

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE PROSTODONCIA

**INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATORIOS Y SU  
EFECTO SOBRE EL ÓRGANO DENTINO-PULPAR**

Trabajo especial de grado presentado  
ante la ilustre Universidad Central de  
Venezuela por la Odontólogo Tamara J.  
Padrón M., para optar al Título de  
Especialista en Prostodoncia.

Caracas, Noviembre 2006

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
POSTGRADO DE PROSTODONCIA

**INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATORIOS Y SU  
EFECTO SOBRE EL ÓRGANO DENTINO-PULPAR**

Autor: Od. Tamara Josefina Padrón Machado

Tutor: Prof. Ana Lorena Solórzano Peláez

Caracas, Noviembre 2006

Aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela  
por el siguiente jurado examinador:

-----	-----
(Coordinador) Nombre y Apellido C.I.	Firma

-----	-----
Nombre y Apellido C.I.	Firma

-----	-----
Nombre y Apellido C.I.	Firma

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Caracas, Noviembre 2006

## DEDICATORIA

A todas aquellas personas que de una u otra manera forman los pilares que me ayudaron alcanzar esta meta

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo es el resultado de la colaboración y ayuda de personas que de una forma u otra contribuyeron de manera importante en la realización del mismo. Agradezco especialmente a:

La profesora Ana Lorena Solórzano, especialista en prostodoncia, por su tutela, orientación, enseñanzas y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

La profesora Olga González Blanco, MSc en odontología restauradora y oclusión, por su invaluable orientación y apoyo en la primera etapa de este trabajo.

A todos mis compañeros por brindarme su ayuda incondicional en todo momento.

A todos los docentes del postgrado de prostodoncia, por compartir sus valiosos conocimientos.

## LISTA DE CONTENIDO

	Página
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de contenido.....	vi
Lista de gráficos.....	viii
Resumen .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
1. Órgano dentino-pulpar.....	3
1.1. Anatomía del órgano dentino-pulpar.....	3
1.2. Fisiología del órgano dentino-pulpar.....	18
2. Instrumentos cortantes rotatorios.....	23
2.1. Definición de los instrumentos cortantes rotatorios.....	23
2.2. Clasificación de los instrumentos cortantes rotatorios.....	26
2.2.1. Según su forma.....	26
2.2.2. Según su tamaño.....	29
2.2.3. Según su función.....	31

2.3. Características de los instrumentos cortantes rotatorios.....	37
2.3.1. Velocidad.....	37
2.3.2. Presión.....	39
2.3.3. Producción de calor.....	40
2.3.4. Vibración.....	42
3. Efecto de los instrumentos cortantes rotatorios sobre el órgano dentino-pulpar.....	44
3.1. Calor friccional.....	45
3.2. Deseccación de la dentina.....	54
3.3. Contaminación bacterial.....	57
3.4. Diseño de la preparación.....	61
4. Respuesta del órgano dentino-pulpar ante los efectos del uso de los instrumentos cortantes rotatorios.....	62
5. Uso correcto de los instrumentos cortantes rotatorios para prevenir los efectos nocivos sobre el órgano dentino-pulpar.....	71
III. DISCUSIÓN.....	76
IV. CONCLUSIONES.....	80
V. REFERENCIAS.....	83

## LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Dentina y pulpa forman un complejo biológico invisible. O, hilera de odontoblastos; F, predentina; D, dentina. La dentina es una pulpa periférica mineralizada.....	4
Gráfico 2. Estructura de la dentina. Túbulos dentinarios con la fibrilla de Tomes en su interior.	5
Gráfico 3. Túbulos dentinarios cortados longitudinalmente. Se observa dentina peritubular e intertubular.....	8
Gráfico 4. Túbulos dentinarios cortados transversalmente. Se observa dentina peritubular e intertubular.....	8
Gráfico 5 Células odontoblásticas. Sistema de túbulos a través de la dentina.....	9
Gráfico 6. Detalle del complejo dentino-pulpar. A mayor aumento se observan las diferentes zonas de la pulpa.....	14
Gráfico 7. Diferentes zonas de la pulpa.....	15
Gráfico 8. Irrigación e inervación pulpar.....	16
Gráfico 9. Fenómeno hidrodinámico que causa sensibilidad dentinaria.....	21
Gráfico 10. Partes de un instrumento cortante rotatorio.....	24
Gráfico 11. Tres diseños comunes de tallo según el tipo de agarre. a) fresa para pieza de mano recta; b) fresa para pieza de mano de contraángulo tipo pistillo y c) fresa para pieza de mano de contraángulo de cierre por fricción.....	25



Gráfico 12. Formas básicas usadas para la preparación dental.....	27
Gráfico 13. Piedras de diamante. Arriba, granos naturales; abajo, granos sintéticos.....	36
Gráfico 14. A. Necrosis pulpar como consecuencia de fresado abusivo con velocidad superalta. B. Cuando el daño es menos intenso, la pulpa reacciona formando dentina terciaria de reparación.....	47
Gráfico 15. Diagrama ilustrativo del movimiento del líquido en los túbulos dentinarios como consecuencia del efecto deshidratante de un chorro de aire desde una jeringa de aire.....	56
Gráfico16. Freseros para esterilización.....	60
Gráfico 17. Chorro de agua para diferentes longitudes de fresas.....	72

## RESUMEN

El objetivo de todo tratamiento en un diente vital es mantenerlo sano y en estado funcional. Sin embargo, después de la caries dental, la causa mas frecuente de daño pulpar es la iatrogenia inducida por el odontólogo debido al uso inadecuado de los materiales y a la aplicación incorrecta de las técnicas de tratamiento. Los instrumentos cortantes rotatorios actúan sobre el diente y producen una serie de fenómenos que se desarrollan de manera simultánea, como son el corte, el desgaste y la abrasión. Cada una de estas maniobras tiende a fracturar un trozo de diente mediante la aplicación de un trabajo mecánico, gran parte del cual se transforma en calor. El trauma de la pulpa y la dentina durante la preparación dentaria depende de la presión, las revoluciones por minuto, el diseño de la fresa y el tipo de refrigeración, todos estos factores influyen en el aumento de la temperatura, la desecación de la dentina y la vibración durante la preparación, que dará lugar a una respuesta positiva de la pulpa formando dentina terciaria o de reparación o una respuesta negativa terminando en la necrosis pulpar. Se deben crear las condiciones óptimas, para permitir un corte eficaz sin producir daños biológicos al complejo dentino-pulpar.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La conservación de la pulpa dentaria, siempre que sea posible, constituye la mejor decisión, ya que los dientes con vitalidad pulpar asocian indiscutiblemente cualidades mecánicas (máximo mantenimiento de la estructura de la cámara pulpar, preservación de los intercambios metabólicos entre la pulpa y la dentina) y biológicas (mantenimiento del potencial de defensa) óptimas.

En todo diente vital el operador debe tomar conciencia que está actuando sobre un tejido vivo, extremadamente sensible y biológicamente lábil, que se debe cortar tomando las debidas precauciones. Es fundamental comprender que la dentina y la pulpa constituyen una misma entidad y que toda acción llevada a cabo sobre la dentina tendrá su correlativa repercusión pulpar.

Debemos conocer las características histológicas normales de una pulpa sana y la respuesta de ésta a los estímulos externos para poder evaluar con exactitud las lesiones pulpares ante los abusos de la instrumentación.

El trauma de la pulpa y la dentina durante la preparación

dentaria es el resultado de muchos factores. La presión, las revoluciones por minuto, el diseño de la fresa y el tipo de refrigeración influyen en la temperatura, la desecación de la dentina y la vibración durante la preparación. Las diferentes reacciones clínicas de la pulpa y la dentina son atribuidas a la interrelación de todos estos factores.

Los instrumentos cortantes rotatorios son una herramienta indispensable para el odontólogo restaurador, por lo cual es de suma importancia la investigación de los efectos del uso y abuso de estos instrumentos sobre el órgano dentino-pulpar, para tomar las precauciones necesarias durante su utilización sobre el tejido dentario y con esto preservar la vitalidad pulpar.

El objetivo de este trabajo especial de grado es analizar el efecto de los instrumentos cortantes rotatorios sobre el órgano dentino-pulpar.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **1. ÓRGANO DENTINO-PULPAR**

La dentina y la pulpa son tejidos conjuntivos especializados de origen mesodérmico que se forman a partir de la papila del germen dentario. Muchos investigadores consideran que estos tejidos son uno mismo, que forman el complejo pulpa-dentina, siendo la dentina mineralizada el producto final maduro de la diferenciación y la maduración celular.<sup>(1,2)</sup>

La pulpa es un tejido blando que posee células especializadas, llamadas odontoblastos, dispuestos periféricamente en contacto directo con la matriz de la dentina. La relación que se establece entre los odontoblastos y la dentina es lo que se denomina complejo dentino-pulpar y es una de las razones por las que la pulpa y la dentina se deben considerar una unidad funcional, ya que la pulpa mantiene la vitalidad de la dentina y la dentina protege la pulpa.<sup>(2,3)</sup>

#### **1.1. Anatomía del órgano dentino-pulpar**

La dentina, llamada también sustancia ebúrnea o marfil, es el eje estructural del diente y constituye el tejido

mineralizado que conforma el mayor volumen dentario. La porción coronaria se halla recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que la región radicular está tapizada por el cemento. Interiormente, la dentina delimita una cavidad, denominada cámara pulpar, que contiene a la pulpa dental.<sup>(1,2)</sup>

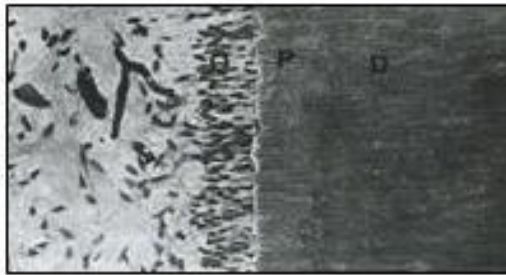


Gráfico 1. Dentina y pulpa forman un complejo biológico invisible. O, hilera de odontoblastos; P, predentina; D, dentina. La dentina es una pulpa periférica mineralizada. Tomado de Gómez y Campos, 1999.

Unas células denominadas odontoblastos forman la dentina. Se considera que los odontoblastos son parte tanto de la dentina como de la pulpa, ya que sus cuerpos celulares se encuentran en la cavidad pulpar, pero sus procesos citoplásmicos (fibras de Tomes), alargados y delgados, penetran profundamente en los túbulos de la

dentina mineralizada. <sup>(1)</sup> Estas células producen la matriz colágena de la dentina y también participan en el proceso de calcificación de la misma, siendo por tanto, responsables de la formación y del mantenimiento de la dentina.<sup>(2,37)</sup> Gráfico 1 y 2



Gráfico 2. Estructura de la dentina. Túbulos dentinarios con la fibrilla de Tomes en su interior. Tomado de Gómez y Campos, 1999.

La dentina madura se compone de aproximadamente un 70% de material inorgánico y un 10% de agua. El principal componente inorgánico consiste en hidroxiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . La matriz orgánica representa el 20% de la dentina y el 91% es colágeno.<sup>(3)</sup>

El espesor de la dentina varía según el diente: en los incisivos inferiores es mínimo (de 1 a 1,5 mm.), mientras que en caninos y molares es de aproximadamente 3mm. En cada diente, el espesor es mayor en los bordes incisales o cuspídeos y menor en la raíz. Es importante recordar que, debido al tipo de crecimiento que presenta la dentina, el espesor es mayor en los dientes viejos que en los jóvenes.<sup>(2)</sup>

Debido a los procesos odontoblásticos se considera que la dentina es un tejido vivo, con capacidad para reaccionar a los estímulos fisiológicos y patológicos. Estos estímulos pueden provocar cambios a lo largo de toda la vida del diente, como la aparición de dentina secundaria, dentina de reparación, dentina esclerótica y tractos muertos.<sup>(1)</sup>

La estructura histológica de la dentina esta constituida por unidades estructurales básicas y por unidades estructurales secundarias. Las unidades estructurales básicas que constituyen la dentina son: el túbulo dentinario y la matriz intertubular. Las unidades estructurales secundarias se definen como aquellas estructuras o



variaciones estructurales que se originan a partir de unidades estructurales básicas o como resultado de la interrelación de las unidades básicas con el esmalte o el cemento periférico. Estas son: las líneas incrementales o de crecimiento, la dentina interglobular, la zona granulosa de Tomes, líneas o bandas dentinarias de Schreger, la conexión amelodentinaria y cementodentinaria.<sup>(2)</sup>

Con relación a las unidades estructurales básicas, los túbulos dentinarios son pequeños conductos que atraviesan todo el espesor de la dentina, desde la unión dentina-esmalte o dentina-cemento hasta la pulpa. Cada túbulo contiene la prolongación citoplásmica (fibra de Tomes) de un odontoblasto y está tapizado por una capa de dentina peritubular, mucho más mineralizada que la dentina intertubular circundante.<sup>(1,2)</sup> Gráfico 3 y 4

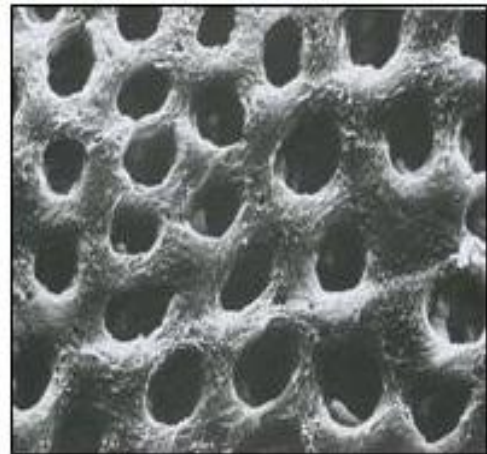
La dentina tiene una superficie mucho mayor a nivel de la unión dentina-esmalte o dentina-cemento que por el lado de la cavidad pulpar. Dado que los odontoblastos forman la dentina avanzando hacia el interior, hacia la pulpa, los túbulos se van juntando cada vez más. El número de túbulos

aumenta de 15.000-20.000/mm<sup>2</sup> a nivel de la unión dentina-esmalte hasta 45.000-65.000/mm<sup>2</sup> a nivel pulpar. El grosor de los túbulos también varía siendo más anchos en la proximidad de la pulpa (4 micrómetros de diámetro) y más estrechos en la zona periférica (1,7 micrómetros de diámetro).<sup>(1,2,37)</sup>



Gráfico 3. Túbulos dentinarios cortados longitudinalmente. Se observa dentina peritubular e intertubular. Tomado de Gómez y Campos, 1999.

Gráfico 4. Túbulos dentinarios cortados transversalmente. Se observa dentina peritubular e intertubular. Tomado de Gómez y Campos, 1999.



En la dentina coronal los túbulos adoptan una forma de S suave, conforme se extienden desde la unión dentino-esmalte hasta la pulpa. La curvatura en S es el resultado presumiblemente, del apiñamiento de los

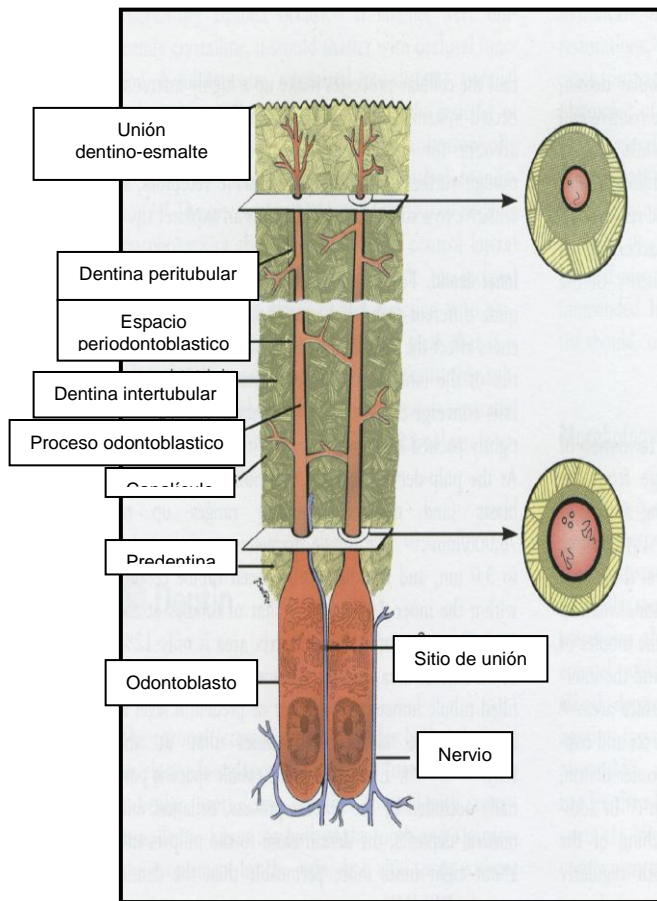


Gráfico 5. Células odontoblasticas. Sistema de túbulos a través de la dentina. Tomado de Schwartz, 2001.

odontoblastos cuando migran hacia el centro de la pulpa. Conforme se aproximan a la pulpa, los túbulos convergen debido a que la superficie de la cámara pulpar tiene un área mucho menor que la superficie de la dentina a lo largo de la unión dentina-esmalte.<sup>(3)</sup> Gráfico 5

Los túbulos dentinarios son los conductos principales para la difusión del fluido a través de la dentina. Puesto que la permeabilidad a los fluidos es proporcional al

diámetro y al número de túbulos, ésta aumenta conforme los túbulos convergen hacia la pulpa. <sup>(3)</sup> Cuando se extrae esmalte o cemento al preparar una cavidad, la dentina pierde el sellado exterior y los túbulos se convierten en conductos llenos de líquido desde la superficie cortada directamente hasta la pulpa. Por suerte, el líquido pulpar tiene una ligera presión positiva que empuja el líquido hacia afuera por cualquier resquicio del sello exterior.<sup>(1)</sup>

La matriz intertubular o dentina intertubular se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen una malla fibrilar entre la cual y sobre la cual se depositan los cristales de hidroxiapatita.<sup>(2)</sup>

La dentina se clasifica histotopográficamente en tres zonas: la dentina del manto o palial, la dentina circumpulpar y la predentina. La dentina del manto o palial es la primera dentina sintetizada por los odontoblastos recién diferenciados, de 20 micrómetros de espesor, que se ubica debajo del esmalte y del cemento.<sup>(2,3)</sup>

La dentina circumpulpar es el resto de la dentina producida y mineralizada, se deposita una vez formada la dentina del manto. Esta forma el mayor volumen de dentina del diente y va desde la zona del manto hasta la predentina.  
(2,3)

La predentina es la capa de dentina sin mineralizar, de 20 a 30 micrómetros de ancho, situada entre los odontoblastos y la dentina circumpulpar.<sup>(2,3)</sup>

Desde el punto de vista de su formación se reconocen tres tipos de dentina: la dentina primaria, la dentina secundaria y la dentina terciaria.<sup>(2,3)</sup>

La dentina primaria es la que se forma durante el desarrollo del diente, representa la mayor parte de ésta y delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados. Comprende la dentina del manto y la circumpulpar anteriormente descritas. La dentina formada fisiológicamente tras completarse el desarrollo de la raíz se conoce como dentina secundaria. Esta dentina se deposita mucho más lentamente que la primaria, pero su producción continua durante toda la vida.<sup>(1,2,3)</sup>

La dentina terciaria o de reparación es la dentina que se forma más internamente. Es producida por los odontoblastos de reposición como respuesta a irritantes moderados como la atrición, la abrasión, la erosión, los traumatismos, la caries y algunos procedimientos restauradores. Suele aparecer formando un depósito localizado de dentina en la pared de la cavidad pulpar inmediatamente por debajo de la zona del diente que ha sufrido la agresión, de manera que sea posible aislar la pulpa de la zona afectada.<sup>(1,2)</sup>

Por otro lado, la pulpa dental es un tejido conjuntivo de la variedad laxa, ricamente vascularizado e innervado. En su periferia se ubican los odontoblastos que son células especializadas que se encargan de sintetizar los distintos tipos de dentina.<sup>(2)</sup>

Anatómicamente, el órgano pulpar se divide en: a) la pulpa coronal, que se encuentra dentro de la cámara pulpar en la parte coronal del diente e incluye las astas pulpares que se dirigen hacia los bordes incisales y las puntas cuspídeas y b) la pulpa radicular, que se encuentra en los conductos pulpares del segmento radicular del diente. La

pulpa radicular se continua con los tejidos periapicales a través del agujero apical.<sup>(1)</sup>

La pulpa dental está formada por nervios mielínicos y amielínicos, arterias, venas, conductos linfáticos, células de tejido conjuntivo, sustancia intercelular, odontoblastos, fibroblastos, macrófagos, colágeno y fibras finas.<sup>(1,2)</sup>

En la pulpa dental se pueden identificar 4 zonas desde la predentina hacia la pulpa: la zona odontoblástica, la zona subodontoblástica u oligocelular de Weil, la zona rica en células y la zona central de la pulpa.<sup>(1,2,3)</sup> Gráfico 6 y 7

La zona odontoblástica está constituida por los odontoblastos dispuestos en empalizada y se localiza bajo la predentina; las proyecciones odontoblásticas, sin embargo, pasan a través de la predentina para llegar a la dentina. Los odontoblastos se conectan entre si por diferentes complejos de unión. Funcionalmente, ellos mantienen la integridad de la capa odontoblástica.<sup>(1,2,3)</sup>

La zona subodontoblástica u oligocelular de Weil, está situada por debajo de la anterior, tiene aproximadamente 40

micrómetros de ancho y se la identifica como una zona pobre en células. Esta zona está formada por capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y las finas prolongaciones citoplasmáticas de los fibroblastos.<sup>(2,3)</sup>

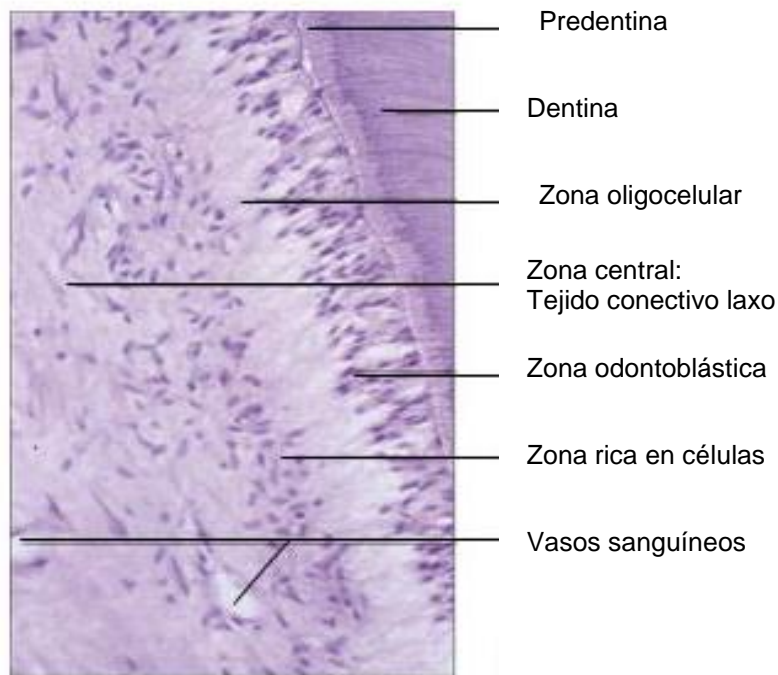


Gráfico 6. Detalle del complejo dentino-pulpar. A mayor aumento se observan las diferentes zonas de la pulpa. Tomado de Gómez y Campos, 1999.

La zona rica en células se caracteriza por su alto contenido de fibroblastos en comparación con la región más



central de la pulpa. Esta capa es mucho mas prominente en la pulpa coronal que en la radicular. Además de fibroblastos, la zona rica en células puede contener un número variable de macrófagos, células dendríticas y linfocitos.<sup>(2,3)</sup>

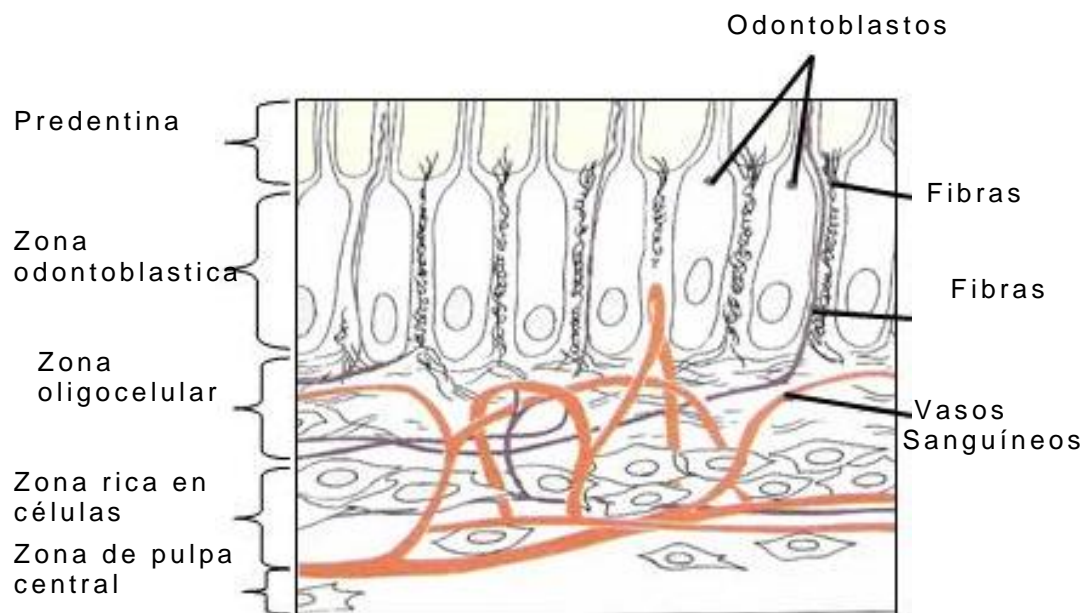


Gráfico 7. Diferentes zonas de la pulpa. Tomado de Gómez y Campos, 1999.

La zona central de la pulpa está formada por el tejido conectivo laxo característico de la pulpa, con sus distintos tipos celulares, escasas fibras inmersas en la matriz extracelular amorfa y abundantes vasos y nervios.

La población celular esta representada esencialmente por fibroblastos, células ectomesenquimáticas y macrófagos. Proporcionalmente, tienen menor cantidad de células por unidad de superficie que la zona rica en células.<sup>(2,3)</sup>

Los vasos sanguíneos penetran en la pulpa acompañados de fibras nerviosas sensitivas y simpáticas y salen de ella a través del conducto o foramen apical, debido al reducido tamaño de la pulpa, los vasos sanguíneos son de pequeño calibre.<sup>(2,3)</sup> Gráfico 8

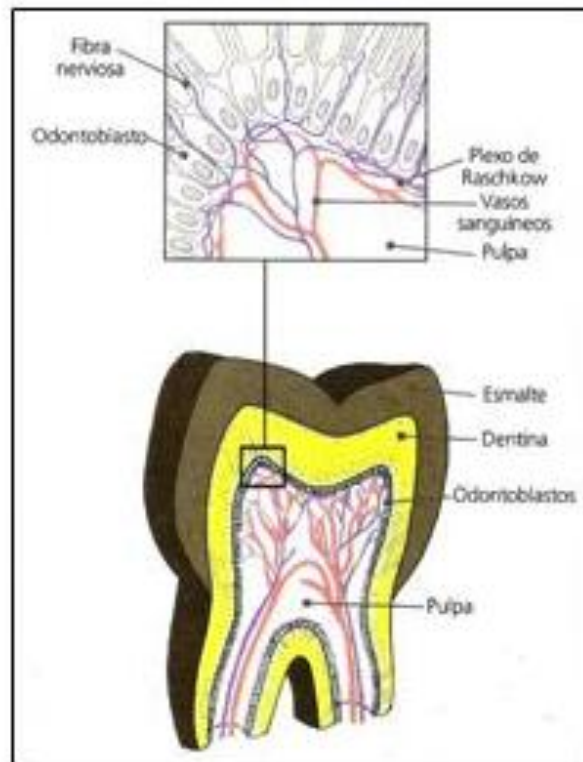


Gráfico 8. Irrigación e inervación pulpar. Tomado de Gómez y Campos, 1999.

El tejido pulpar se caracteriza por tener una doble innervación, sensitiva y autónoma. La innervación está a cargo de las fibras nerviosas tipo A (mielínicas) y C (amielínicas) que llegan a la pulpa junto con los vasos sanguíneos a través del foramen apical.<sup>(2,3)</sup>

Los nervios amielínicos están constituidos por fibras tipo C simpáticas pertenecientes al sistema nervioso autónomo. Estas fibras son de conducción lenta e intervienen en el control del calibre arteriolar.<sup>(2,3)</sup>

Los nervios mielínicos están constituidos por axones tipo A, son fibras sensitivas y están representadas por fibras aferentes sensoriales del trigémino. Las fibras A son de conducción rápida y su función es la transmisión del dolor. Es importante señalar que la pulpa frente a cualquier agresión responde siempre con dolor.<sup>(2,3)</sup>

Los nervios mielínicos en la pulpa coronaria se ramifican considerablemente constituyendo el plexo nervioso subodontoblástico de Raschkow. Se ha demostrado que algunas fibras penetran hasta 200

micrómetros en la predentina y la dentina junto con las prolongaciones odontoblásticas.<sup>(2,3)</sup>

Las fibras nerviosas, al finalizar sobre los cuerpos de los odontoblastos o sobre las prolongaciones de estos en el interior de los túbulos dentinarios, lo hacen en forma de sinapsis. Estos contactos fibras nerviosas/prolongación odontoblástica actuarían como receptores sensoriales jugando un papel fundamental en la sensibilidad dentinaria.<sup>(2,3)</sup>

## **1.2 Fisiología del órgano dentino-pulpar**

La actividad funcional del tejido dentario consiste en actuar como soporte mecánico en la actividad masticatoria normal de los dientes y en participar también, por sus caracteres estructurales y biológicos, en la defensa y en la sensibilidad del complejo dentino-pulpar.<sup>(2)</sup>

La dentina posee dos propiedades físicas esenciales, la dureza y la elasticidad, que resultan imprescindibles para ejercer su función mecánica en la fisiología dentaria. La dentina constituye, en este sentido, el eje estructural del

diente sobre el que articulan el resto de los tejidos duros del mismo, el esmalte y el cemento. La dentina, además, facilita con su grado de elasticidad que el esmalte, duro y rígido, pero quebradizo, quede protegido de los distintos impactos masticatorios.<sup>(2,37)</sup>

En cuanto a la actividad defensiva, la dentina responde defendiéndose ante las distintas agresiones que actúan sobre ella, formando además la dentina terciaria y las denominadas dentina translúcida y dentina opaca.<sup>(2)</sup>

En las regiones dentinarias sometidas a estímulos lentos, persistentes y no muy severos se puede producir depósito de sales de calcio sobre las prolongaciones odontoblásticas en degeneración o alrededor de las mismas, aumentando de esta manera la cantidad de dentina peritubular, la cual puede llegar a obliterar completamente los túbulos, quedando una región constituida por matriz mineralizada llamada dentina translúcida o esclerótica.<sup>(2)</sup>

Cuando la dentina es afectada por una lesión relativamente intensa, los odontoblastos se defienden retrayendo sus prolongaciones quedando segmentos de

túbulos vacíos sin proceso odontoblástico. Si el estímulo es excesivo se produce la muerte de los odontoblastos y una necrosis de las prolongaciones, quedando los restos celulares incluidos en los túbulos dentinarios, acompañados de líquido y sustancias gaseosas. La zona de la dentina afectada por prolongaciones odontoblásticas degeneradas se denomina opaca o tractos desvitalizados o muertos.<sup>(2)</sup>

La dentina es un tejido sumamente sensible y todos los estímulos externos recibidos por las terminaciones nerviosas de la pulpa producen la sensación de dolor.<sup>(1,2)</sup> Se produce sensibilidad siempre que se estimulan los odontoblastos y sus prolongaciones durante la odontología operatoria, aunque parece que el mecanismo nociceptor se localiza en el interior de los túbulos dentinarios, cerca de la pulpa.<sup>(1)</sup>

Los túbulos dentinarios transmiten diferentes estímulos físicos, térmicos, químicos, bacterianos y traumáticos. La teoría sobre la transmisión del dolor más aceptada es la teoría hidrodinámica, esta teoría sostiene que el dolor se transmite por los movimientos rápidos y poco

cuantiosos del líquido del interior de los túbulos dentinarios. (1,3)

Dado que muchos túbulos contienen terminaciones nerviosas mecanorreceptoras cerca de la pulpa, la mayor parte de la transmisión del dolor se debe a los pequeños desplazamientos de líquido en el interior de los túbulos como consecuencia de los cortes, la desecación, los cambios de presión, los desplazamientos osmóticos o los cambios de temperatura. (1,3,37) Gráfico 9

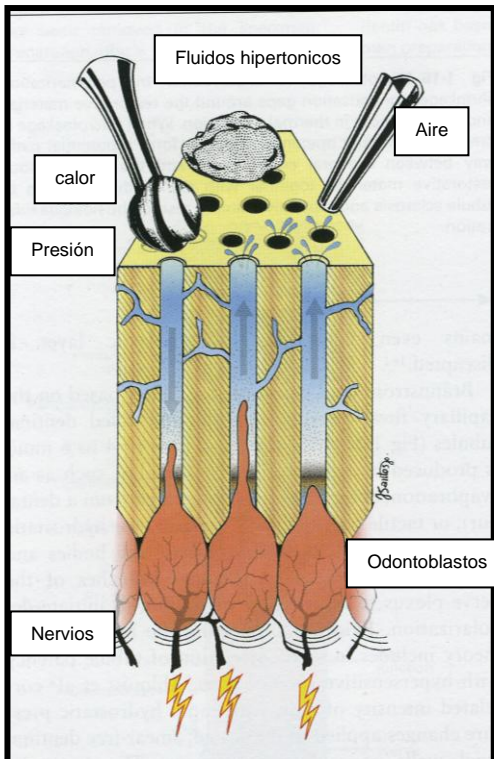


Gráfico 9. Fenómeno hidrodinámico que causa sensibilidad dentinaria. Tomado de Schwartz, 2001.

Las actividades funcionales de la pulpa son: inductora, formativa, nutritiva, sensitiva y defensiva o reparadora.<sup>(2,37)</sup>

El mecanismo inductor del complejo dentino-pulpar se pone de manifiesto durante la amelogénesis, ya que es necesario el depósito de dentina para que se produzca la síntesis y el depósito de esmalte.<sup>(2,37)</sup>

La función de formación consiste en la producción de dentina primaria o secundaria por parte de los odontoblastos.<sup>(1,2,37)</sup>

La función nutritiva consiste en el aporte de nutrientes y humedad a la dentina a través de la red vascular de los odontoblastos y sus prolongaciones.<sup>(1,2,37)</sup>

La función sensitiva corresponde a las fibras nerviosas sensitivas de la pulpa, encargadas de mediar las sensaciones dolorosas. Los receptores de la dentina son muy especiales, ya que los diferentes estímulos sólo producen una respuesta dolorosa. La pulpa no suele diferenciar entre el calor, tacto, presión o irritación química.<sup>(1,2,37)</sup>



La función de defensa de la pulpa consiste esencialmente en su respuesta a la irritación mecánica, térmica, química o bacteriana. Estos irritantes pueden inducir la degeneración o la muerte de los procesos odontoblásticos y sus correspondientes odontoblastos afectados, así como la formación en la pulpa de odontoblastos de sustitución, que producen dentina irregular o de reparación. La producción de dentina de reparación por parte de los nuevos odontoblastos que recubren la cavidad pulpar actúa como una barrera protectora contra la caries y otros factores irritantes. <sup>(1,2,37)</sup>

## **2. INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATORIOS**

### **2.1 Definición de los instrumentos cortantes rotatorios**

Para el corte dentario se utilizan instrumentos de forma, tamaño y composición variable que constituyen el instrumental rotatorio, el cual es accionado por sistemas de impulsión.<sup>(4)</sup> El término “rotatorio” aplicado a los instrumentos cortantes describe un grupo de instrumentos que giran alrededor de un eje para desarrollar un trabajo. Aplicado al proceso dental, el trabajo desarrollado es primariamente corte, abrasión, acabado o pulido del tejido dentario o de los materiales restauradores.<sup>(5)</sup>

A pesar de la gran variedad de instrumentos rotatorios que existen, todos ellos tienen en común algunas características en su diseño. Cada instrumento consta de tres partes: caña o tallo, cuello y cabeza. Cada una de ellas tiene su forma específica, que influyen en su diseño y en los materiales empleados en su construcción.<sup>(4,6)</sup> Gráfico 10

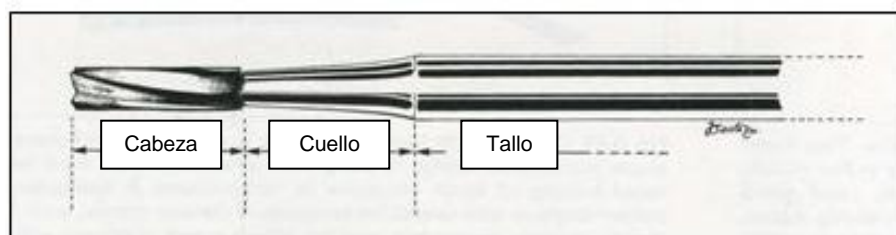


Gráfico 10. Partes de un instrumento cortante rotatorio. Tomado de Schwartz, 2001.

El tallo es la parte que encaja en la pieza de mano, recibe el movimiento rotatorio de la misma y dispone de una superficie de soporte para controlar el alineamiento y la concentricidad del instrumento. El diseño y las dimensiones del tallo varían dependiendo de la pieza de mano para la que se haya fabricado. La especificación No. 23 de la ADA relativa a las fresas para la excavación dental reconoce cinco tipos de tallo. Tres de estos tipos, el tallo para pieza de mano recta, el tallo para pieza de mano de contraángulo de tipo pistillo y el tallo para pieza de mano de contraángulo de cierre por fricción, son los

más habituales.<sup>(6)</sup> Gráfico 11

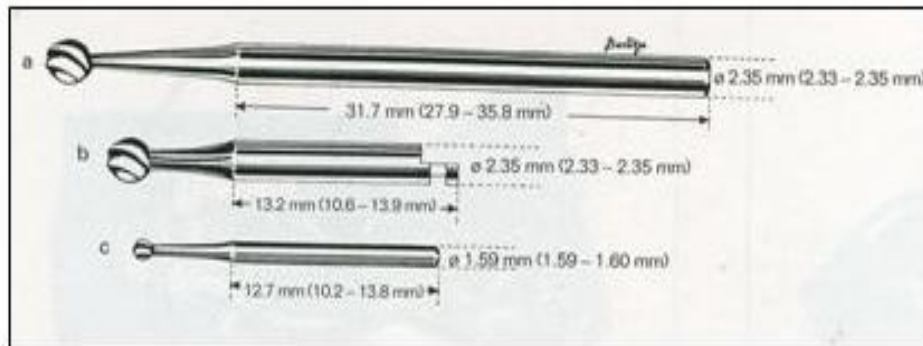


Gráfico 11. Tres diseños comunes de tallo según el tipo de agarre. a) fresa para pieza de mano recta; b) fresa para pieza de mano de contraángulo tipo pistillo y c) fresa para pieza de mano de contraángulo de cierre por fricción. Tomado de Schwartz, 2001

El tallo es de acero inoxidable, mientras que la parte activa o cabeza puede ser de diferentes materiales. El material utilizado en la unión de ambas es una soldadura dura.<sup>(4)</sup> El cuello es la parte intermedia del instrumento y conecta la cabeza con el tallo.<sup>(6)</sup>

La cabeza es la parte del instrumento con que se trabaja, sus puntas o filos cortantes permiten dar la forma deseada a la estructura dentaria. La forma de la cabeza y el material empleado en su fabricación dependen en gran medida de su aplicación prevista y de la técnica empleada. El diseño y la fabricación de las cabezas presentan mayores variaciones que cualquiera de las otras partes. Por este

motivo, los instrumentos se suelen clasificar en función de las características de la cabeza.<sup>(6)</sup>

Como se mencionó anteriormente, los instrumentos cortantes rotatorios son la herramienta más eficiente para remover la estructura dentaria. Las piedras de diamante son las más efectivas en el desgaste del esmalte (material frágil) y las fresas de carburo son más eficaces cortando la dentina (material elástico). La remoción de la estructura dentaria usando piedras de diamante debe ser confinada al esmalte hasta 0,5 a 1 mm. de la superficie de la dentina.<sup>(9)</sup>

## **2.2 Clasificación de los instrumentos cortantes rotatorios**

### **2.2.1 Según su forma**

La forma de la fresa hace referencia al contorno o silueta de su cabeza. Las formas básicas son: redonda, de cono invertido, piriforme, cilíndrica y troncocónica. Muchas otras formas están disponibles, la mayoría son modificaciones de estas cinco.<sup>(4,6,7)</sup> Gráfico 12

Una fresa redonda tiene forma esférica. Esta forma

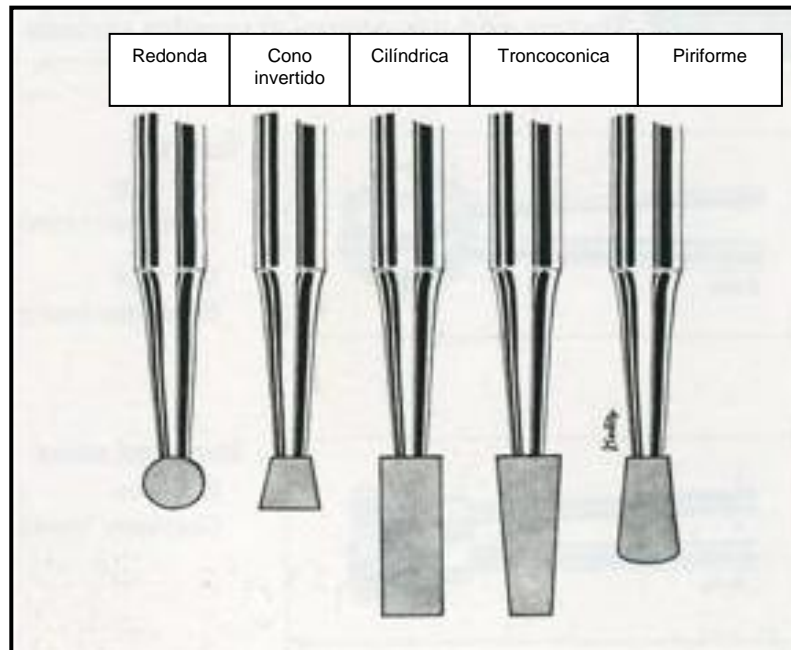


Gráfico 12. Formas básicas usadas para la preparación dental. Tomado de Schwartz, 2001.

se suele utilizar para empezar a penetrar en el diente, para extender la preparación, para preparar las oquedades de retención y para eliminar la caries. (4,6)

Una fresa de cono invertido tiene forma de tronco de cono que se estrecha rápidamente, con la punta del cono en dirección al tallo de la fresa. Suele tener una longitud parecida a su diámetro. Está especialmente indicada para abrir cortes en las preparaciones cavitarias. (4,6)

Una fresa piriforme consiste en un tronco de cono ligeramente estrechado cuyo extremo mas estrecho está

dirigido hacia el tallo de la fresa. El extremo opuesto es redondeado en su totalidad o plano con los bordes redondeados, a nivel de la unión entre los costados y dicho extremo plano. (4,6)

Una fresa cilíndrica tiene forma de tronco cilíndrico. Algunos utilizan esta forma para las preparaciones cavitarias para amalgamas. También existen fresas de este tipo modificadas con los ángulos de las puntas ligeramente curvados. (4,6)

Una fresa troncocónica tiene forma de tronco ligeramente estrechado, con el extremo mas estrecho en dirección opuesta al tallo de la fresa. Esta forma se utiliza en preparaciones para incrustaciones. Las fresas troncocónicas pueden tener una punta plana con los bordes ligeramente redondeados. (4,6)

Entre estas formas básicas existen muchas variaciones posibles. Las fresas cilíndricas, troncocónicas y de cono invertido pueden tener extremos semiredondeados. Los ángulos de los troncos y los conos pueden variar. También puede variar la relación entre la longitud y el diámetro de la

cabeza. <sup>(4,6)</sup>

Actualmente se fabrican instrumentos de diamante con cabezas de innumerables formas y tamaños y con tallos de todos los diseños estandarizados. Esta situación se debe en parte a la relativa simplicidad del proceso de fabricación. Dado que es posible fabricar instrumentos de diamante con casi cualquier forma que se pueda dar al cuerpo, se fabrican en muchas formas muy especializadas en las que sería imposible incluir cuchillas. Este ha sido un factor fundamental en el uso de estas puntas, que no compiten directamente con las fresas. <sup>(6)</sup>

### **2.2.2 Según su tamaño**

En Estados Unidos el número que indica el tamaño de la fresa se ha utilizado tradicionalmente como código para identificar el diseño de la fresa. Este sistema de numeración para fresas fue ideado en 1891 por la S.S. White Dental Manufacturing Company para designar sus primeras fresas fabricadas mecánicamente. Era amplio y lógico, razón por la cual fue adoptado también por otros fabricantes de ese país para identificar sus fresas. <sup>(6,7)</sup>

El sistema original de numeración agrupaba las fresas en nueve formas y 11 tamaños. Posteriormente, se añadieron las designaciones  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{4}$  para que el sistema pudiera incluir instrumentos más pequeños. Todos los diseños de fresas originales tenían cuchillas de filo continuo. <sup>(6,7)</sup>

Posteriormente, se observó que las fresas de filos discontinuos cortaban mejor la dentina a baja velocidad, por lo que introdujeron versiones de filos discontinuos de muchos tamaños de fresas. Para indicar esta modificación se añadía 500 al número de la versión correspondiente de filos continuos. Por consiguiente, una fresa N° 57 con filos discontinuos recibía el nombre de N° 557. Asimismo se utilizó el prefijo 900 para indicar un diseño de cabeza utilizado únicamente para corte final. Salvo por las diferencias en el diseño de las cuchillas, las fresas N° 957, N° 557 y N° 57 tenían cabezas de dimensiones idénticas. <sup>(6)</sup>

Durante mucho tiempo ha existido un problema internacional con relación a la estandarización de las dimensiones y las designaciones de los instrumentos dentales rotatorios, ya que cada país ha desarrollado su



propio sistema de clasificación. The American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA) y International Standards Organization (ISO) proveen una lista con especificaciones estandarizadas de las piedras dentales. <sup>(6,7)</sup>

Existen instrumentos de diamante con gran variedad de formas y tamaños, equivalentes a todas las fresas excepto las de menor diámetro. Debido a su diseño de una capa de abrasivo sobre un cuerpo interior, los instrumentos de diamante más pequeños no pueden alcanzar el diámetro de las fresas más pequeñas, aunque existe un amplio espectro de tamaños para cada forma. <sup>(6,7)</sup>

Debido a la falta de una nomenclatura uniforme para los instrumentos de diamante, a menudo hay que escogerlos inspeccionándolos uno a uno para obtener la forma y el tamaño deseados. Por esta misma razón es fundamental indicar el fabricante al tratar de describir los instrumentos de diamante por su número de catálogo. <sup>(6)</sup>

### **2.2.3 Según su función**

Los instrumentos cortantes rotatorios se clasifican

según su función en fresas y piedras de diamante. Dentro de las fresas se incluyen todos los instrumentos de acción similar a la de una cuchilla que se aplican sobre el diente con cierta energía para producir un corte o fractura y dentro de las piedras se incluyen todos los instrumentos que actúan sobre el diente con acción abrasiva y que tienden a producir un desgaste sobre su superficie. <sup>(4,6)</sup>

Existen dos tipos de fresas que difieren en cuanto a su dureza y a su composición. La fresa de acero hecha de una sola pieza de metal, sus hojas cortantes son labradas por una máquina y la fresa es endurecida y templada para su uso. Es considerablemente más dura que la estructura dental, aunque no dura mucho tiempo cuando se presiona al girar contra el esmalte. <sup>(9)</sup>

La dureza del diente y el aumento de la temperatura provocado al cortar causan la fractura del metal y su cambio de coloración, lo que produce una fresa ineficaz. <sup>(9)</sup>

Estas fresas se utilizaron originalmente cuando aparecieron los instrumentos cortantes rotatorios hace más de un siglo. <sup>(9)</sup>

Las fresas de carburo, aparecidas en 1947, han desbancado en gran medida a las de acero para la preparación de cavidades. Actualmente, las fresas de acero se usan sobre todo para el acabado. Las fresas de carburo trabajan mejor a cualquier velocidad y rinden mucho más a velocidades elevadas.<sup>(6)</sup>

Las fresas se hacen por metalurgia de polvo en la que los componentes metálicos se mezclan y se colocan en un molde, el cual es calentado a altas temperaturas para obtener la fusión. El espécimen ya fuera del molde es fresado para producir la cabeza de la fresa, la que posteriormente es soldada a una pieza de acero regular que constituye el tallo. Una mezcla de 5 a 10 por ciento de cobalto y el resto de carburo de tungsteno es causa de la dureza adicional de la fresa.<sup>(4,6,9)</sup>

El efecto de corte de una fresa tiene lugar en una región muy reducida del borde de la cuchilla. Cada cuchilla de las fresas consta de dos lados, la cara de ataque (hacia la dirección de corte) y la cara de salida y de tres ángulos importantes, el ángulo de ataque, el ángulo del filo y el ángulo de salida. El ángulo de ataque es la característica

principal en el diseño de la cuchilla de una fresa. Para cortar materiales duros y frágiles, el filo se mellará menos si se utiliza un ángulo de ataque negativo. Se dice que el ángulo de ataque es negativo cuando la cara de ataque queda por delante del radio. Aumentando el ángulo de ataque se refuerza el filo y se reduce la posibilidad de que se melle la cuchilla.<sup>(4,6,7,9)</sup>

Sin embargo, cuando el ángulo de ataque es positivo, la eficiencia del corte de la fresa es mayor. También, las fresas con ángulo de ataque radial cortan más efectivamente que las de ángulo negativo. Con un ángulo negativo las cuchillas fracturan el tejido dentario en pequeños trozos; en contraste con las fresas de ángulo positivo donde los trozos son más grandes y se tienden a acumular entre las cuchillas.<sup>(9)</sup>

Hay objeciones prácticas para el uso de fresas con ángulo de ataque positivo, particularmente las fresas de acero, debido a la positividad del ángulo de ataque disminuye el tamaño de la cabeza de la fresa. Como resultado hay más posibilidades que la fresa se doble, se melle o eventualmente se fracture durante el corte.<sup>(9)</sup>

El número de cuchillas en las fresas es variable, las fresas de acero generalmente tienen ocho hojas y las de carburo de tungsteno, seis. Las fresas de 12 hojas, tienen la finalidad de obtener paredes cavitarias más lisas y las de 40 hojas tienen una acción cortante que se asemeja más a la de una pieza abrasiva que a la de una fresa. Cuanto mayor sea el número de cuchillas, menor será la cantidad de materia extraída por revolución.<sup>(4,7)</sup>

La segunda categoría importante de instrumentos de corte rotatorio cortan por abrasión, no por cuchillas. Los instrumentos abrasivos llevan pequeñas partículas angulares de una sustancia dura incluidas en una matriz de un material más blando. El corte se produce en un gran número de puntos, en donde las partículas duras sobresalen de la matriz y no a lo largo de una cuchilla de filo continuo.<sup>(6)</sup>

Estas partículas duras se obtienen de la selección de polvo de diamante, natural o sintético que recubrirán el tallo de la futura piedra de diamante. El grano puede ser extrafino, fino, mediano, grueso o supergrueso, según los

usos al que se destine, son molidos, lavados y separados según el tamaño de la partícula.<sup>(4)</sup> Es muy importante la forma de las partículas, debido a su efecto en la eficacia del corte y la longevidad de los instrumentos, pero el control meticuloso del tamaño de las partículas tiene una importancia mucho mayor.<sup>(6)</sup> Gráfico 13

Para la adhesión de los cristales se aplica un procedimiento denominado electroplateado.<sup>(4)</sup> Los instrumentos de diamante constan de tres partes, un cartucho o base de metal, el abrasivo de diamante en polvo y un adhesivo metálico que mantiene el polvo de diamante sobre el cuerpo.<sup>(6)</sup>

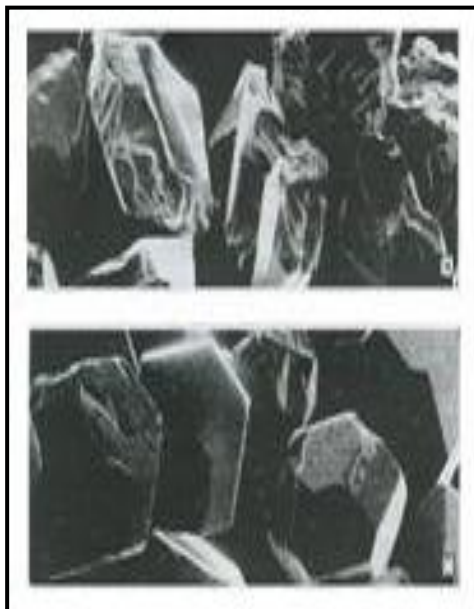


Gráfico 13. Piedras de diamante. Arriba, granos naturales; abajo, granos sintéticos. Tomado de Barrancos, 1999.

El rendimiento clínico de los instrumentos abrasivos de diamante depende del tamaño, la separación, la uniformidad, la exposición y la adhesión de las partículas de diamante.<sup>(6)</sup>

Las piedras de diamante abrasan la estructura dentaria en lugar de cortarla o desprenderla y por consiguiente, resultan más eficaces dentro de un intervalo de velocidades mucho más amplio; también son menos propensas a mellarse o romperse.<sup>(8)</sup>

## **2.3 Características de los instrumentos cortantes rotatorios**

### **2.3.1 Velocidad**

Dentro de ciertos límites, cuanto mayor sea la velocidad con la que la superficie de un material se desliza sobre la de otro, más rápido será el efecto abrasivo y mayor la cantidad de material cortado. Por consiguiente, la velocidad superficial lineal de la fresa durante su rotación constituye un parámetro bastante importante.<sup>(8)</sup>

Para calcular la velocidad se puede utilizar la siguiente fórmula:  $V = \pi dn$ , en donde  $V$  es la velocidad superficial

lineal,  $d$  es el diámetro de la fresa y  $n$  es el número de revoluciones por minuto. Conviene señalar que la velocidad superficial lineal de una fresa varía en función de su geometría.<sup>(8)</sup>

La velocidad es proporcional tanto a la velocidad de rotación como al diámetro del instrumento, a una misma velocidad de rotación, los instrumentos de mayor tamaño tienen una velocidad superficial mayor.<sup>(6)</sup>

Las velocidades se clasifican como sigue:

Velocidad ultra-baja 300-3000 RPM

Velocidad baja 3000-6000 RPM

Velocidad media alta 20000-45000 RPM

Velocidad alta 45000-100000 RPM

Velocidad ultra alta 100000 RPM en adelante

Algunos equipos dentales pueden actualmente producir más de 500000 RPM.<sup>(6)</sup>

El tejido dental se puede cortar a diferentes velocidades, dependiendo del resultado que se persiga. Si es necesario eliminar una gran cantidad se puede utilizar



dentro de las limitaciones que impone el factor molestia, una fresa de grano grueso y gran diámetro girando a velocidad ultrarrápida y bajo abundante irrigación acuosa. Por otra parte, para conseguir cavidades de contornos muy precisos con mayor exactitud y conservando la estructura dentaria remante se pueden emplear fresas más pequeñas girando a menor velocidad y manejadas con mucho tacto. <sup>(8)</sup>

### **2.3.2 Presión**

La presión es el efecto resultante de dos factores bajo el control del odontólogo. El primero es el agarre de la pieza de mano, su posición y su aplicación sobre el diente (fuerza) y el segundo, es la cantidad de área de superficie del instrumento en contacto con la superficie dentaria durante la operación de corte. Para calcular la presión se utiliza la siguiente fórmula:  $P=F/A$ .<sup>(9)</sup>

Usando la misma fuerza (F), los instrumentos pequeños aplicaran más presión al punto de contacto que los instrumentos de mayor diámetro. Para que los instrumentos de menor o mayor diámetro mantengan la misma presión es necesario reducir la fuerza aplicada a los instrumentos más

pequeños, manteniendo constante las RPM. Para que un instrumento más pequeño remueva la misma cantidad de estructura dentaria que uno de mayor diámetro es necesario incrementar la superficie por minuto en contacto con el instrumento pequeño por medio del incremento de las RPM.<sup>(9)</sup>

La magnitud exacta de la fuerza aplicada es muy variable, pero normalmente es de unos 60 gramos y nunca se debe superar el límite máximo de 120 gramos. Con una fuerza determinada, la velocidad de corte aumenta con la velocidad de rotación, pero no en proporción directa.<sup>(8)</sup>

### **2.3.3 Producción de calor**

El calor es directamente proporcional a la presión, a las revoluciones por minuto y al área del diente en contacto con el instrumento. Si uno de estos factores se incrementa, el calor producido será mayor. La producción de calor debe ser cuidadosamente controlada, ya que puede causar daño permanente a la pulpa si alcanza los 130° F. Incluso una temperatura de 113° F en la pulpa puede producir una respuesta inflamatoria que podría resultar en pulpitis y eventualmente, en necrosis pulpar.<sup>(8,9)</sup>

Debido a que la presión es el resultado de la fuerza aplicada, una reducción de esta fuerza puede minimizar la producción de calor.<sup>(9)</sup>

Cuanto más dure el trabajo de corte y mayor sea la temperatura local producida, mayor será el riesgo de lesión térmica.<sup>(6,8)</sup>

Existe una diferencia considerable entre la acción de una fresa de carburo de tungsteno y una piedra de diamante. En la fresa diamantada, una multitud de puntas rayan la superficie dental; toda la energía del instrumento rodante está concentrada en un pequeño número de superficies, constituidas por las partes salientes de las partículas de diamante. Esto produce vértices de temperaturas elevadas superiores a las generadas por fresas de carburo de las mismas medidas.<sup>(6,8,16)</sup>

Las piedras de diamante se muestran también menos eficientes en la acción de corte de las estructuras dentales; es además muy común que los detritus tiendan a compactarse en los intersticios entre las puntas pequeñas del diamante, tendiendo a resistirse a la acción de limpieza

efectuado con un cepillo, el instrumento presentará por tanto una mayor superficie de contacto que provocará un aumento del calor por fricción. Los detritus pueden disminuir la eficacia de corte aproximadamente en un 60%.<sup>(6,8,16)</sup>

Las fresas de acero generan más calor que las de carburo debido a que su corte es menos eficaz.<sup>(6,8)</sup>

#### **2.3.4 Vibración**

El término “factor de molestia” se aplica con un criterio bastante amplio para describir la reacción subjetiva del paciente a la preparación de una cavidad y representa una combinación de la presión aplicada sobre el diente, las vibraciones y los ruidos percibidos a través de los huesos del cráneo.<sup>(8)</sup>

Las vibraciones y los ruidos generados están estrechamente relacionados con la aspereza del instrumento cortante y la velocidad de rotación.<sup>(8)</sup>

La vibración no es solo el factor más desagradable para el paciente, también causa fatiga al operador, excesivo desgaste de los instrumentos y más importante

una reacción destructiva en el diente y sus tejidos de soporte.<sup>(9)</sup>

Las piezas de mano y los instrumentos cortantes rotatorios contribuyen en la calidad y la cantidad de la vibración. Los efectos destructivos de la vibración son originados por la amplitud y la frecuencia de la onda de vibración.<sup>(9)</sup>

Una onda de vibración consta de frecuencia y amplitud. A bajas velocidades la amplitud es larga pero la frecuencia es pequeña. A altas velocidades ocurre lo contrario. El mayor daño es causado por la amplitud, con el aumento de la velocidad, la amplitud y sus efectos se reducen así como también sus secuelas.<sup>(8,9)</sup>

El segundo efecto destructivo de la vibración es causado por el diseño inadecuado o pobre mantenimiento de los equipos. Aunque debe existir una onda de vibración, el uso de equipos inadecuados permite que las frecuencias moduladas sean percibidas por el paciente y el

odontólogo.<sup>(8,9)</sup>

Un estudio demostró alteraciones violentas en la cámara pulpar de los dientes, bajo el punto de aplicación de la fresa y en otros puntos remotos a la preparación de la cavidad. De acuerdo con estas observaciones, las ondas de choque producidas por la vibración fueron particularmente pronunciadas al reducir la velocidad de corte; por lo tanto, se debe evitar el atascamiento de la fresa por aumento de la presión digital sobre la pieza de mano.<sup>(16)</sup>

### **3. EFECTO DE LOS INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATORIOS SOBRE EL ÓRGANO DENTINO-PULPAR**

Entre las formas de tratamiento odontológico, los procedimientos operatorios son la causa mas frecuente de lesión pulpar. Se acepta que la agresión no siempre se puede evitar, particular cuando el diente necesita una restauración extensa. A pesar de todo el clínico competente al reconocer los peligros asociados con cada paso del proceso restaurador, muchas veces puede minimizar o prevenir el trauma, con el fin de conservar la vitalidad del

diente. <sup>(10,37)</sup>

A pesar que la microfiltración alrededor de las restauraciones esta siempre presente, el hecho que casi todas las pulpas se mantengan saludables esta relacionado a la disminución de la virulencia bacterial, la relativa impermeabilidad de la dentina y el potencial de cicatrización de la pulpa. Pero la capacidad de cicatrización pulpar está restringida por los efectos del envejecimiento y por los extensos o repetidos procesos restauradores. <sup>(37)</sup>

El empleo de instrumentos cortantes rotatorios puede provocar daños pulpares como consecuencia de la exposición a la vibración mecánica, la producción de calor, la desecación y la pérdida del líquido de los túbulos dentinarios y la sección de los procesos odontoblásticos. Al disminuir el espesor de la dentina aumentan las posibilidades de lesión pulpar como consecuencia del calor y la desecación. <sup>(6)</sup>

### **3.1 Calor friccional**

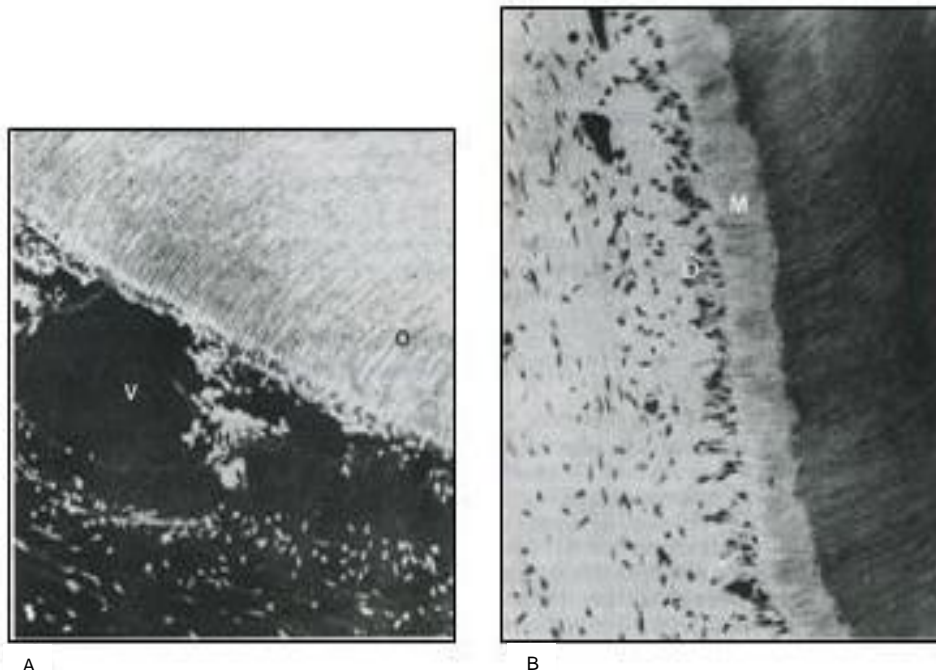
Los instrumentos cortantes rotatorios actúan sobre el

diente y producen una serie de fenómenos que se desarrollan de manera simultánea, a saber: corte, desgaste y abrasión. Cada una de estas maniobras tiende a fracturar un trozo de diente mediante la aplicación de un trabajo mecánico, gran parte del cual se transforma en calor.<sup>(4)</sup>

El esmalte y la dentina son dos buenos aislantes térmicos y protegen la pulpa si la cantidad de calor no es excesiva y si queda suficiente espesor de tejido. Cuanto más dure el trabajo de corte y mayor sea la temperatura local producida, mayor será el riesgo de lesión térmica. La capacidad protectora del tejido que queda es proporcional al cuadrado de su espesor.<sup>(6)</sup>

El corte de la dentina con una fresa rotatoria produce una cantidad considerable de calor. Si se producen altas temperaturas durante largos períodos, los vasos y las células resultan afectados y parte de la pulpa se puede volver necrótica. La intensidad del calentamiento depende de la velocidad de rotación, del tamaño y la forma del instrumento cortante, del tiempo durante el cual el instrumento permanece en contacto con la dentina y la cantidad de presión aplicada al contrángulo. <sup>(10,18,19,31,50)</sup>





A  
 B  
 Gráfico 14. A. Necrosis pulpar como consecuencia del fresado abusivo con velocidad superalta. B. Cuando el daño es menos intenso, la pulpa reacciona formando dentina terciaria o de reparación. Tomado de Barrancos, 1999.

Zach<sup>(11)</sup> afirma que la producción de calor dentro de la pulpa representa el estrés más severo aplicado a la misma durante los procesos 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. Gráfico 14

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

(10)

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. De acuerdo al mismo estudio, el riesgo más elevado de daño corresponde a la zona situada en un radio de 1-2 mm bajo la dentina cortada. <sup>(15)</sup>

La importancia de la refrigeración con agua y aire durante la preparación de la cavidad está bien comprobada. Hace más de 15 años se afirmó que el corte a velocidad alta, con un sistema de refrigeración adecuado, hacía que la temperatura de la pulpa disminuyese hasta menos de la temperatura ambiental. Sin refrigeración, la temperatura de la pulpa aumentó hasta un nivel crítico, unos 7 grados centígrados por encima de la temperatura ambiente. <sup>(11,46)</sup>

Swerdlow y Stanley<sup>(13)</sup> realizaron un estudio histológico para evaluar la reacción de la pulpa a la preparación cavitaria con y sin aerosol de agua. Cuando se utilizó el aerosol de agua y aire, la respuesta pulpar fue insignificante, siempre que el grosor de la dentina restante no llegase a menos de 1mm. Sin embargo, cuando se realizó el mismo procedimiento sin aerosol de agua, se halló un

daño grave bajo el sitio de corte. El flujo de sangre disminuyó aun más una hora después de completar la preparación de la corona, lo que sugirió un daño irreversible.

Zach y Cohen<sup>(38)</sup> reportaron 15% de necrosis pulpar después de incrementar a 5,5 grados centígrados la temperatura intrapulpar y 60% de necrosis pulpar a 11 grados centígrados.

El rubor de los dientes durante o después de la preparación de la cavidad o de la corona, se ha atribuido al calor generado por fricción. De forma característica, la dentina coronal adquiere un tono rosado poco después de ser cortada. Esta coloración rosada representa el éxtasis vascular en el plexo capilar subodontoblástico. Bajo condiciones favorables, tal reacción es reversible y la pulpa sobrevive. Sin embargo, el color púrpura oscuro indica trombosis y se asocia con un peor pronóstico.<sup>(14)</sup>

La quemadura de la dentina destruye las proteínas en la superficie y produce toxinas que luego son absorbidas por los túbulos y pasan a la pulpa actuando como irritantes del

tejido pulpar. <sup>(19)</sup>

Stanley y Swerdlow<sup>(22)</sup> realizaron un estudio para determinar la técnica operatoria que involucra una combinación de velocidad, instrumento cortante, refrigerante y presión para permitir una preparación cavitaria con mínima reacción pulpar. Ellos afirman que la combinación de alta velocidad, temperatura controlada y ligera carga es conveniente para una mínima alteración pulpar patológica.

La incidencia de rubor dentinario es mayor en preparaciones coronarias completas y en dientes anestesiados con una inyección intraligamentosa de lidocaína al 2% con adrenalina al 1:100.000. En estos casos, la interrupción del flujo sanguíneo pulpar después de la inyección intraligamentosa puede actuar como factor contribuyente. La preparación del diente puede conllevar la liberación de varias sustancias vasoactivas, como la sustancia P, y la acumulación de tales sustancias como resultado de la interrupción del flujo sanguíneo pulpar después de la inyección intraligamentosa puede causar rubor dental.<sup>(14)</sup>

La elevación térmica generada por la fricción de la fresa sobre los tejidos duros provoca la quemadura de los odontoblastos, la evaporación del fluido dentinario y perturbaciones en la microcirculación de la pulpa; los trastornos circulatorios pueden ir unidos también a las vibraciones causadas por la fresa y a la presencia de sustancias vasoconstrictoras en la anestesia. <sup>(17)</sup>

El calor generado por el contacto por fricción de la fresa con la superficie dental puede alcanzar niveles críticos para la vitalidad pulpar. Estudios en vivo, con dientes de mono, han demostrado que cuando la cámara pulpar alcanza una temperatura de 41-42 grados centígrados, ya se producen daños irreversibles en los tejidos. <sup>(17)</sup>

El daño endodóntico generado durante la preparación dental es inversamente proporcional al espesor de la dentina remanente. La gravedad del daño provocado en el odontoblasto está relacionado con el grado de amputación de su prolongación, la dentina es una estructura vital con 30.000 procesos odontoblásticos por milímetro cuadrado; cada proceso es la extensión vital de una célula, el odontoblasto que se encuentra en la cámara pulpar. <sup>(17)</sup>

Por tanto, cuanto más cerca se trabaja de la pulpa, mayor será el daño, complicado por la imposibilidad, por parte del operador, de medir el espesor de la dentina restante, una vez el pilar haya sido reducido. <sup>(17)</sup>

Otro factor que puede influir en la cantidad de calor generado lo constituye la modalidad de empleo. La remoción de tejido dental, aunque se efectúe de forma rápida y continua, produce una acumulación de calor que puede llevar a una pulpitis irreversible. Si se deja la fresa en un punto fijo, de forma que trabaja persistentemente en el mismo punto, manteniéndola apretada hasta hacerle perder velocidad, puede resultar particularmente dañino. <sup>(10,17)</sup>

Stanley y Swerdlow<sup>(20)</sup> estudiaron la presión aplicada durante los procedimientos operatorios, utilizando tres turbinas de aire para preparar cavidades en 42 dientes *in vivo*. Los dientes fueron extraídos dentro de las 24 horas a 48 horas y examinados histológicamente. A pesar de utilizar una refrigeración adecuada para prevenir las lesiones quemantes no se minimizaron las respuestas inflamatorias cuando la técnica operatoria requería una aplicación de fuerzas por encima de 8

onzas.

Las grandes presiones elevaron la temperatura pulpar, lo cual contribuyó al desarrollo de lesiones pulpares. Durante la preparación cavitaria, en la aplicación de presión influyeron dos factores: la fuerza que implicaba la aplicación de la pieza de mano hacia el diente y el área de corte de la fresa en contacto con la superficie dentaria en cualquier momento. Por lo tanto, concluyeron que si se aplicaban fuerzas de presión mayores de 8 onzas, a pesar del control del calor friccional, se podría iniciar una gran respuesta inflamatoria pulpar. <sup>(20)</sup>

Nyborg y Brännstrom<sup>(21)</sup> refieren que la mayoría de los daños térmicos a la pulpa dental comúnmente ocurren durante la preparación cavitaria. Al evaluar los efectos del calor regulado aplicado sobre la pulpa dental humana, demostraron que las cavidades de aquellos dientes no expuestos al calor no presentaron cambios apreciables, mientras que las cavidades expuestas al calor presentaron una marcada aspiración y pérdida de los odontoblastos.

Baldissara y Catapano<sup>(43)</sup> estudiaron el efecto del

incremento de temperatura en un rango de 8 a 14,7 grados centígrados sobre la pulpa dental sana. El incremento de temperatura fue causada por la preparación cavitaria con instrumentos rotatorios a alta velocidad. Los resultados sugieren una baja susceptibilidad de las células al calor. Lo cual no parece ser el mayor factor de injuria, al menos en corto tiempo. La causa de la inflamación postoperatoria o necrosis pulpar es probablemente debido a la injuria causada a la dentina, un tejido con conexión funcional y fisiológica directa con la pulpa.

### **3.2 Desecación de la dentina**

Durante los trabajos normales de corte se va formando una capa de residuos, conocida como capa de desecho, que cubre las superficies cortadas del esmalte y la dentina. La capa de desecho que se forma sobre la dentina proporciona una cierta protección, ya que ocluye los túbulos dentinarios e inhibe la salida del líquido tubular y la entrada de contaminantes por microfiltración. Sin embargo, la capa de desecho sigue siendo porosa. <sup>(6)</sup>

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. (24,25,19,17,29)

El corte de la dentina en seco provoca una alteración del tejido dentinario que produce a distancia aspiración de los núcleos de los odontoblastos dentro de los túbulos dentinarios. La producción de calor sin llegar a la quemadura de la dentina provoca también la desecación violenta de la superficie de corte, por evaporación del contenido del líquido de los túbulos. Ambas consecuencias inducen a una respuesta dolorosa después de pasado el efecto anestésico. (8,29,45)

De acuerdo con la teoría hidrodinámica sobre la sensibilidad dentinaria, el movimiento de fluido conlleva la estimulación de los nervios sensoriales de la pulpa. El movimiento de fluido también es capaz de arrastrar los odontoblastos hacia los túbulos. Estos odontoblastos desplazados se destruyen pronto y desaparecen al experimentar una autólisis. Sin embargo, la desecación de

la dentina por los procedimientos de corte o por chorro de aire, no lesiona la pulpa. <sup>(24,25,26,27)</sup> Gráfico 15



Gráfico 15. Diagrama ilustrativo del movimiento del líquido en los túbulos dentinarios como consecuencia del efecto deshidratante de un chorro de aire desde una jeringa de aire. Tomado de Cohen y Burns, 1999.

Aunque se podría esperar que la destrucción de los odontoblastos pueda provocar una respuesta inflamatoria, es probable que el número de células afectadas sea demasiado pequeño para causar una reacción significativa.

Además, 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. <sup>(24)</sup>

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. <sup>(10)</sup>

Cuando ocurre una desecación excesiva después de una preparación húmeda se provoca una inflamación; cuando ocurre después de una preparación seca se agrava la situación. Experimentalmente, se ha demostrado que una cuidadosa ráfaga de aire de corta duración y secado del piso de la cavidad con una torunda de algodón no causa ninguna reacción. <sup>(28)</sup>

### **3.3 Contaminación bacterial**

La bioseguridad sigue siendo actualmente una preocupación mundial en todos los servicios relacionados con la salud, incluidos los odontológicos. <sup>(30)</sup>

Los objetivos generales en el control de la infección en la consulta dental son:

- Proteger al paciente y los miembros del equipo profesional durante los procedimientos dentales.

- Reducir el número de patógenos en el ambiente del consultorio durante los procedimientos operatorios.

- Implementar medidas de precaución universales para prevenir la infección cruzada

- Minimizar riesgo limitando la dispersión de sangre, saliva u otros fluidos.

- Evitar lesiones accidentales (corte o punción con instrumentos contaminados o proyección de partículas, aerosoles o gotas).<sup>(30)</sup>

Aún así, los microorganismos siempre están presentes en el ámbito de atención odontológica (superficies, polvo, agua, aire, etc.), también pueden proceder del equipo profesional (odontólogo y asistente).<sup>(30)</sup>

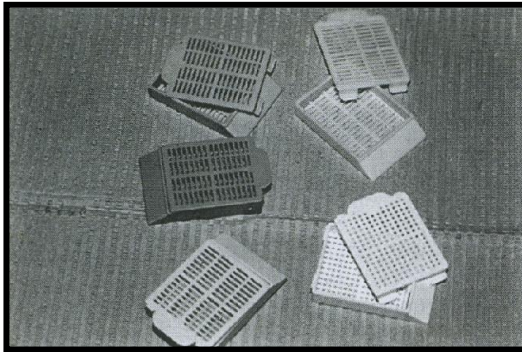
Los más importantes provienen de la saliva, las secreciones respiratorias y la sangre de la cavidad bucal de los pacientes, la cual constituye la principal fuente de infección.<sup>(30)</sup>

Las bacterias invaden y se multiplican dentro de los túbulos dentinarios. Los túbulos dentinarios tienen un tamaño que fluctúa entre 1 y 4 micrómetros de diámetro, en tanto que la mayor parte de las bacterias son menores de 1 micrómetro de diámetro. Si falta esmalte o cemento, los microorganismos invaden la pulpa a través de los túbulos expuestos. <sup>(42)</sup>

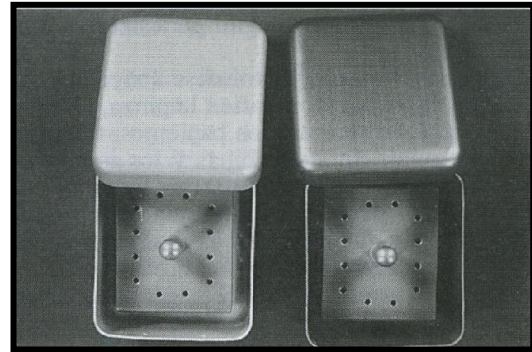
Las bacterias y sus productos son la causa mas común de enfermedad pulpar, se ha demostrado que en pulpas expuestas se produce degeneración y necrosis con formación de abscesos solamente si hay bacterias presentes. Si no hay bacterias presente, no hay infección y se produce la cicatrización de los tejidos. <sup>(39)</sup>

Los centros de control y prevención de enfermedades, la Asociación Dental Americana y otras organizaciones, establecen claramente que todos los instrumentos que penetran tejido blando o duro o tienen contacto con los mismos se deben esterilizar después de cada uso para prevenir la infección cruzada entre los pacientes. <sup>(44)</sup>

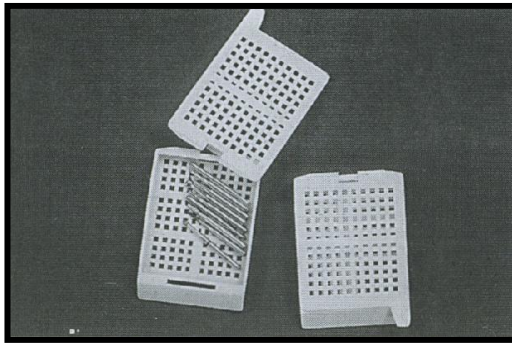
Gráfico 16



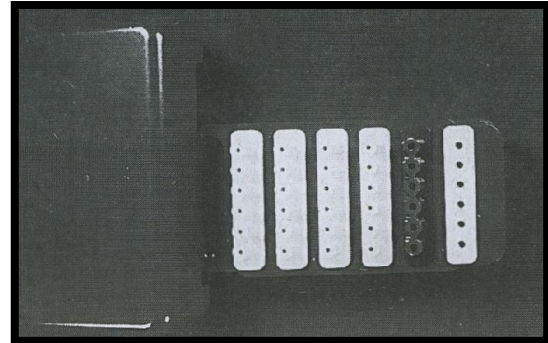
Pequeñas cajitas resistentes al calor, hasta 135°C, para colocar fresas y piedras para su descontaminación o esterilización.



Fresero para autoclave.



Cajita con fresas y piedras listas para su descontaminación.



Fresero para autoclave.

Gráfico 16. Freseros para esterilización. *Tomado de Barrancos, 1999.*

Se acostumbra considerar a la hepatitis B la enfermedad de referencia en la cual se ha basado el control de infecciones. En un consultorio en que se tratan unos 20 pacientes por día, cabe esperar que el personal encuentre a un portador activo del virus de la hepatitis B cada siete días de trabajo. Además es de esperar la exposición a dos pacientes con herpes bucal y a un número desconocido de personas infectadas con VIH. <sup>(42)</sup>

### **3.4 Diseño de la preparación**

Se han estudiado los efectos a largo plazo de la preparación de coronas sobre la vitalidad pulpar y se encontró una mayor incidencia de necrosis pulpar con la preparación de coronas completas (13,3%), comparada con las restauraciones parciales (5,1%) y con los dientes de control no sometidos a restauraciones (0,5%). Las restauraciones coronarias completas se asocian con una incidencia aún mayor de morbilidad pulpar (17,7%).<sup>(23)</sup>

Cuando el espesor de la dentina remanente entre el piso de la preparación y el techo de la cámara pulpar es de 2mm o más, es difícil que el calor provocado por el tallado o el secado produzcan daño. Con 1,5 mm. de dentina remanente aparecen modificaciones en la capa odontoblástica. A medida que disminuye el espesor de la dentina, aumenta la intensidad de las respuestas pulpares.<sup>(19)</sup>

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. Estos dos factores contribuyen al incremento de la superficie dentinaria de difusión. <sup>(18,47)</sup>

Según Maisto, si lo que queda de dentina remanente es la mitad de su espesor normal, se produce una buena respuesta pulpar y formación de dentina secundaria a mayor velocidad. A medida que se hace necesario eliminar mayor cantidad de dentina y sobrepasar este límite, mayor será el daño infligido a los odontoblastos y mayor el tiempo de recuperación, en consecuencia la dentina reparativa será de calidad inferior a la formada en las condiciones anteriores. <sup>(8)</sup>

#### **4. RESPUESTA DEL ORGANO DENTINO-PULPAR ANTE LOS EFECTOS DEL USO DE LOS INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATORIOS**

Los procedimientos operatorios irritan la pulpa y producen daños en su delicada estructura. La pulpa irritada por los estímulos externos puede reaccionar de manera positiva, formando dentina terciaria o de reparación o negativa ocluyendo sus vasos sanguíneos por un mecanismo exagerado de autodefensa que la lleva en última instancia a la necrosis. <sup>(29)</sup>



Los estados pulpares pueden ser reversibles o irreversibles, pero la línea divisoria entre ambos es muy difusa y ningún clínico podrá saber de antemano con certeza si la pulpa volverá a su estado normal de salud o quedara afectada para siempre. <sup>(34)</sup>

Las lesiones se pueden clasificar en leves, moderadas y graves. Las lesiones leves son aquellas en las que la zona rica en células no está afectada y las lesiones se limitan a los túbulos o canalículos cortados, en las lesiones moderadas la zona rica en células está afectada y la inflamación se extiende hacia la pulpa central, las lesiones graves se caracterizan porque tanto la zona rica en células como la pulpa central se encuentran modificadas en sus estructuras normales. <sup>(29)</sup>

Una lesión ligera o moderada induce una respuesta pulpar protectora localizada en la zona de los túbulos cortados. Si la lesión es más intensa, la destrucción llega más allá de los túbulos cortados y a menudo produce un absceso pulpar y la muerte de la pulpa. Estas secuelas pulpares (recuperación o necrosis) duran de 2 semanas a 6 o más meses, dependiendo de la extensión e intensidad del

traumatismo. Aunque una pulpa joven esta más expuesta a lesiones, también se recupera mejor que una pulpa más vieja, cuyas posibilidades de recuperaciones son menores y más lentas. <sup>(6,10)</sup>

La amputación de las prolongaciones odontoblásticas es con frecuencia una consecuencia de la preparación de una cavidad o una corona. La investigación histológica indica que la amputación de parte de la prolongación no conduce invariablemente a la muerte del odontoblasto. Se han hecho numerosos estudios citológicos con microcirugía y los resultados sugieren que la amputación de una prolongación odontoblástica se sigue rápidamente de la reparación de la membrana celular. Sin embargo, es posible que la amputación de la prolongación odontoblástica cerca del cuerpo celular origine una lesión irreversible. <sup>(10)</sup>

No siempre se puede determinar la causa exacta de la muerte celular cuando los odontoblastos desaparecen después de un procedimiento restaurador, puesto que esas células se pueden ver expuestas a distintas agresiones. El calentamiento por fricción, la vibración, la amputación de

las prolongaciones, los cambios por la deshidratación y la exposición a toxinas bacterianas y otros irritantes químicos pueden desempeñar una función en la destrucción de los odontoblastos. <sup>(10,48,51)</sup>

En respuesta a la preparación dental, las células nerviosas sensoriales liberan neuropéptidos, en especial sustancia P, el flujo sanguíneo de la pulpa aumenta inicialmente y después disminuye mucho debido a la escasa distensibilidad del medio ambiente. Por último, bajo el área de la preparación dental se acumulan células inmunocompetentes, del mismo tipo de las aparecidas en respuesta a la caries. <sup>(3)</sup>

Uno de los factores que tiene mayor importancia en la aparición de los procesos inflamatorios pulpares es el espesor de la dentina remanente entre el fondo de la preparación y el techo de la cámara pulpar. <sup>(32,39)</sup>

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 cavitario produzca daños de importancia a la pulpa. Cuando queda 1,5 mm. de dentina

remanente, comienzan aparecer modificaciones en la capa odontoblástica que revelan que el procedimiento operatorio ha sido traumatizante. <sup>(29)</sup>

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 0,5 mm. <sup>(29,37)</sup>

La respuesta pulpar se traduce en reacciones inmediatas, que son las que ocurren antes de las 48 horas, y reacciones tardías, a partir del tercer día del acto operatorio. <sup>(29)</sup>

En un corte histológico del diente después de una preparación cavitaria y según el grado de irritación experimentado por la pulpa, se pueden observar algunos cambios inmediatos, como núcleos de odontoblastos en los túbulos dentinarios que fueron cortados al preparar la cavidad, eritrocitos invadiendo la dentina, congestión

intensa y vasodilatación de los capilares por debajo de los túbulos cortados, aparición de cavidades vacías o con resto de sangre extravasada, invasión de neutrófilos en la zona rica en células y pérdida del detalle celular y edema. (13,32,35)

Estas reacciones aparecen tempranamente, en dientes extraídos entre 1 hora y 24-48 horas después de haber preparado la cavidad. Si la extracción del diente se efectúa mas tarde, la pulpa ha tenido tiempo de reaccionar con un proceso inflamatorio que tiende a reparar el daño producido. Cuando el trauma ha superado su capacidad de defensa, se puede observar una pulpa con inflamación crónica, formación de abscesos y en vías de degeneración y necrosis. (29)

Cuando las condiciones son favorables produce la reparación del complejo dentino-pulpar que había sido afectado por el ataque primario (caries, erosión, abrasión, trauma) o por el ataque secundario (preparación cavitaria y obturación) y la dentina terciaria o dentina de reparación queda como cicatriz de la lesión, esto es posible porque la pulpa posee una abundante vascularización y un sistema

linfático que permite, por un lado, aportar la nutrición necesaria para la reparación y por el otro, eliminar todos los desechos del proceso inflamatorio. <sup>(3,29,49)</sup>

En las reacciones tardías entre 3 y 14 días, los cortes histológicos ya muestran el activo proceso de reparación que ocurre si la pulpa no se ha afectado de manera intensa o por inflamación crónica. <sup>(13,22,32,35,36)</sup>

En las lesiones leves se observa reducción del número de neutrófilos, aumento del número de linfocitos y monocitos, reactivación de la red de capilares subodontoblasticos, disminución de los focos hemorrágicos y aparición de gránulos de hemosiderina y proliferación de fibroblastos en la zona rica en células. <sup>(13,22,32,35,36)</sup>

En las lesiones graves se observan absceso frente a los túbulos cortados, lesiones de quemadura, intensa congestión tanto en las zonas superficiales como en las zonas profundas, desplazamiento de los odontoblastos, persiste el infiltrado de neutrófilos y aparecen linfocitos y persisten los focos hemorrágicos intrapulpares y el intenso exudado. <sup>(13,22,32,35,36)</sup>

En las reacciones tardías a los 14 días, se observan en las lesiones leves y moderadas, que la hilera de odontoblastos desaparecida comienza a ser construida por células indiferenciadas provenientes de la zona rica en células, se reduce el número de capilares dilatados, los focos hemorrágicos se van reabsorbiendo y desaparecen los neutrófilos y se reducen los linfocitos. (13,22,32,35,36)

En las lesiones graves, se observa que la hilera de odontoblastos ha sido reemplazada por tejido conectivo de granulación, persisten neutrófilos, linfocitos y monocitos que invaden la zona basal de Weil y la zona rica en células, persisten capilares dilatados en la parte central de la pulpa, persisten zonas de hemorragia y en los casos de abscesos la zona se extiende y muestra necrosis celular. (13,22,32,35,36)

En las reacciones tardías a las 3 semanas, se observa en las lesiones leves y moderadas el proceso de reparación, continua la reconstrucción de la hilera de odontoblastos a partir de células mesenquimáticas diferenciadas, de la zona rica en células, comienza la formación de dentina terciaria o de reparación, de estructura irregular con menor número de túbulos, desaparecen las células inflamatorias de las capas

superficiales, aunque persisten en las zonas profundas de la pulpa y se reduce el tamaño de los capilares. (13,22,32,35,36)

En las lesiones graves se produce la inflamación crónica, la reconstrucción de la hilera de odontoblastos es mas lenta que en las lesiones leves, no se forma dentina terciaria o de reparación, persisten células inflamatorias, neutrófilos, linfocitos, monocitos y otras, persisten los capilares dilatados y llenos de sangre, las lesiones se extienden a zonas amplias de la pulpa, aparecen células multinucleadas y gigantes, aparece tejido de granulación en la quemadura de la pulpa, los abscesos pequeños quedan confinados por una capa de tejido inflamatorio y los abscesos masivos requieren extirpación pulpar o la extracción del diente. (13,22,32,35,36)

En las reacciones tardías a las 5 semanas, se observa en las lesiones leves y moderadas el proceso de reparación, se ha regenerado la hilera de odontoblastos, una capa delgada de dentina terciaria o de reparación que alcanza 20 micrómetros aproximadamente y las zonas profundas de la pulpa vuelven lentamente a la normalidad y desaparecen poco a poco los capilares dilatados y las



células inflamatorias. (13,22,32,35,36)

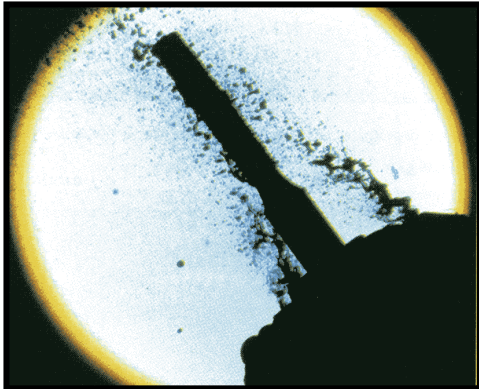
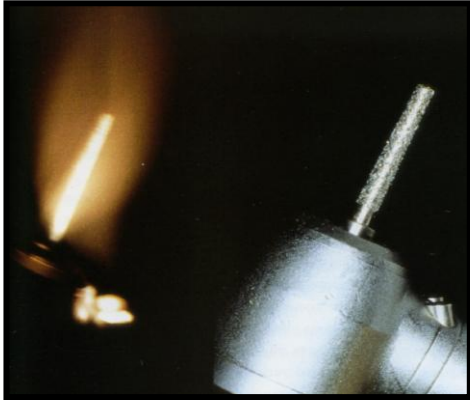
En las lesiones graves se produce una inflamación crónica, no hay regeneración de la hilera de odontoblastos, no hay producción de dentina terciaria o de reparación, el proceso inflamatorio crónico se extiende a zonas amplias de la pulpa, se produce tejido de granulación, persisten las células inflamatorias y los capilares dilatados, los abscesos masivos requieren la extirpación pulpar y el tejido pulpar avanza hacia la degeneración o necrosis. (13,22,32,35,36)

## **5. USO CORRECTO DE LOS INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATORIOS PARA PREVENIR LOS EFECTOS NOCIVOS SOBRE EL ÓRGANO DENTINO PULPAR**

Las técnicas de instrumentación causan respuesta pulpar. La técnica mas común son los instrumentos cortantes rotatorios usados a baja y alta velocidad para la preparación dental. La preparación dental puede ser traumática para la pulpa y varios factores afectan su reacción. El grado de reacción pulpar depende de la cantidad de fricción y desecación. (37)

La clave para controlar los efectos de la fricción y la

deseccación es el chorro de agua en el sitio de contacto entre el instrumento cortante rotatorio y la estructura dentaria. Esto es más importante que la cantidad de agua que se usa sobre el instrumento rotatorio. <sup>(37)</sup> Gráfico 17



Existe una gran cantidad de variables dependiendo la forma de la fresa, la longitud del mango, y muchas otras, por lo que se puede variar en un intervalo de enfriamiento, que va de un extremo a otro. De todas formas, es importante que el spray sirva para fresas de diferentes longitudes.

Gráfico 17. Chorro de agua para diferentes longitudes de fresas. *Tomado de castellani, 1996.*

Los medios de enfriamiento existentes son aire, agua y chorro de aire y agua. El más eficaz de ellos es el chorro con abundante agua, mientras que un simple chorro de aire, en las zonas donde se ha practicado una amplia extirpación de tejido, no es suficiente en lo absoluto. Además, el agua

apartando los detritus garantiza la eficacia del corte de la fresa y previene la desecación de la dentina, que podría provocar posteriormente una severa irritación pulpar. <sup>(17,44)</sup>

Aunque es frecuentemente ventajoso para refinar aspectos de la preparación cavitaria no usar el chorro de agua refrigerante para mejorar la visibilidad, esto se debe realizar conservadoramente. <sup>(37)</sup>

Una eficiencia óptima de corte requiere un buen acceso del chorro de agua refrigerante especialmente en áreas restringidas. Una pieza de mano con múltiples salidas de agua puede ser una ventaja en la preparación de zonas interproximales de coronas o cajones proximales, debido a un mejor sistema de refrigeración. Los odontólogos deberían considerar la influencia del número de salidas de agua cuando seleccionan una pieza de mano para los procesos de corte. <sup>(33)</sup>

Para que el chorro sea eficaz, deberá disponer de bastante presión para poder vencer las fuerzas centrífugas de los instrumentos que giran a gran velocidad, presión que saliera de varias boquillas

dispuestas en forma concéntrica y dirigidas hacia el punto en que la fresa hace contacto con el diente. <sup>(17)</sup>

Es conveniente que las fresas para la reducción masiva del diente sean nuevas y estén afiladas. Cuando una fresa esta desgastada, reduce su eficacia, por lo cual, a la inevitable mayor presión de contacto corresponderá un aumento de temperatura. Por tal razón, las fresas de grano fino, menos cortantes, se consideran generalmente más peligrosas que las formadas por grano mas grueso. Sin embargo, el uso de fresas de grano fino, aunque menos eficiente, puede ser indispensable para pulir la preparación o realizar detalles pequeños, para los que la velocidad de corte de una fresa demasiado eficaz puede ser contraproducente. <sup>(17)</sup>

El efecto lesivo tiene carácter acumulativo, por lo que la preparación se debe realizar manipulando la fresa de forma uniforme, segura pero intermitente. El tiempo de contacto no debe pasar de unos pocos segundos y debería intercalarse con intervalos de descanso. <sup>(17)</sup>

Es importante mantener el contacto visual con el extremo funcional de la fresa durante la preparación de la cavidad, especialmente si esta es de tamaño reducido y se encuentra en una posición escondida. El esmalte de la superficie oclusal de un molar tiene aproximadamente 3 mm de espesor, por consiguiente si se emplea una fresa con una cabeza de menos de 3 mm de longitud para abrir la fisura, desaparecerá de nuestra vista al penetrar la dentina. De este modo se puede cortar a una profundidad excesiva y perder parcialmente la dirección correcta. <sup>(8)</sup>

Si la cabeza de la fresa tiene unos 5 mm de longitud, se podrá mantener el contacto visual en todo momento y la preparación cavitaria será más conservadora. <sup>(8)</sup>

Un estudio demostró que la adición de ciertos agentes activadores de superficie (solución de alcohol diluido y glicerol) al refrigerante de la pieza de mano induce efectos mecánico-químicos. Estos efectos mecánico-químicos mejoran el promedio de corte y extienden la vida de corte de las piedras de diamante típicas en un 200%. <sup>(40)</sup>

### III. DISCUSIÓN

Entre las formas de tratamiento odontológico, los procedimientos operatorios son la causa mas frecuente de lesión pulpar. Se acepta que la agresión no siempre se puede evitar. A pesar de todo, el clínico competente, al reconocer los peligros asociados con cada paso del proceso restaurador, muchas veces puede minimizar o prevenir el trauma, con el fin de conservar la vitalidad pulpar. <sup>(10)</sup>

El empleo de instrumentos cortantes rotatorios puede provocar daños pulpares como consecuencia de la exposición a la vibración mecánica, la producción de calor, la desecación y la pérdida del líquido de los túbulos dentinarios y la sección de los procesos odontoblásticos. Al disminuir el espesor de la dentina aumentan las posibilidades de lesión pulpar como consecuencia del calor y la desecación. <sup>(6)</sup>

El esmalte y la dentina son dos buenos aislantes térmicos y protegen la pulpa si la cantidad de calor no es excesiva y si queda suficiente espesor de tejido. Cuanto más dure el trabajo de corte y mayor sea la temperatura

local producida, mayor será el riesgo de lesión térmica. La capacidad protectora del tejido que queda es proporcional al cuadrado de su espesor. <sup>(6)</sup>

Zach<sup>(11)</sup> afirma que la producción de calor dentro de la pulpa representa el estrés más severo aplicado al tejido pulpar durante los procesos 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. <sup>(12)</sup>

Zach y Cohen <sup>(38)</sup> reportaron 15% de necrosis pulpar después de incrementar a 5,5 grados centígrados la temperatura intrapulpar y 60% de necrosis pulpar a 11 grados centígrados.

Swerdlow y Stanley <sup>(13)</sup> realizaron un estudio histológico para evaluar la reacción de la pulpa a la preparación cavitaria con y sin aerosol de agua. Cuando se utilizó el aerosol de agua y aire la respuesta pulpar fue insignificante, siempre que el grosor de la dentina restante no llegase a menos de 1mm. Sin embargo, cuando se realizó el mismo procedimiento sin aerosol de agua, se halló un daño grave bajo el sitio de corte. El flujo de sangre disminuyó

aun más una hora después de completar la preparación de la corona, lo que sugirió un daño irreversible.

El corte de la dentina en seco provoca una alteración del tejido dentinario que produce a distancia aspiración de los núcleos de los odontoblastos dentro de los túbulos dentinarios. La producción de calor sin llegar a la quemadura de la dentina provoca también la desecación violenta de la superficie de corte, por evaporación del contenido del líquido de los túbulos. Ambas consecuencias inducen a una respuesta dolorosa después de pasado el efecto anestésico. (8,29)

Cuando el espesor de la dentina remanente entre el piso de la preparación y el techo de la cámara pulpar es de 2mm o más, es difícil que el calor provocado por el tallado o el secado produzca daño. Con 1,5 mm. de dentina remanente aparecen modificaciones en la capa odontoblástica. A medida que disminuye el espesor de la dentina, aumenta la intensidad de las respuestas pulpaes. (19)



Cuando se considera la elección de un tratamiento, los beneficios terapéuticos deben ser superiores a la probabilidad de causar una lesión. Generalmente, no se puede evitar completamente una reacción pulpar durante la ejecución de los procedimientos restauradores; inicialmente, se provoca una respuesta inflamatoria transitoria. Por ello, el profesional debe tomar en cuenta los peligros potenciales sobre el órgano dentino-pulpar y evitar daños irreversibles. En este sentido, con la aplicación de una adecuada técnica durante la ejecución de los procedimientos restauradores, el órgano dentino-pulpar podrá tolerar bien dichos procedimientos. <sup>(10)</sup>

## **IV. CONCLUSIONES**

1. La dentina y la pulpa son tejidos conjuntivos especializados, que forman el complejo dentino-pulpar y se considera que estos tejidos son uno mismo, siendo la dentina mineralizada el producto final maduro de la diferenciación y la maduración celular. La actividad funcional de la dentina y la pulpa consiste en actuar como soporte mecánico en la actividad masticatoria normal de los dientes y en participar también, por sus caracteres estructurales y biológicos, en la defensa y la sensibilidad del complejo dentino –pulpar.

2. Los instrumentos cortantes rotatorios giran alrededor de un eje para desarrollar un trabajo. Aplicado al proceso dental, el trabajo desarrollado es primariamente corte, abrasión, acabado o pulido del tejido dentario o de los materiales restauradores. Estos instrumentos se clasifican según su composición, su forma, su tamaño y su función.

3. Los instrumentos cortantes rotatorios se caracterizan por  
a) la velocidad, la cual depende del diámetro de la fresa y el número de revoluciones por minuto; b) la presión que es el resultado de la fuerza aplicada sobre el diente y la cantidad

de área de superficie del instrumento en contacto con la superficie dentaria durante la operación de corte; c) la producción de calor que es directamente proporcional a la presión, a las revoluciones por minuto y al área del diente en contacto con el instrumento y d) la vibración que es una combinación de presión, velocidad y condición del instrumento y la pieza de mano.

4. El corte del tejido dentario con un instrumento cortante rotatorio produce una cantidad considerable de calor. Si se producen altas temperaturas durante largos períodos, la pulpa resulta afectada pudiendo terminar en necrosis pulpar. La desecación de la dentina por los procedimientos de corte o por chorros de aire puede provocar una respuesta inflamatoria, pero no una necrosis pulpar.

5. La contaminación bacterial durante los procedimientos de corte puede causar inflamación pulpar, en mayor grado cuando hay exposición pulpar.

6. Los diseños de preparación extensos son más sensibles a causar daño pulpar, debido a que la reducción del grosor de la dentina aumenta considerablemente su permeabilidad a

medida que se aproxima hacia la pulpa.

7. La pulpa afectada por los procedimientos de corte puede reaccionar de manera positiva, formando dentina terciaria o de reparación o de manera negativa con un mecanismo exagerado de defensa que la lleva en última instancia a la necrosis. La respuesta va a depender de si la lesión es leve, moderada o grave. Una lesión leve o moderada induce una respuesta pulpar protectora localizada en la zona de los túbulos cortados, si la lesión es mas intensa la destrucción llega más allá de los túbulos cortados y a menudo produce un absceso pulpar y la muerte de la pulpa.

8. La combinación de alta velocidad, adecuada irrigación, ausencia de bacterias, corte intermitente y ligera carga es conveniente para una mínima alteración del órgano dentino-pulpar.

## V. REFERENCIAS

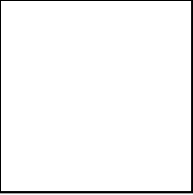
1. Lundeen T, Sturdevant J, Sluder T. Importancia clínica de la anatomía, histología, la fisiología y la oclusión dentales. En: Studervant J, Studervant C, Roberson T, Herman H, editores. Arte y ciencia. Operatoria dental. 3ra edición. Madrid: Mosby; 1996. p. 10-59.
2. Gómez M, Campos A. Histología y embriología bucodental. Buenos Aires: Médica panamericana; 1999.
3. Trowbrige H, Kim S, Suda H. Estructuras y funciones del complejo dentinopulpar. En: Cohen S, Burns R, editores. Vías de la pulpa. 8va edición. Madrid: Mosby; 2002. p. 405-447.
4. Barrancos J, Jiménez J, Rodríguez G. Instrumental. En: Barrancos J, Barrancos P, editores. Operatoria dental. 3ra edición. Buenos Aires: Médica panamericana; 1999. p. 81-115.
5. Sturdevant C. M. The art and science of operative dentistry. New York: McGraw Hill; 1968.
6. Taylor D, Bayne S, Studervant C. Instrumental y equipo para la preparación del diente. En: Studervant J, Studervant C, Roberson T, Herman H, editores. Arte y ciencia. Operatoria dental. 3ra edición. Madrid: Mosby; 1996. p. 325-360.
7. Summitt J. Nomenclature and Instrumentation. In: Summitt J., Robbins W, Hilton T, Schwartz R, Editors. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. 3th Edition. Quintessence publishing; 2001. p. 113-147.
8. Mount G. Instrumentos cortantes utilizados en la restauración dental. En: Hume W, Mount G, editores. Conservación y restauración de la estructura dental. Barcelona. Harcourt Brace; 1999. p. 45-54.
9. Chaberneau G, Cartwright C, Comstock F, Kahler F, Snyder D, Denninson J. Principles and practice of operative dentistry. Philadelphia: Lea & Febiger, 1975.
10. Kim S, Trowbrige H, Suda H. Reacción de la pulpa frente a la caries y los procedimientos odontológicos. En: Cohen S, Burns R, editores. Vías de la pulpa. 8va edición. Madrid: Mosby; 2002. p. 565-592.

11. Zach L. Pulp lability and repair; effect of restorative procedures. Oral Surgery. 1972; 33:111-15.
12. Nyborg H, Brännström M. Pulp reaction to heat. Journal of Prosthetic Dentistry. 1968; 19: 605-11.
13. Swerdlow H, Stanley HR. Reaction of human dental pulp to cavity preparation. I. Effect of water spray at 20.000 RPM, Journal of The American Dental Association. 1958; 56: 317-25.
14. Mullaney TP, laswell HR. Iatrogenic blushing of dentin following full crown preparation. Journal of Prosthetic Dentistry. 1969; 22:354-60.
15. Brown WS, Christensen DO, Lloyd BA. Numerical and experimental evaluation of energy inputs, temperature gradients, and termal stresses during restorative procedures. Journal of The American Dental Association. 1978; 96:451.
16. Holden GP. Some observations on the vibratory phenomena associated with high-speed air turbines and their transmission to living tissue. British Dental Journal. 1962; 113:265.
17. Castellani Dario. La preparación de pilares para coronas de metal-cerámica. Bogota: Publicaciones Médicas; 1996.
18. Seltzer S, Bender I. Pulpa dental. México. Manual Moderno;1987.
19. Geddes I. Protección dentino pulpar. En: Barrancos J, Barrancos P, editores. Operatoria Dental. 3era edición. Buenos Aires. Médica panamericana; 1999. p. 691-717.
20. Stanley H, Swerdlow H. Biological effects of various cutting methods in cavity preparation: the part pressure plays in pulpal response. Journal of The American Dental Association. 1960; 61:450-456
21. Nyborg H, Brännstrom M. Pulp reaction to heat. Journal of Prosthetic Dentistry. 1968; 19:605-612
22. Stanley H, Swerdlow H. Reaction of the human pulp to cavity preparation: results produced by eight different operative grinding techniques. Journal of The American Dental Association. 1959; 58:49-59
23. Felton D. Long term effects of crown preparation on pulp vitality. Journal of Dental Research. 1989; 68:1009.
24. Brännstrom M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. Operative Dentistry. 1984; 9:57.

25. Brännstrom M. The effect of dentin desiccation and aspirated odontoblast on the pulp. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1968; 20 (2):165-171.
26. Brännstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries and the dentinal crack syndrome. *Journal of endodontics*. 1986; 12 (10): 453-457.
27. Brännstrom M. Sensitivity of dentine. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1966; 21(4): 517-526.
28. Langeland K. Prevention of pulpal damage. *Dental Clinics of North America*. 1979;16(4):709-32.
29. Barrancos J, Barrancos G. Principios biológicos. En: Barrancos J, Barrancos P, editores. *Operatoria dental*. 3era edición. Buenos Aires: Médica panamericana; 1999. p. 551-6.
30. De Nastri A, Molgatini S. Control de la infección en operatoria dental. En Lanata E. *Operatoria dental; estética y adhesión*. Buenos Aires: Grupo Guía; 2003.
31. Shafer W, Levy B. *Tratado de Patología Bucal*. 4ta Edición. Mexico. Editorial Interamericana; 1986.
32. Stanley HR, Swerdlow H. An approach to biologic variation in human pulp studies. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1964; 14:365.
33. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. The effect of handpiece spray patterns on cutting efficiency. *Journal of The American Dental Association*. 2002; 133: 184-8.
34. Miranda FJ. Diagnosis and treatment of pulpal distresses. *Dental Clinics of North America*. 1976; 20:285.
35. Langeland K, Langeland L. Cutting procedure with minimized trauma. *Journal of The American Dental Association*. 1968; 76 (5):991-1005.
36. Langeland K. Biologic considerations in operative Dentistry. *Dental Clinics of North America*. Separate.1967.
37. Nicholson J. Biologic Considerations. In: Summitt J, Robbins W, Schwartz R, editors. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary approach*. 2<sup>nd</sup> edition. Quintessence publishing; 2001. p. 1-25.

38. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1965; 19:515-530.
39. Simon, J. Patología. En: Cohen S, Burns R, editores. *Los caminos de la pulpa*. 4ª edición. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1988. p. 459-489.
40. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Using chemo-mechanically assisted diamond bur cutting for improved efficiency. *Journal of The American Dental Association*. 2003; 134:53-8.
41. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond bur. *Journal of The American Dental Association*. 1996; 127:763-72.
42. Craig J, Bakland L, Sugita E. Microbiología de la endodoncia y asepsia en la práctica endodóntica. En: Ingle J y Backland L, editores. *Endodoncia*. 5ta edición. Mexico: McGraw-Hill Interamericana; 2003. p. 63-93.
43. Baldissara P, Catapano S. Clinical and histological evaluation of thermal injury thresholds in human teeth: a preliminary study. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1997; 24 (11):791-801.
44. Laforgia P, Milano V, Morea C, Desiate A. Temperature change in the pulp chamber during complete crown preparation. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1991; 65(1):56-61.
45. Cotton W. Pulpal responses to cavity drying. *Journal of Dentistry for Children*. 1971; 38(2):85-92.
46. Lauer C, Kraft E, Rothlauf W, Zwingers T. Effect of the temperatures of cooling water during high-speed and ultrahigh-speed tooth preparation. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1990; 63(4):407-14.
47. Christensen G. Avoiding pulpal death during fixed prosthodontic procedures. *Journal of The American Dental Association*. 2002; 133:1563-1564.
48. Stanley H. Pulpal response to dental techniques and materials. *Dental Clinics of North America*. 1971; 15(1):115-26.
49. Murray P, About I, Lumley P, Smith G, Franquin J, Smith A. Postoperative pulpal and repair responses. *Journal of The American Dental Association*. 2000; 131:321-29.
50. Murray P, Smith T, Hafez A, Cox C. Analysis of pulpal reactions to restorative procedures, materials, pulp capping, and future therapies. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 2002; 13(6):509-20.





51. Langeland K, Dowden W, Tronstad L, Langeland L. Human pulp changes of iatrogenic origin. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1971; 32(6):943-80.

52. Langeland K, Langeland L. Pulp reactions to cavity and crown preparation. *Australian Dental Journal*. 1970; 15(4):261-76.