevos odontoblastos procedentes de la zona rica en células de la pulpa, y al cabo de 1- 3 meses se forma dentina reparadora.⁵

Langeland probó que un chorro de aire aplicado sobre la dentina con una jeringa ordinaria o mediante aire comprimido por 10 segundos, bastaba para desplazar los núcleos odontoblásticos hacia los túbulos. ¹¹

Por eso durante el secado de la cavidad, no debe secarse con chorros de aire sino con torundas de algodón ó bien con aire aplicado indirectamente (reflejado del espejo) para evitar lo antes mencionado.

El uso del dique de hule deseca la dentina, así como algunos medicamentos, los cuales están contraindicados para usarse en la dentina por su acción desecante (alcohol, cloroformo) provocando la consiguiente lesión y desplazamiento de los odontoblastos.

1.1.8 Profundidad de la preparación

La preparación de cavidades produce un aumento en el índice de renovación del colágeno dentinario y cierto grado de lesión odontoblástica. Los odontoblastos ubicados directamente bajo o cerca de la cavidad preparada disminuyen la síntesis de proteínas. Por lo tanto, conforme aumenta la profundidad de la preparación y mayor es la aproximación al núcleo odontoblástico, más grave es la lesión. ⁴ (fig, 13)

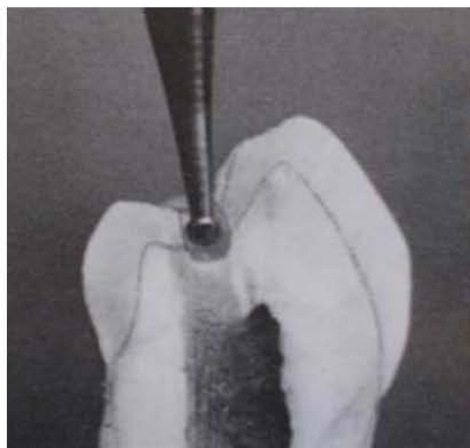


Figura 13. Preparación de una cavidad con invasión de la unión amelodentinaria.

Pashley demostró que la reducción del grosor de la dentina aumenta considerablemente su permeabilidad. A medida que la preparación dentinaria se aproxima más a la pulpa, mayor es el número de túbulos dañados por unidad de superficie. El diámetro de cada túbulo también aumenta cerca de la pulpa.⁴

El aumento de la reacción inflamatoria pulpar es directamente proporcional a la profundidad de la cavidad preparada. Cuando no queda más de 0,5 mm de dentina, entre el piso de la cavidad y la pulpa, cada disminución de 0,1 mm intensifica la inflamación en forma progresiva, cuando la preparación se hace con baja velocidad y sin refrigeración.⁴

Cuando las preparaciones a baja velocidad se hacen con sistemas de refrigeración adecuada, el piso de la cavidad puede acercarse mucho más a la pulpa (0,3 mm) con menor riesgo de producir una respuesta inflamatoria intensa. Cuando se usa alta velocidad para preparar cavidades (200.000 r.p.m. o más) el daño también es menos grave, siempre y cuando se aplique una refrigeración adecuada en la interfase de la fresa y la dentina.⁴

Cuando quedan por lo menos 2 mm de espesor de dentina remanente entre el piso cavitario y la pulpa, es muy difícil que el tallado de la cavidad produzca daños de importancia en la pulpa.³ Cuando queda 1,5 mm de dentina remanente, comienzan a aparecer modificaciones en la capa odontoblástica que revelan que el procedimiento operatorio ha sido traumatizante. A medida que el espesor de dentina remanente disminuye, se van manifestando con mayor intensidad los procesos inflamatorios de la pulpa hasta llegar a la verdadera quemadura del tejido pulpar, que es la más grave de las lesiones producidas por el corte y que puede ocurrir cuando el espesor de dentina remanente es menor de 0,5mm.³

Tal como se mencionó, al realizar un mayor desgaste dentinario se produce más daño a los odontoblastos. En este caso, la formación de dentina terciaria comienza a disminuir y la estructura se torna irregular. Por lo tanto, después de la preparación de cavidades, la velocidad con que se forma la dentina terciaria va a depender de la variación en la profundidad de las mismas.

La sobreextensión en la profundidad de la preparación cavitaria produce mayor daño de la capa odontoblástica más si estas células pulpares se cortan cerca del núcleo odontoblástico, entonces sufrirán una degeneración. ⁴

También se puede producir, frecuentemente, un desplazamiento de los odontoblastos hacia el interior de los túbulos dentinarios, causando su degeneración, e iniciando una respuesta inflamatoria en la pulpa dental. ¹²

Por lo tanto, se puede afirmar que cuanto más profunda sea la preparación, mayor será la inflamación pulpar. La preservación de un buen espesor de dentina es de gran importancia para mantener la salud pulpar.

1.1.9 Efectos del laser

El mecanismo del corte del diente por el láser Er:YAG se basa en el alto grado de absorción de este tipo de luz laser por el componente acuoso del tejido duro. Tal absorción puede causar un aumento rápido de la temperatura dentro de un volumen pequeño de tejido .

El laser es un sistema que produce un haz luminoso intenso y se utiliza para el tratamiento de los tejidos blandos y la modificación de las estructuras dentales duras, consiste en una amplificación de luz por emisión estimulada de radiación. ⁹

Se excita un cristal o un gas para que emita fotones lumínicos de una longitud de onda característica, que posteriormente son amplificados y filtrados para obtener un haz de luz coherente. Los efectos del laser dependen de la potencia del haz y del grado de absorción del mismo. ⁹

La aplicación del laser debe proporcionar resultados superiores a los obtenidos con procedimientos tradicionales y sobre todo no debe causarle daños severos a la pulpa, dentro de los efectos causados por el laser se encuentran, alteración de la superficie dentinaria por el bloqueo de los túbulos dentinarios por fusión y glaseado de la dentina, eliminación de caries, y la eliminación de fosas y fisuras.

A temperaturas bajas, por debajo de los 100° C, el calor desnaturaliza las proteínas y produce hemólisis, coagulación y contracción. Por encima de los 100° C hace hervir el agua de los tejidos duros o blandos, produciendo una expansión explosiva. Por encima de los 400° C se produce total carbonización de los materiales orgánicos. A medida que va aumentando la temperatura entre los 400° C y los 1400° C, los componentes inorgánicos experimentan cambios químicos, pueden fundirse o re-cristalizarse y se pueden evaporar. Las temperaturas reales dependerán de la composición inicial del tejido afectado. ⁹

*** Laser de dióxido de carbono**

Miserendino y colaboradores, realizaron un estudio del efecto del dióxido de carbono aplicado en dientes humanos, los dientes utilizados fueron terceros molares, el objetivo era examinar los efectos térmicos causados por la exposición directa del láser de CO₂ en dientes humanos, observaron que a niveles altos de energía (30 a 250 J) se producía una elevación de la temperatura intrapulpar de 5,5 a 32 °C causando daño pulpar irreversible. (fig. 14)

Por lo tanto, ellos sugieren que la exposición al laser de las superficies dentarias deben permanecer por debajo de los 10 J para estar dentro del rango de tolerancia pulpar y no exceder de los 30 J para evitar una daño pulpar irreversible. Así pues, la utilidad y la seguridad del láser de CO₂ para los tejidos duros es cuestionable con los sistemas disponibles en la actualidad ¹³.



Figura 14. Efecto producido por el láser cuando se ha usado incorrectamente. Existe eliminación completa de la dentina causando un orificio que conecta con la pulpa.

* Láser Er YAG

Numerosos estudios han demostrado que el laser de Er: YAG puede eliminar tejido duro dental, con daño mínimo de la pulpa. De acuerdo con los estudios clínicos, el uso de este sistema laser para preparar la cavidad causa dolor escaso o nulo. De este modo se eliminan el esmalte y la dentina, la causa de la disminución ó eliminación del dolor se debe en parte, al proceso continuo de evaporación y a la microexplosión que se presenta en la estructura dentaria, se a ha demostrado que existe apertura de los túbulos dentinarios después de aplicar el laser, estas observaciones más la posibilidad de que se presente un movimiento rápido del fluido dentro de los túbulos dentinarios durante el corte con laser, podrían causar activación de los nervios intradentales de acuerdo con la teoría hidrodinámica.

Se estudio el tipo de efecto que produce el laser sobre el complejo dentino- pulpar, el cuál se realizó en dientes de perro preparándose cavidades profundas y

cavidades superficiales clase V mediante el uso del láser Er:YAG con energía variable entre 100 y 200 mJ en 10 pulsos por segundo.

Al término de la preparación la superficie del corte con el laser se presentó granulosa y rugosa, con túbulos dentinarios expuestos y una capa de barrillo escasa (fig. 15), la reacción pulpar era poco o nada apreciable con el uso del laser Er: YAG, lo que sugirió una cicatrización completa, e indicó que la preparación de la cavidad con el laser Er: YAG es segura para la pulpa.⁵

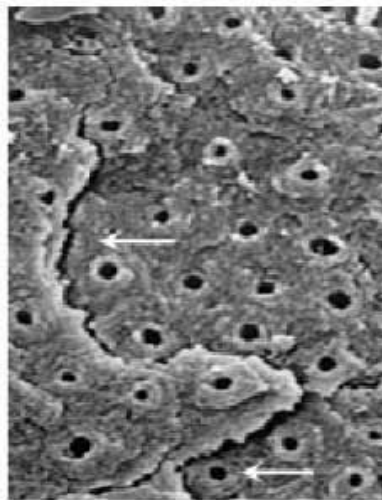


Figura 15. Presencia de microretenciones y escasa capa de barrillo dentinario.en tejido dentinario. Preparación con Er: YAG.

Jayawardena evaluó en primeros molares superiores de ratas, la respuesta de la pulpa después de una exposición pulpar con el laser Er: YAG, demostró que hubo una buena capacidad de cicatrización pulpar con la formación de un puente de dentina y dentina terciaria después de la exposición pulpar con el láser Er: YAG y tratada con hidróxido de calcio.⁵

El uso del laser Er: YAG es seguro para la pulpa cuando se utiliza con parámetros limitados. El efecto del laser sobre la pulpa varía significativamente en función del espesor de la dentina remanente, el poder de densidad entre 10 a 30 J, en la cual

se genera una temperatura de aproximadamente 2,2 a 5,5°C, el tiempo de exposición y una adecuada refrigeración para evitar el daño pulpar.⁵

2. IRRITANTES QUÍMICOS

Durante la preparación de cavidades pueden presentarse problemas como lo puede ser la sensibilidad o bien la reincidencia de caries debido a la mala técnica de limpieza de la cavidad. Existen sustancias en la actualidad para combatir la sensibilidad provocada, que pueden provocar la destrucción del odontoblasto si no se tiene un manejo adecuado. El lavado de la cavidad con agua a presión permite desalojar la mayor parte de los restos de las paredes cavitarias, pero para eliminar los más adheridos se necesitan sustancias antisépticas como: nitrato de plata, fenol, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, ácido etildiaminotetracético (EDTA) y clorhexidina.^{3,4}

2.1 Antisépticos

Antes de colocar el material de restauración es indispensable eliminar la capa de desechos dentarios que se encuentran adheridos a las paredes cavitarias y el piso de la cavidad, esto para lograr la correcta adaptación y evitar la filtración marginal del material. Por ello es necesario tratar la cavidad con alguna solución antiséptica que actúe sobre los microorganismos residuales localizados en los desechos dentarios.³

El lavado con agua a presión no permite la eliminación correcta de la mayor parte de los desechos de las cavidades ni de las bacterias, para la eliminación de las bacterias y sus toxinas presentes, se requiere de sustancias antisépticas, tales como: nitrato de plata, fenol, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, ó clorhexidina.^{3,4}

La aplicación de nitrato de plata para esterilizar la dentina, tiene un mecanismo de acción por el cual, se introducen sales de plata por los túbulos dentinarios por medio de una difusión rápida, estas sales llegan al tejido pulpar en un tiempo

indefinido, la profundidad de la cavidad no guarda relación con respecto al tiempo que tardan las sales al llegar a la pulpa. La penetración de las sales de plata aumentan con el paso del tiempo llegando a atravesar vías muertas, dentina irregular esclerótica y barreras calcificadas. Por lo tanto, el nitrato de plata resulta dañino para la pulpa y no se recomienda su uso como antiséptico. ⁴

El fenol, fue un agente que utilizaban para esterilizar la dentina en el pasado, su acción era citotóxica y aumentaba la permeabilidad dentinaria en vez de reducirla, lo que provocaba daño pulpar. ⁴

El hipoclorito de sodio (fig. 16), es una solución acuosa que actúa como solvente orgánico de las estructuras celulares y matrices orgánicas de la dentina y de la pulpa. El empleo de esta sustancia en la dentina provoca un aumento en el diámetro de los túbulos. A pesar de ello posee una buena acción antibacteriana y baja toxicidad cuando se emplea a bajas concentraciones, su uso en cavidades se recomienda al 5% por 15 o 20 segundos. ¹⁴



Figura 16. Solución antibacteriana provoca aumento en el diámetro de los túbulos dentinarios.

Las soluciones de peróxido de hidrógeno son potencialmente dañinas para el órgano dentino-pulpar, si no se lavan posteriormente con agua. Pohto y Scheinin

encontraron que la aplicación del peróxido de hidrógeno sobre la dentina profunda en incisivos de ratas, pudo atravesarla para formar émbolos en la pulpa que rompieron vasos sanguíneos y la presión del oxígeno liberado interfirió y alteró la circulación. Se recomienda usar el peróxido de hidrógeno al 3% por 20 segundos y luego lavar con agua, previamente purificada. ¹⁴

Otro producto como el Consepsis de la casa Ultradent que es clorhexidina (fig. 17) al 2% se utiliza para la limpieza y desinfección de cavidades. Se recomienda esta sustancia para eliminar los restos dentarios adheridos a las paredes dentinarias, para lograr un correcto adaptado del material restaurador y, en consecuencia, reducir la filtración marginal.



Figura 17. La clorhexidina de Ultradent al 2% usada en la limpieza de las cavidades.

2.2 Desecantes

En la preparación de cavidades se han empleado distintos métodos para secar las cavidades desde la aplicación del chorro de aire, el secado con torundas de algodón y el uso de sustancias como el alcohol, acetona y éter los cuales se han usado además para limpiar y secar la dentina antes de colocar el material restaurador. Bien, en la actualidad estos productos ya no se usan debido al daño que causaban al tejido pulpar. Por mencionar, el alcohol es una sustancia que provoca deshidratación de la dentina y lesiona los odontoblastos, ya que

desnaturaliza las proteínas de las prolongaciones citoplasmáticas, si se aplica en cavidades profundas y durante más de 10 segundos ^{3,4}.

2.3 Desensibilizantes dentinarios

Durante la preparación de cavidades puede llegar a presentarse sensibilidad dentinaria, para tratar la hipersensibilidad se han usado una variedad de sustancias como: fluoruro de sodio, fluoruro estañoso, cloruro de estroncio y nitrato de potasio. La mayoría de estas sustancias producen respuestas pulpares mínimas en concentraciones bajas.⁴

El fluoruro de sodio (fig. 18), tiene la capacidad de estimular la formación de dentina reparadora, protegiendo a la pulpa contra los irritantes. Sin embargo, las soluciones de fluoruro de sodio no deben usarse sobre la dentina recién cortada, en especial en concentraciones altas debido a que pueden producir destrucción o lesión de los odontoblastos. Pero la aplicación de fluoruro de sodio al 2% durante 2 minutos en preparaciones cavitarias no tienen efectos adversos sobre la pulpa.⁴



Figura 18. Presentación del fluoruro de sodio como gel.

Algunas soluciones y dentífricos que contienen nitrato de potasio se han recomendado para regular la hipersensibilidad dentinaria. Esta sustancia química no causa efectos pulpares adversos. El nitrato de potasio al 5% es seguro para ser usado como agente desensibilizante con respecto a la pulpa dental.¹⁵

La mayoría de las sustancias antisépticas producen dolor cuando se aplican sobre la dentina debido a un trastorno del equilibrio fisiológico del líquido dentinario. Por lo tanto, se prefiere secar la cavidad con torundas de algodón provocando menor daño y lo más aconsejable es que se utilicen soluciones detergentes y microbicidas como el Tubulicid, (Dental Therapeutics AB; Ektorp, Sweden) o el Consepsis (Ultradent Products Inc.) que son efectivos, sin resultar dañinos para la pulpa.³

En general, las sustancias antisépticas, los desecantes y los desensibilizantes cavitarios se deben emplear mediante la aplicación de los elementos adecuados, en sus concentraciones correctas y durante el tiempo indicado para evitar daño pulpar.³

3. IRRITANTES BACTERIANOS

La caries dental es una destrucción localizada, progresiva de la estructura del diente causada por los productos del metabolismo bacteriano, específicamente los ácidos orgánicos y las enzimas proteolíticas.

Los productos bacterianos como consecuencia de una caries dental, la contaminación de la cavidad durante los procedimientos de restauración y el crecimiento bacteriano bajo las restauraciones, son irritantes que se pueden incorporar al líquido tisular ó licor dentinario, ocasionando alteración en la pulpa, se ha demostrado que en una dentina joven el diámetro interno de los túbulos es superior a 2.5 micras en la parte profunda de la dentina, comparado con el diámetro de 0.9 micras que exhiben en la zona de unión amelodentinaria.¹

Estas características histológicas determinan el índice de permeabilidad dentinaria, el cual es mayor cerca de la pulpa y de los cuernos pulpares. Por lo tanto, el licor dentinario puede servir como un medio por el cual los agentes infecciosos pueden filtrarse hacia la pulpa y producir una respuesta inflamatoria.

El tejido pulpar tiene una capacidad defensiva, al formar dentina terciaria ante los irritantes. Las dos líneas de defensa son: la formación de dentina esclerótica, que es la obliteración parcial o completa de los conductos y la formación de dentina terciaria, elaborada por los odontoblastos. ⁴

La difusión hacia el interior de sustancias tóxicas desde las lesiones cariosas ocurre principalmente a través de los túbulos dentinarios generando una reacción inflamatoria pulpar, a su vez la extensa invasión de la dentina se traduce, a veces, en una infección bacteriana de la pulpa. Es, esencialmente, una enfermedad bacteriana pero tiene una etiología multifactorial. Los *Streptococcus mutans* son el principal factor etiológico en la formación de la caries y los *Lactobacilos* son los microorganismos secundarios que prosperan en el medio carioso y contribuyen a la progresión de la caries. ⁵

3.1 Respuesta pulpar a la caries dental

Las alteraciones que sufre el tejido pulpar como consecuencia de la caries dental comienzan mucho antes de lo que la mayoría de las personas estiman. Por lo general se ha creído que no existe reacción pulpar a la caries del esmalte. Sin embargo se ha observado que existen cambios inflamatorios en el tejido pulpar con lesiones cariosas iniciales en el esmalte de las superficies proximales. Aún cuando la lesión de caries sea superficial, los elementos bacterianos se encuentran inclusive a nivel de la unión amelodentinaria (fig. 19). ¹⁶



Figura 19. Caries presente debajo de una restauración.

Las primeras evidencias de la reacción pulpar a la caries se encuentran en la capa odontoblástica subyacente. Trowbridge describe, como aún antes de la aparición de inflamación en la pulpa ocurre una reducción general en el número y el tamaño de las células odontoblásticas. Estas células normalmente alargadas y dispuestas en columnas, bajo el efecto de la caries parecieran aplanarse tomando una apariencia cuboidal.

Entre las reacciones básicas que tienden a proteger la pulpa frente a la caries se encuentran: la disminución de la permeabilidad de la dentina, la formación de una nueva dentina y las reacciones inflamatorias e inmunológicas ¹⁶.

Así la respuesta más común frente a la caries es la esclerosis dentinaria, en esta reacción, los túbulos dentinarios se llenan parcial o completamente de depósitos minerales, dando como resultado una disminución de la permeabilidad de la dentina, protegiendo a la pulpa de la irritación ⁵.

La evidencia sugiere que para que pueda haber esta esclerosis, el proceso odontoblástico debe estar presente en los túbulos.

Otro de los mecanismos para limitar la difusión de sustancias tóxicas hasta la pulpa es la producción de dentina de reparación (fig. 20). Cuando las bacterias llegan a atacar la dentina, la pulpa empieza a formar dentina de reparación, cabe mencionar que la pulpa casi no cambia por debajo de la dentina de reparación, sino hasta que el proceso carioso se aproxima. En general, la cantidad de dentina reparadora formada es proporcional a la dentina primaria destruida.

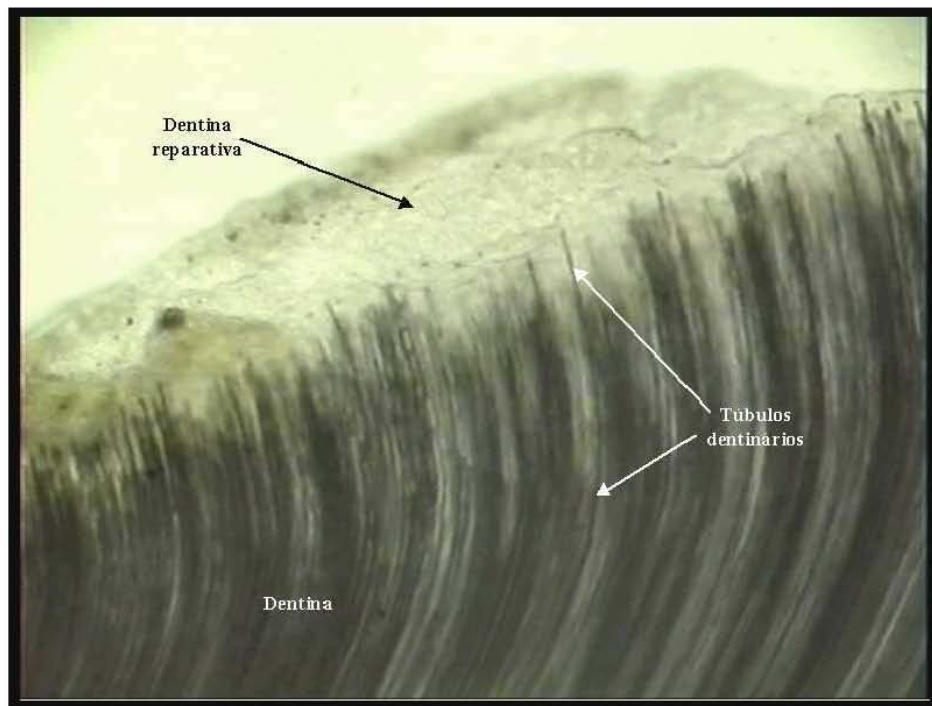


Figura 20. Evidencia de la dentina de reparación producida ante un irritante.

La formación de un tracto muerto en la dentina es otra posible reacción que se sucede como consecuencia de la caries. A diferencia de la esclerosis dentinaria y la formación de dentina reparadora, esta respuesta no se considera como una reacción claramente de defensa. Un tracto muerto es un área de la dentina en que los túbulos dentinarios están desprovistos de prolongaciones citoplasmáticas (fig. 21) ⁵.



Figura 21. Presencia de un tracto muerto.

Se cree que el tracto muerto se forma como resultado de la destrucción precoz de los odontoblastos, y aunque al inicio este tracto muerto se encuentran abiertos constituyendo una amenaza potencial para la pulpa, la pulpa sana responde a la presencia de un tracto muerto, con depósito de una capa de dentina secundaria reparadora sobre su superficie, por lo que el tracto queda sellado completamente.⁵

El grado de inflamación pulpar bajo la lesión cariosa va a depender de la profundidad de la invasión bacteriana y el grado de reducción de la permeabilidad de la dentina producida por la esclerosis dentinaria y la formación de la dentina terciaria.

A medida que las bacterias convergen en la pulpa, se van manifestando los rasgos característicos de la inflamación aguda. Entre ellos se incluyen las respuestas vasculares y celulares en forma de vasodilatación, incremento de la permeabilidad vascular y acumulación de leucocitos.

El espesor y el grado de mineralización de la dentina restante es un factor determinante en el perfil de la dentina como una barrera eficaz. Así la rapidez y el grado de flujo de los estímulos nocivos hacia la pulpa están relacionados de manera directa con la ausencia o presencia de una barrera dentinaria densa. Por lo tanto, las más permeables podrían ser un tracto de dentina muerta (túbulos vacíos) y le seguiría la dentina primaria. Por otra parte, la dentina terciaria es mucho menos permeable.¹⁶

Por ello, el avance lento o rápido de la caries como enfermedad sirve para estimular la producción de una barrera eficaz de dentina terciaria. La lesión de avance rápido sobrepasa la capacidad de defensa pulpar por calcificación, mientras que la lesión de avance lento da el tiempo necesario para que se forme dentina esclerótica y terciaria, éstas sirven de defensa.¹⁶

La dentina afectada y descalcificada por la caries podría ser la vía para la invasión y la penetración bacteriana de la pulpa, se podría desencadenar una pulpitis reversible, luego, una pulpitis irreversible y finalmente, una necrosis pulpar. Así el grado de inflamación es directamente proporcional a la profundidad de la lesión dentinaria.⁴

CONCLUSIONES

Los irritantes del complejo dentino-pulpar durante la ejecución de la preparación de cavidades pueden ser, físico, químicos y bacterianos. Tal vez el irritante más peligroso y silencioso para el complejo dentino-pulpar es la caries, pero las altas temperaturas generadas durante la preparación de cavidades por largos períodos de tiempo y sin refrigeración adecuada pueden dañar considerablemente las células pulpares y alterar la presión intrapulpar ocasionando reacciones pulpares inflamatorias irreversibles.

Para la protección del complejo dentino-pulpar se recomienda el uso de la pieza de alta velocidad durante el corte, con una refrigeración de aire-agua, cuidando la presión ejercida sobre la estructura, la cual no deberá sobrepasar los 70 gramos. El uso del instrumental rotatorio es de suma importancia, pues el tamaño, la forma y el tipo de material con el que se este hecho (sea diamante o carburo) influirá de manera directa con la preparación cavitaria.

En una preparación cavitaria, cuando el espesor de la dentina remanente entre el piso de la preparación y el techo de la cámara pulpar es de 2 mm o más, no es frecuente que se produzcan reacciones inflamatorias pulpares siempre y cuando se haya realizado la preparación con una alta velocidad y con su respectiva irrigación. Nunca hay que dejar pasar, que la preservación de un buen espesor de dentina es de gran importancia para preservar la salud pulpar.

La ejecución de cualquier procedimiento, que ocasione desecación o deshidratación dentinaria, causará efectos dañinos sobre el órgano dentino-pulpar.

La limpieza de la cavidad es uno de los pasos importantes en la preparación de una cavidad, puesto que el desinfectar correctamente una cavidad se estará logrando una parte del éxito en la restauración final de la pieza dental.

El complejo dentino-pulpar como todos los sistemas del cuerpo humano, responde hacia un irritante con una respuesta inflamatoria, o bien es tan capaz de

protegerse por si solo que puede llegar a formar su propia barrera de protección por medio de la dentina de reparación, así como también puede llegar a presentar un mecanismo exagerado de autodefensa que la pueda llevar, en última instancia, a la necrosis. Con el fin de preservar la salud e integridad pulpar durante los procedimientos restauradores, el odontólogo debe tener en cuenta que al realizar una cavidad está trabajando con un tejido vivo que aunque parezca inerte, y se piense que no es tan fácil de dañarlo, es tan sensible como cualquier órgano del cuerpo, por lo que se deberá disminuir o evitar procedimientos que puedan por mínimo que sean, afectar al complejo dentino- pulpar, así como se deberá tener en cuenta los efectos que puedan producirle, los materiales e instrumentos innovadores que aparezcan en el mercado.

REFERENCIAS

1. Gomez, de. F., Histología y Embriología Bucodental. Madrid, 1ª ed., Médica Panamericana, 2001.
2. Charbeneau, G. T., Operatoria Dental. Principios y Prácticas, Buenos Aires, 2ª ed., Médica Panamericana, 1984.
3. Barrancos, M., Operatoria Dental. Buenos Aires, 3ª ed., Médica Panamericana, 1999.
4. Seltzer, S., Pulpa Dental, México, 1ª ed., Manual Moderno, 1987.
5. Cohen, S., Vías de la Pulpa, Madrid, 8ª ed., Elsevier Science, 2002.
6. Ingle J, Endodoncia. México, 4ª ed., McGraw-Hill Interamericana, 1996.
7. Neves, B., Otani., Ch., High-speed cavity preparation techniques with different water flows., Journal of Prosthetic Dentistry. 2002.
8. Zach L. y Cohen G. Pulp response to externally applied heat. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1965;19(4):515-530.
9. Sturdevant, C. M. Operatoria Dental. Arte y ciencia. Madrid, 3ª ed., Mosby, 1996.
10. Mount G, Conservación y restauración de la estructura dental. Barcelona. 1ª ed., Harcourt Brace, 1999.
11. Seltzer S, Bender I. Modification of operative procedures to avoid postoperative pulp inflammation. Journal of American Dental Association 1963 Abril;66:504-512.
12. Miserendino L, Neiburger E, Walia H, Luebke N, Brantley W. Thermal effects of continuous wave CO2 laser exposure on human teeth: An in vitro study. Journal of Endodontics 1989;15(7):302-305.
13. Camejo M, González O, Solórzano A. y Balda R. Protección dentino-pulpar. Acta odontológica venezolana. 1999;37(3):98-105.

14. Tarbet W, Buckner A, Stark M, Fratarcangelo P, Augsburger R. The pulpal effects of brushing with a 5 percent potassium nitrate paste used for desensitization. *Oral Surg.* 1981;51(6):600-602.
15. Stanley H, Swerdlow H. An approach to biologic variation in human pulpal studies. *Journal Prosthetic Dental* 1964;14(2):365-371.
16. Seif T. *Cariología. Prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental.* Caracas. Actualidades médico odontológicas latinoamérica. 1997.