

Lej 268

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES



**IZTACALA U.N.A.M.
CARRERA DE CIRUJANO DENTISTA**

**HISTOLOGIA, FISIOLOGIA Y BIOQUIMICA DE
LA PULPA DENTAL.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A :

YOLANDA DEL CARMEN MARTINEZ CASTAÑEDA

SAN JUAN IZTACALA, MEXICO

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

- I. INTRODUCCION.
 - A). ORIGEN EMBRIONARIO PULPAR
 - B). ODONTOGENESIS

- II. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA PULPA.
 - A). CELULAS
 - B). VASOS
 - C). NERVIOS

- III. FUNCIONES PULPARES.
 - A). FORMATIVA
 - B). NUTRITIVA
 - C). SENSITIVA
 - D). DEFENSIVA

- IV. BIOQUIMICA PULPAR.
 - A). ODONTOBLASTOS
 - B). FIBRAS PULPARES
 - C). SUSTANCIA FUNDAMENTAL

- V. CONCLUSIONES.

- VI. BIBLIOGRAFIA.

P R O L O G O

Dentro de la practica Endodóntica nuestro principal propósito es la de preservar la salud pulpar, con técnicas de recubrimiento, siempre y cuando su diagnóstico -- sea de pulpitis incipiente o reversible. Cuando éstas -- entran a un estado patológico irreversible el tratamiento estriba en la extirpación quirúrgica del tejido enfermo por lo que se puede preservar la estructura dentaria-remanente; todo esto lo lograremos basandonos principalmente en el conocimiento de la Histofisiología pulpar y dentaria.

Siendo entonces la histología uno de los pilares de la Odontología Científica y puesto que uno de los fines de la Endodóntia es el conocimiento de las alteraciones de la pulpa, y su tratamiento, será sin duda muy provechoso recordar lo que hoy se sabe de la Histología, Fisiología y Bioquímica Pulpar.

Por las experiencias adquiridas en el transcurso de la carrera nos indican que la mayoría de los pacientes se presentan con odontalgias severas provocadas por Pulpitis Agudas y es menester del Cirujano Dentista tener -- en mente estos conocimientos antes de realizar cualquier

tratamiento.

Como sabemos éste órgano es el único en la economía que se encuentra encerrado en un espacio que el mismo reduce con el tiempo. Se comunica con el exterior con un estrechamiento (a nivel de la unión cemento dentinaria) por donde pasa el paquete vasculo - nervioso, éste se - marca más conforme avanza la reducción de la cavidad pul - per por envejecimiento de la estructura dentaria. De - ahí que tenga una fisio - patología muy especial con res - pecto a otros tejidos, siendo un órgano muy delicado y - difícil de tratar si no se tienen los conocimientos ade - cuados acerca de sus reacciones.

Dentro del desarrollo daré una explicación de los - elementos que componen el tejido pulpar, dando un enfo - que científico, y daré a conocer la necesidad de hacer - el diagnóstico correcto de la Patología Pulpar así como - su aplicación dentro de la práctica Endodóntica.

I. INTRODUCCION

A). ORIGEN EMBRIONARIO PULPAR.

El primer signo de desarrollo dentario humano se observa durante la sexta semana de vida intrauterina (embrión de 11 mm) a partir de una yema dentaria que se forma profundamente bajo la superficie en la zona de la boca primitiva que se transformará en los maxilares. (fig-1)

La yema dentaria consta de 3 partes:

- 1) El órgano dentario deriva del ectodermo bucal y produce el esmalte.
- 2) Una papila dentaria proveniente del mesénquima de origen a la pulpa y la dentina.
- 3) Un saco dentario que también se deriva del mesénquima va a formar el cemento y el ligamento periodontal (7)

B). ODONTOGENESIS.

A pesar del hecho obvio de que el desarrollo dentario (a semejanza del desarrollo de cualquier otro órgano) es un proceso continuo, no sólo es tradicional, sino también necesario desde el punto de vista didáctico, dividir el proceso de desarrollo del diente en varias eta-

pas (o estadios), ya que no existe una delimitación nítida entre una etapa y la siguiente. (6, 7 y 10)

Formación de la Cresta o Lámina Dentaria.

El primer estadio en el desarrollo de la lámina dentaria se caracteriza por el engrosamiento del epitelio de los maxilares y adopta una forma de herradura constituida por células de la capa basal y del estrato espinoso. Posteriormente la lámina dentaria y versibular aparecen engrosamientos epiteliales de seis a siete estratos de células. Por abajo de la lámina dentaria existe un acúmulo de células mesenquimatosas densamente dispuestas y con núcleos redondos u ovoides. Los órganos dentarios van a desarrollarse a partir de la lámina dentaria. (6)

Etapas de Yema Epitelial o Brote.

En forma simultánea con la diferenciación de la lámina dentaria se originan de ella, en cada maxilar, se-
lentes redondas y ovoides en 10 puntos diferentes, que corresponden a la posición futura de los dientes deciduos y que son los esbozos de los órganos dentarios, o yemas dentales. (7)

Las células basales de las yemas dentarias, que más tarde se diferenciarán en la capa externa e interna del epitelio dentario forman una continuación de las células basales del epitelio oral, mientras que sus células se originan a partir de las capas periféricas del mismo. En este estadio tiene efecto una actividad mitótica muy

notable tanto en el epitelio como en el tejido mesodérmico adyacente, el cual presenta una celularidad aumentada.

Etapa de Casquete o Caperuza.

Esta etapa se caracteriza por la invaginación del epitelio del germen dentario en el seno del mesénquima subyacente. A consecuencia de esta invaginación se forma el epitelio dentario interno que es una capa de células cilíndricas altas en la concavidad, y el epitelio dentario externo que consiste en una sola hilera de células cuboideas. (fig-2)

En el centro, las células van quedando separadas por una cantidad creciente de líquido intercelular mucoso, rico en albúmina, éstas células son conocidas como retículo estrellado o pulpa del esmalte, que se encuentra íntimamente dispuestas y forman el nódulo del esmalte. (7, 10)

El mesénquima encerrado parcialmente por la porción invaginada del epitelio dentario interno comienza a multiplicarse bajo la influencia organizadora del epitelio proliferante del órgano dentario. Se condensa para formar la papila dentaria que es el órgano formador de la pulpa. Las células de la papila dental primero son grandes, redondeadas o poliédricas con citoplasma pálido y grandes núcleos. Al madurar la pulpa, las células toman aspecto fusiforme, abunda la sustancia fundamental metacromática (mucopolisacáridos ácidos).

Simultáneamente al desarrollo del órgano y la papila dentaria, sobreviene una condensación marginal en el mesénquime que los rodea. En esta zona se desarrolla gradualmente una capa más densa y más fibrosa, que es el saco dentario y será el futuro ligamento periodontal.

Etapas de Campana.

Se caracteriza por la profundización del epitelio y la diferenciación de las capas externa e interna y la del estrato intermedio y reticular, en sus margenes sigue creciendo el órgano del esmalte y adquiere forma de campana.

Las células del epitelio dentario interno es una sola capa de células que se diferencian antes de la amelogenénesis, en células cilíndricas, los ameloblastos. Miden de 4 a 5 μ de diámetro y 40 μ de alto, cada una de estas células desde el punto de vista morfológico, puede ser dividida en una porción basal (proximal o no formadora), una porción nuclear y la parte apical, más grande (distal o formadora), a partir de la cual se extiende el proceso o fibra de Tomes hacia el esmalte. (fig-3)

Por debajo del epitelio dentario interno aparecen algunas capas de células escamosas, llamadas estrato intermedio (fig-2) que parecen ser esenciales para la formación del esmalte. Hunt y Paynter (1963) estudiaron recientemente la histodiferenciación y la migración de las células del estrato intermedio en el órgano del esmalte del molar del cobayo. Inyectaron timidinatrítide y me-

diente autorradiografías, comprobaron que las células - del estrato intermedio dan origen a las células del retí- culo estrellado. (fig-4)

Al proseguir con el desarrollo encontramos el retí- culo estrellado que se expande más principalmente por el aumento del líquido intercelular, sus células son estre- lladas, con prolongaciones largas que se anastomosan con las vecinas. Antes de la formación del esmalte el retí- culo estrellado se retrae como consecuencia de la pérdi- da de líquido intercelular, por lo que las células se -- confunden con las del estrato intermedio. Este cambio - comienza a la altura de la cúspide o del borde incisivo y progresa hacia el cuello. (7)

Las células del epitelio dentario externo se aplanan hasta adquirir forma cuboidea baja, donde la superfi- cie adquiere pliegues del mesénquima adyacente, entre es- tos el saco dentario forma papilas que contienen vasos ce- pilares y así proporcione un aporte nutritivo rico para la actividad metabólica intensa del órgano del esmalte. (7)

La lámina dentaria en todos los dientes, excepto en los molares permanentes prolifera en su extremidad pro- funda para originar el órgano dentario del diente perma- nente mientras que se desintegra, la cual consiste en - una invasión mesenquimatosa, que primero penetra en su - porción central y la divide en lámina lateral y dentaria propia.

Los restos de la lámina dentaria puede persistir co

mo perlas epiteliales. Otro engrosamiento epitelial se desarrolla tanto en el lado labial como bucal respecto a la lámina dentaria, independientemente y algo más tarde. Es la lámina vestibular llamada también banda del surco labial. Después se ahueca y forma el vestíbulo bucal, - entre la porción alveolar de los maxilares, los labios y las mejillas.

En la porción invaginada del órgano dentario se encuentra la papila dentaria. Los odontoblastos ya diferenciados primero toman forma cuboidea y después cilíndrica que adquieren la potencialidad específica para producir dentina.

La membrana basal que separa el órgano dentario epitelial de la papila dentaria, inmediatamente antes de la formación de la dentina, se llama membrana preformadora.
(7)

Antes de comenzar la formación de los tejidos dentales, el saco dentario muestra disposición circular de - sus fibras y aparece una estructura capsular y con el desarrollo de la raíz, sus fibras se diferencian hacia fibras periodontales que quedan incluidas en el cemento y en el hueso alveolar. (fig-1)

Etapas Avanzada de Campaña.

Aquí el límite entre el epitelio dentario interno y los odontoblastos delinea la futura unión dentino-esmalte. Además la unión de los epitelios dentarios interno y externo en el margen basal del órgano epitelial ---

en la región de la línea cervical, dará origen a la vaina radicular epitelial de Hertwig. (7)

Formación de la Raíz.

Se forma a partir de la vaina radicular de Hertwig que por medios histoquímicos puede apreciarse una reacción claramente positiva de RNA del borde cervical. Una vez que queda constituida la corona es cuando comienza la formación de la raíz. En este momento la vaina profundiza en el maxilar e induce la formación de odontoblastos. Después que se ha formado una estrecha banda de dentina la vaina de Hertwig se desintegra y se aleja de la superficie de la dentina haciéndose posible, de esta manera la cementogénesis. Algunas porciones de la vaina de Hertwig pueden permanecer en el ligamento periodontal, son los llamados islotes o restos epiteliales de Melassez. (6)

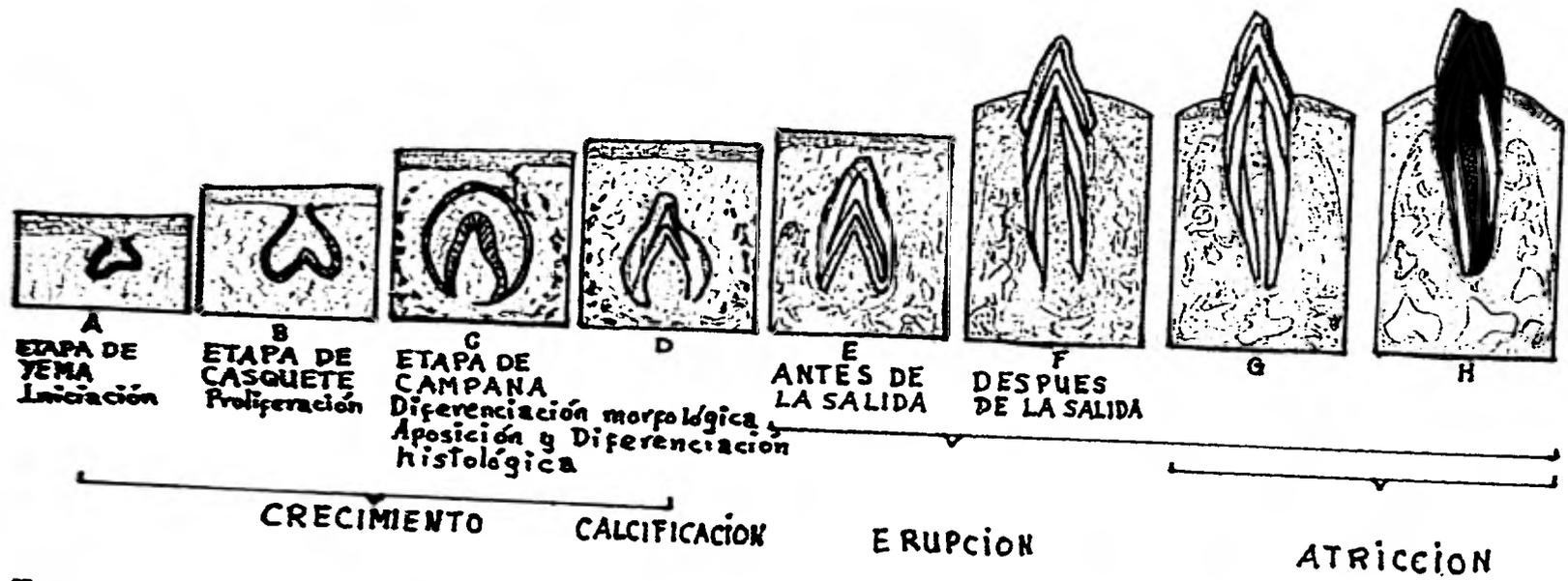


Fig. 11



Fig. 2 Capas del órgano dentario epitelial

1. Mitosis
2. Retículo estrellado
3. Epitelio Dentario interno
4. Estrato intermedio
5. Epitelio dentario externo
6. Membrana basal
7. Papila dentaria

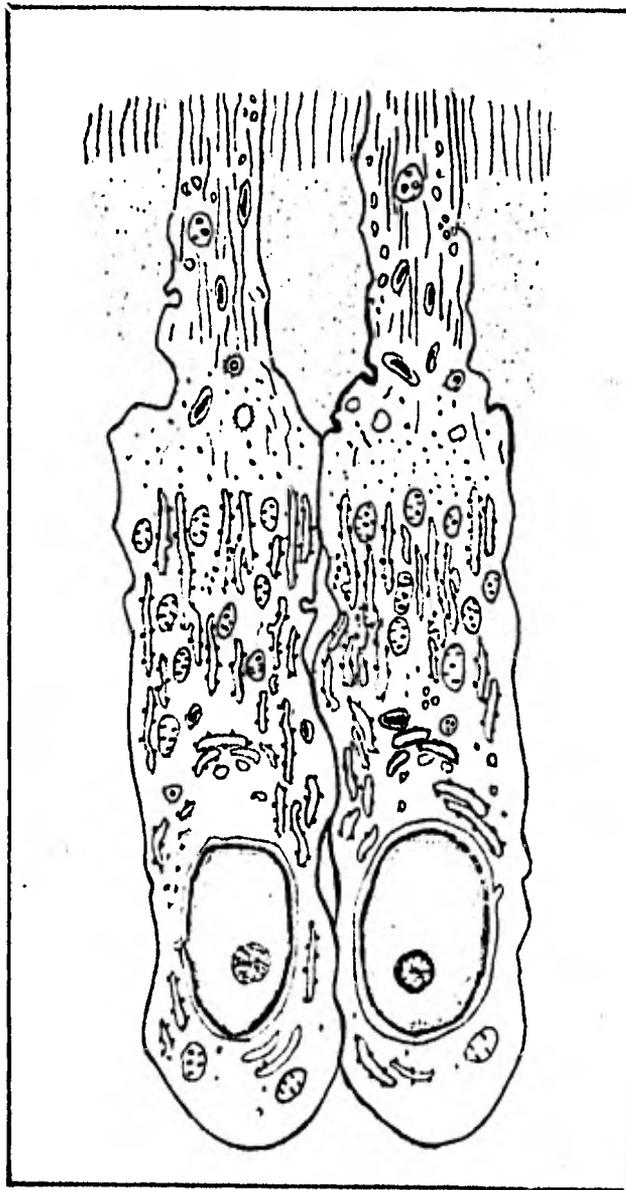


Fig. 3 Dibujo esquemático de los odontoblastos a partir de observaciones ultraestructurales.

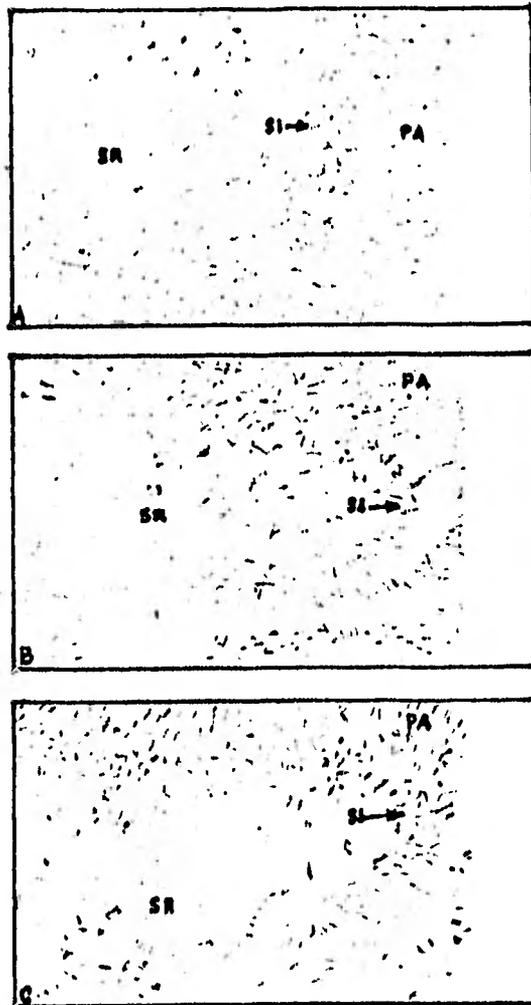


Fig. 4 Les células del estrato intermedio dan origen a las células del retículo estrellado.

- A). Base del órgano del esmalte en el arco cervical. Están marcados varios preameloblastos (PA) y células del estrato intermedio (SI) y se están preparando para dividirse. Obsérvese que ninguna de las células del retículo estrellado está marcada (SR).
- B). Base del órgano del esmalte en el arco cervical.
- C). Base del órgano del esmalte en el arco cervical. La mayor parte de las células en SR están muy marcadas en SI está diluida junto con los preameloblastos.

II. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA PULPA

La pulpa dental es un tejido conectivo laxo, similar al tejido conectivo de cualquier parte del organismo ya que presenta células conectivas de diversos tipos y un componente intercelular compuesto por substancia fundamental, fibras, entre las cuáles se ramifica una red densa de vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. La ubicación, la función y el medio inmediato de la pulpa, son por supuesto, únicos en su género.

Estructuralmente la pulpa está formada por células fibras y substancia fundamental, por lo que reconocemos cuatro zonas morfológicamente diferentes:

- 1) La capa odontoblástica que cubre toda la porción periférica de la cámara pulper;
- 2) La capa de Weil que es una zona libre o escasa de células, estrecha e continuación de la capa odontoblástica.
- 3) Una capa rica en células que se encuentran por debajo de la zona de Weil.
- 4) La parte central de la pulpa, que constituye la mayor parte y con pocas células. (fig-5)

A). CELULIAS.

Entre las células de la pulpa, encontramos odonto-

blastos que tienen una ubicación específica relacionada con su función, de aquí, la importancia de ser la primera en dar sus características histológicas; los fibroblastos, células de defensa y otras que serán descritas más adelante.

Odontoblastos.

Los odontoblastos son células cilíndricas altamente diferenciadas del tejido conjuntivo. Están provistas de prolongaciones ramificadas (también llamadas fibras dentarias o fibras de Tomes) a lo largo de los túbulos dentarios. Están en contacto con las células adyacentes y son células situadas más hacia el centro de la pulpa por medio de las prolongaciones protoplasmáticas y, por lo tanto, pueden ser contempladas como parte de un sincicio mesenquimatoso.

En su citoplasma presentan un punteado basófilo a la presencia de RNA. Diminutos gránulos y vacuolas sudorófilas están esparcidos por el citoplasma y las prolongaciones. La función del odontoblasto es la secreción de sustancia fundamental. Cuando se forma dentina, se acumulan gránulos y gotitas en la parte de la célula que está entre el núcleo y la predentina. Un aparato de Golgi de esa misma región abre su retículo y se dispersa en la dirección de la predentina. La matriz orgánica de la dentina se desarrolla en el espacio extracelular que rodea los extremos formativos de los odontoblastos. Las fibras de Tomes contienen un elemento adiposo demostre-

ble con negro sudán; también es posible demostrar pequeñas cantidades de fosfatasa alcalina.

En las microradiografías electrónicas el núcleo de un odontoblasto típico aparece elipsoidal y contiene cromatina y nucleolos. El núcleo está rodeado por dos membranas finas, cada una de unos 50 Å de espesor. La membrana interna parece ser continua pero la exterior está interrumpida en diversos puntos de aberturas de entre 600 o 1.000 Å de largo. Gránulos de un diámetro medio de 15 Å están adheridos a la membrana nuclear externa.

También presentan vacuolas y al desmineralizar un diente se demuestran fibras colágenas finas y gruesas que penetran en la capa odontoblástica si se emplean tinciones argénticas. (10, 1)

Los odontoblastos se alinean en una empalizada a todo lo largo del límite con la dentina, cubriendo toda la porción periférica de la cámara pulpar. (fig-5) Esta forma y disposición varía de ancho desde el cuerno pulpar al ápice, está compuesta por sólo una o dos hileras de células en el área del cuerno pulpar y va aumentando de espesor hasta cinco a ocho filas, mantiene este espesor en la mitad de la corona y vuelve afinarse hacia el ápice. En la parte coronal las células son cilíndricas altas y alargadas, en la parte media de la raíz son de aspecto cúbico, cerca del foramen apical se asemejan a los fibroblastos por su forma aplanada y fusiforme, sólo se identifican por las prolongaciones que tiene hacia la dentina, son células menos diferenciadas y elaboran me-

nos dentina tubular, más amorfo. (1, 7, 10)

Durante el procedimiento histológico, todos los líquidos tisulares (cualesquiera que sea su origen) son lavados o secados, según los reactivos que se empleen, y sólo quedan espacios vacíos en los cortes histológicos. Por lo tanto, no se puede basar un diagnóstico histológico de edema pulpar de la capa odontoblástica en la presencia de espacios vacíos grandes o pequeños distribuidos entre los odontoblastos. La excepción se da cuando en esos espacios queda una red de proteínas precipitadas después de la preparación de los cortes, en cuyo caso se puede hacer un diagnóstico de degeneración pulpar.

Fibroblastos y Fibras.

Tanto fibroblastos como odontoblastos derivan del mesénquima, pero los odontoblastos son células mucho más diferenciadas que los fibroblastos.

La diferenciación puede ser explicada así. En el proceso de maduración, las células adoptan formas especiales y características, así como tamaños y funciones. Algunas células mesenquimáticas inmaduras se desarrollan de tal manera que se convierten en fibroblastos, células capaces de producir colágeno. Otras células se diferencian más, como por ejemplo: las células nerviosas son mucho más diferenciadas que los fibroblastos. Cuando muere una célula muy diferenciada, no se le puede reponer y cuanto menos avanzada la etapa de diferenciación, más fácil de reponer es la célula.

Se dice que las células básicas de la pulpa son los fibroblastos (fibrocitos), muy abundantes en la pulpa ma dura y sana, que forman un sincicio de células. (fig-6)

Con el microscopio electrónico, los fibroblastos - con todos los componentes celulares, organelos e inclusiones citoplasmáticas, indicativos de una célula sumamente activa, resultan fáciles de distinguir. No difieren de los fibroblastos de tejido conectivo blando de otras partes del organismo. Tienen forma de huso o de estrella y tienen una cantidad de prolongaciones citoplasmáticas, según la función de la célula. La membrana nuclear puede ser regularmente ovalada o puede estar plegada. El citoplasma contiene una red de Golgi, mitocondrias, retículo endoplasmático de superficie irregular y tonofibrillas. La mayoría de las organelas e inclusiones aparecen cerca del núcleo, pero también se presentan en las prolongaciones. (1, 6)

Los fibroblastos muestran una débil metacromasia y contienen partículas fosfatásicas y sudanofílicas (lioides) en su citoplasma. Al envejecer las células del tejido pulpar disminuyen y aumentan considerablemente las fibras. Esto tiene importancia clínica, en cuanto una pulpa más fibrosa es menos capaz de defenderse contra las irritaciones que una pulpa joven y altamente celular

Los fibroblastos pulvares son responsables del aumento del tamaño de los dentículos, en cuanto el material dentinoide elaborado en torno de los dentículos proviene de ellos y no de los odontoblastos. (7, 10)

Las fibrillas del tejido conectivo están dispersas en todo el estroma pulpar. Por acción de los fibroblastos aparecen las fibrillas colágenas, se reúnen para formar fibras y con el tiempo reemplazan físicamente parte de la sustancia fundamental y a muchas de las células de la pulpa joven.

La distribución de las fibras colágenas pueden ser muy difusa o algo compacta (colágeno difuso vs. fascicular), en la pulpa normal no hay fibrosis genuina.

Stanley estudió la influencia de la edad sobre la cantidad de fibras colágenas en los dientes y comprobó que:

- 1) Los dientes anteriores tienen en sus pulpas más colágeno que los posteriores.
- 2) El colágeno de tipo fascicular es común en los dientes anteriores jóvenes.
- 3) En las pulpas coronarias de los dientes posteriores más viejos intactos hay una cantidad sorprendentemente pequeña de colágeno.
- 4) Después de los 20 años de edad, el tejido pulpar radicular contiene más colágeno que el tejido pulpar coronario.

Con la impregnación argéntica se revela abundancia de fibras especialmente de las llamadas de Von Korff (se tiñen de negro con la plata de ahí el término de argirofilas) en el estroma conectivo laxo de la pulpa. (fig-6) Siempre que se forma dentina se encuentran muchas fibras de este tipo (más exactamente, fibrillas) entre las cé-

lulas odontoblasticas. Con frecuencia se ha podido sugerir el trayecto de éstas fibras entre las células de los odontoblastos y hasta la zona de predentina. Ahora ya parece probable que las fibras de Von Korff son la continuación de algunas de las fibrillas colágenas del interior de la dentina (calcificante), o bien que se transformen en dichas fibrillas. (4, 6, 7, 10)

Cuando se extirpe una pulpa joven y celular mediante un tirenervio es difícil por la resiliencia pulpar. Una pulpa vieja fibrosa y calcificada, tiene un aspecto similar al de una punta de papel absorbente cuando se le extirpa. (10)

Células Mesenquimatosas Indiferenciadas y Células de Defensa.

Las células mesenquimatosas indiferenciadas, se encuentran en la pulpa fuera de los vasos sanguíneos. (fig 7). Constituyen una reserva de células a las cuales el organismo puede pedir que asuman funciones que por lo común no necesitan. Estas células tienen la capacidad de convertirse en fibroblastos, odontoblastos y osteoclastos. Antes de la lesión, se presentan alargadas; después de la lesión se diferencian en macrófagos y, como tales pueden ingerir materiales extraños.

Las células de defensa son importantes por su actividad protectora, especialmente en las reacciones inflamatorias, también se encuentran asociadas a pequeños vasos sanguíneos y a capilares.

Un grupo de estas células es el de los histiocitos o células adventiciales o de acuerdo con la nomenclatura de Miximow, células emigrantes en reposo. (fig-7 8) Son células alargadas con finas prolongaciones ramificadas, su citoplasma granular tiene aspecto escotado, el núcleo es oscuro, oval y con cromatina dense. Estas células también tienen la capacidad de convertirse en macrófagos, por su actividad fagocitaria elimina bacterias cuernos extraños y células necrosadas, preparando el terreno para la reparación. Sin ellos muchas inflamaciones pulmonares menores irían progresando.

Por último tenemos a la célula emigrante linfoide o células ameboidales. (fig. 7). Estos elementos emigrantes se cree que provienen del torrente sanguíneo, son de escaso citoplasma porque su núcleo llena casi la totalidad de ésta célula. Presente finas prolongaciones oseudópodos, dato que sugiere carácter migratorio. Tienen semejanza con los linfocitos de la sangre porque migran hacia la zona de lesión. Si hubiere que atribuirle un papel específico a las células linfoides sería el de fuente de anticuerpos, por la creencia existente de que los plaemocitos de la pulpa inflamada provienen de estas células. (4, 7)

Seltzer y Bander mencionan, que se encuentran pericitos en las paredes de los precapilares y metaarteriolas. Antes se creía que estaban relacionados con las contracciones de las paredes vasculares. Pueden ser células de tipo muscular, pero se desconoce su función.

En estados inflamatorios de la pulpa suelen hallarse células plasmáticas, granulocitos, eosinófilos, linfocitos maduros y células cebadas.

Sustancia Fundamental.

La sustancia fundamental de la pulpa es similar a la del tejido conjuntivo de cualquier otra parte del organismo; está compuesta por proteínas asociadas a glucoproteínas y mucopolisacáridos ácidos, estos últimos son azúcares eminados del tipo del ácido hialurónico y su presencia ha sido demostrada histoquímicamente. Engel describe ésta sustancia como un líquido viscoso como el milieu intérieur por el cual los metabolitos pasan de la circulación a las células, así como los productos de degradación celular se dirigen a la circulación venosa. También los nutrientes pueden pasar de la sangre arterial a las células a través de la sustancia y de forma similar las sustancias excretadas por las células deben pasar a la circulación eferente. En resumen decimos que el papel metabólico que desempeña la sustancia fundamental es primordial en la vida de las células pulpares.

(6, 10)

B). VASOS.

Como sabemos la circulación sanguínea es el sistema de transporte por el cual las diversas células del -

organismo reciben los elementos nutritivos y eliminan - los productos de desecho que serán eliminados del cuerpo. La sangre pasa de la vena cava, a la aurícula derecha, de ahí es bombeada por el ventrículo derecho hacia los - pulmones por la arteria pulmonar. Allí se oxigena y - vuelve al corazón por la vena pulmonar; de la aurícula - derecha pasa al ventrículo derecho, y de este es bombeada a través de la aorta. Esta a su vez se ramifica en - diversos vasos (arterias) que se dividen en ramas cada - vez más pequeñas (arteriolas).

En la pulpa la irrigación arterial se origina en - las ramas dental posterior, infraorbitaria y dental infe- rior de la arteria maxilar interna. Pequeñas venas y - arterias se originan en los espacios medulares del hueso que rodea el ápice radicular, corren entre el hueso tra- beculado y a través del ligamento periodontal antes de - entrar al agujero apical y por los agujeros de los con- ductos accesorios, una vez, dentro del canal radicular - las arterias principales dan ramificaciones laterales - (arteriolas) a medida que se dirigen a la porción corona- ria, en donde hay numerosas conexiones (anastomosis (A - V) zona capilar) para facilitar el flujo sanguíneo hacia zonas de mayor demanda, sobre todo en donde se realiza - el trabajo principal de los odontoblastos, el lecho capi- lar (plexo subodontoblastico de la zona de Weil). (9, 4)

En la red capilar los precapilares recogen la san- gre y la regresan depositandola en las vénulas que a su vez se unen para formar venas desembocando en las venas

cavas. (Ver capítulo III). (fig-8, 10)

En estudios recientes de perfusión han agregado mucho al conocimiento de la circulación en los dientes multirradiculares. "En la cámara pulpar, por ejemplo, se observa que hay una anastomosis completa entre los vasos de cada raíz, y no sistemas vasculares cerrados independientes". Cuando las raíces son achetadas y tienen más de un conducto, como en los molares inferiores, o cuando están fusionadas, se ve un complejo de vasos que pasan de una raíz a la otra a través del puente dentinario. Finalmente hay pruebas de la presencia de drenaje venoso en muchos dientes multirradiculares, con salida en la zona de la bifurcación o en la parte superior de la superficie radicular axial. (4)

Los vasos sanguíneos de la pulpa presentan la misma estructura básica de cualquier vaso del tejido conectivo aunque difieren en un hecho; la pared vascular es delgada en relación con el tamaño de su luz. Por lo que aquí es difícil de aplicar la clasificación acostumbrada de un vaso de acuerdo con la relación entre el espesor de su pared y el diámetro de su luz. (6)

En los cortes histológicos las arterias se identifican claramente por su dirección recta, y una capa muscular tónica (tunica media). (fig-9, 10) Estos elementos musculares pueden observarse hasta las ramas más finas. También encontramos células endoteliales que se localizan fuera del capilar y hay indicios para sugerir que son contráctiles ellas mismas. (fig-8). Los pericitos,

a gran aumento se asemejan a las células productoras de fibrillas colágenas (fibroblastos), su núcleo se observa como masas redondeadas o ligeramente ovales fuera de la pared endotelial del capilar, con el citoplasma muy delgado entre el núcleo y el endotelio.

Las arteriolas están provistas de escasas células musculares lisas ubicadas a distancias variables unas con otras. Estas células musculares forman espirales sobre la superficie del tubo endotelial, y el diámetro es de unos 50 micrones, mucho menor que el de las arterias y venas.

En algunos cortes los vasos pueden aparecer vacíos, parcialmente ocupados, o totalmente llenos de sangre. Esto indica meramente que después de la extracción la sangre tiene que detenerse en alguna parte, y que no pueden extraerse conclusiones de las condiciones circulatorias en vivo sobre la base de la distribución de la sangre en los vasos.

En la red capilar es donde se lleva a cabo la transferencia de elementos nutritivos de la circulación a las células. Constan de una membrana basal semipermeable que permite el intercambio de líquidos y una pared unicelular (endotelial) con circunvoluciones con las células adyacentes a través de las cuales puede producirse la migración de las células hemáticas. (fig-8)

Existe controversia entre algunos autores de la existencia de vasos linfáticos, lo que la lógica nos indica, que la pulpa debe poseer una red linfática ten el

borada como los de los capilares sanguíneos. Esto fue corroborado en experimentos de Burns, aplicó hidróxido de calcio en una herida pulpar y observó que era transportado inmediatamente del punto de aplicación hacia los conductos radiculares por venulas y vasos linfáticos. En casos en que se efectuó una protección o una amputación pulpar, este transporte se produce después de la aplicación de hidróxido de calcio a la superficie de la herida por medio de una jeringa, en ausencia de cualquier presión, y hecha la extracción en la misma sesión.

C) NERVIOS.

" Si sólo no me dolieran los dientes." Sin embargo los dientes duelen y duelen a causa de los nervios. Las más de las veces, los nervios afectados son los de la pulpa. Otras veces, los nervios del ligamento periodontal generan un dolor indistinguible del de origen pulpar. (4)

Los nervios al igual que los vasos sanguíneos llegan a la pulpa a través del foramen apical, básicamente son de dos tipos:

- 1) Las del Sistema Nervioso Simpático (células amielínicas).
- 2) Ramas Sensitivas (mielínicas o medulares). (fig-11)

Las ramas mielínicas de los nervios dentario inferior o maxilar superior se acercan a los dientes desde-

mesial, distal, palatino, vestibular y lingual, estos al dirigirse hacia la porción coronaria a través del conducto radicular se ramifican e irradian grupos de fibras - hacia la predentina. A menudo se retuercen en forma de espiral alrededor de los vasos sanguíneos y yacen incluidos en el tejido conjuntivo laxo próximo a los vasos. En la porción coronaria de la pulpa las fibras aisladas forman un plexo bajo la zona subodontoblástica de Weil, llamado plexo parietal. A partir de ahí las fibras individuales pasan a través de la zona subodontoblástica y, - perdiendo su vaina de mielina, se envuelven en torno de los odontoblastos a manera de terminaciones con forma de botón. Algunas fibrillas pasan entre los odontoblastos y terminan en el límite pulpa dentinario, o bien penetran en la predentina, terminando su arborización en la capa odontoblástica. Estas fibras son las que se encargan de recibir el estímulo doloroso. La pulpa no puede distinguir entre calor, frío, toque ligero, presión o - sustancias químicas -el resultado siempre es dolor. La causa de ésta conducta es el hecho de que en la pulpa se encuentra solamente un tipo de terminaciones nerviosas, - las terminaciones nerviosas libres, específicas para captar el dolor. (4, 7, 10)

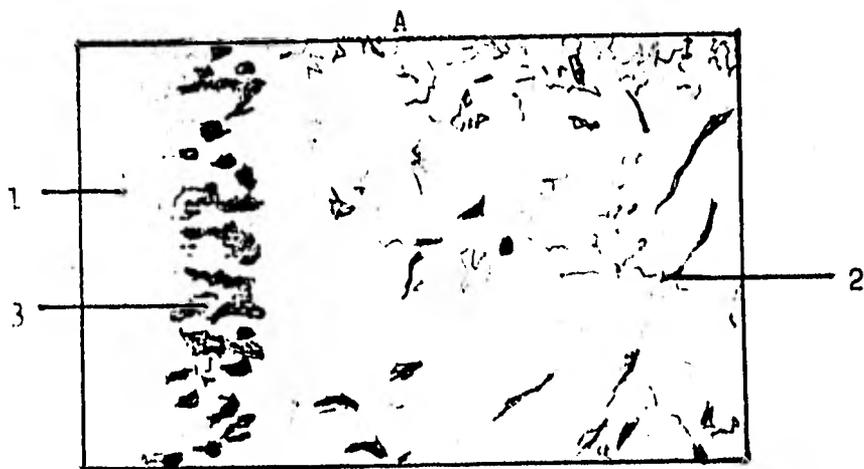
Las fibras nerviosas amielínicas, al igual que las medulares acompañan en todo su trayecto a los vasos sanguíneos, regulando su luz mediante reflejos. (ver función sensitiva del capítulo III).



Fig. 5 Sección desmineralizada, teñida con hematoxilina y eosina, mostrando la dentina, D; pre-dentina, PD; capa odontoblástica, O; zona libre de células, CF; zona rica en células, CR, y el resto del tejido pulpar en la parte derecha de la ilustración. Aumento: 330 ϕ .



Fig. 5 Sección desmineralizada, teñida con hematoxilina y eosina, mostrando la dentina, D; predentina, PD; cama odontoblástica, O; zona libre de células, CF; zona rica en células, CR, y el resto del tejido pulpar en la parte derecha de la ilustración. Aumento: 330 ϕ .



- | | |
|---------------|--------------------|
| 1. Dentina | 4. Fibras argirófi |
| 2. Capilar | les de Korff |
| 3. Cuernos de | 5. Fibras colége- |
| odontoblastos | nes. |

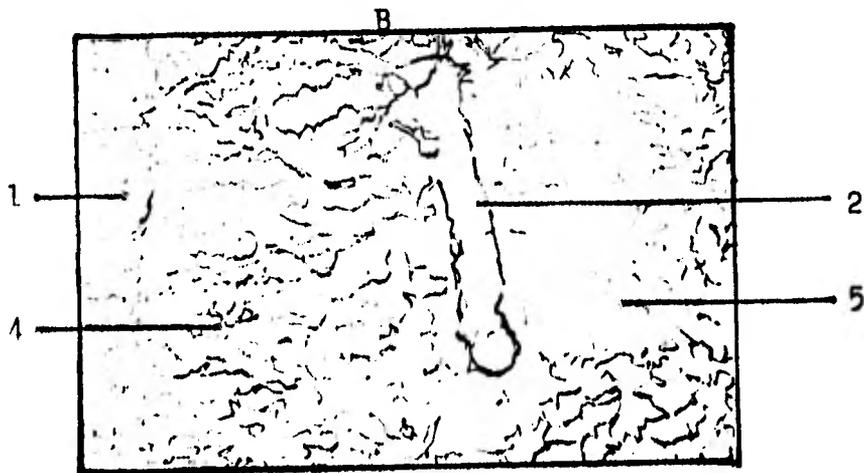


Fig. 6 Elementos fibrosos y celulares teñidos con hematoxilina y eosina. (A). Elementos fibrosos teñidos con impregnación argéntica (B). Ambas son del mismo diente.

1. Histiocito
2. Capilar
3. Célula endotelial
4. Célula mesenquimatosa indiferenciada de reserva
5. Célula linfoide emigrante
6. Fibroblasto

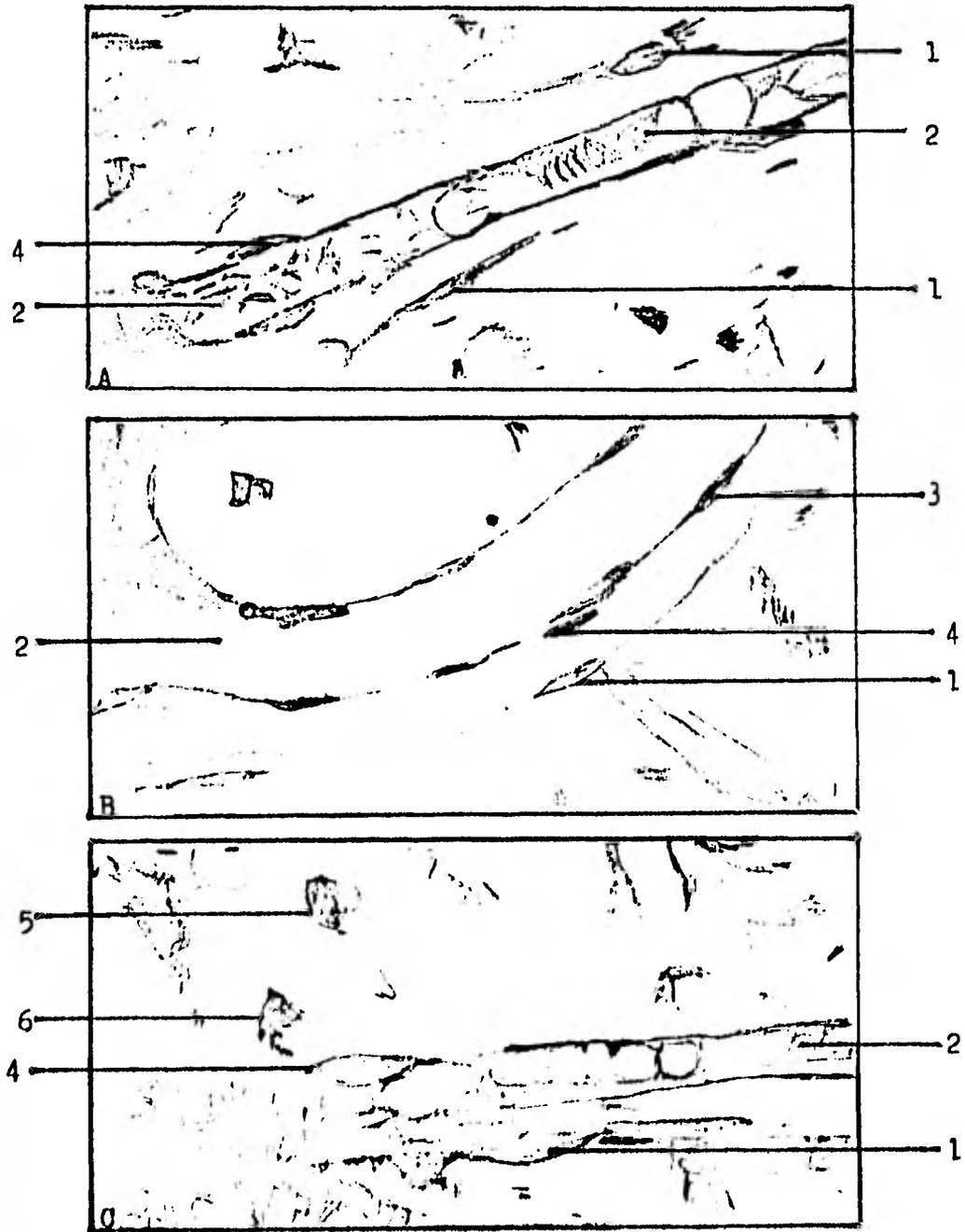


Fig. 7 Células defensivas en la vulva.

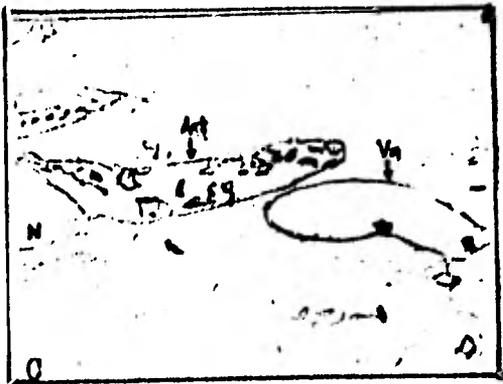
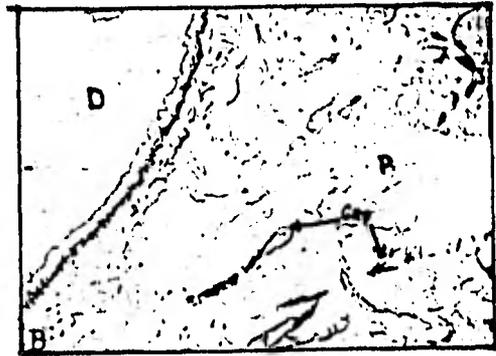
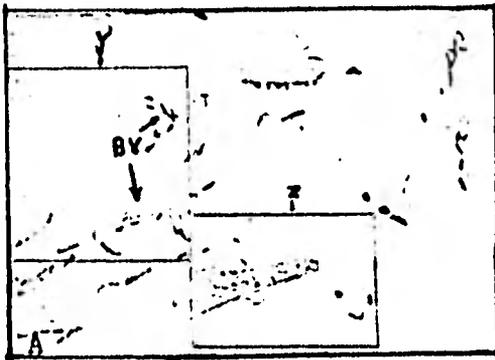


Fig. 8 (A) Tejido pulpar coronario de un molar inferior; se ven los vasos sanguíneos (BV). x 54. B) Mayor aumento de la región y; Los capilares (Cap) de la pulpa (P). D, - dentina. x 135. C) Mayor aumento de la región z; Art, arteriola; Vn, vénula; N, nervio. x 240. D) Capilar pulpar dilatado. Rbc, eritrocitos; e, célula endotelial; f, fibroblasto; h, histiocito. x 960.



Fig. 10 Fibras nerviosas en la pulpa.

- 1. Histiocito
- 2. Oñiler
- 3. Vaso sanguíneo
- 4. Fibras Nerviosas

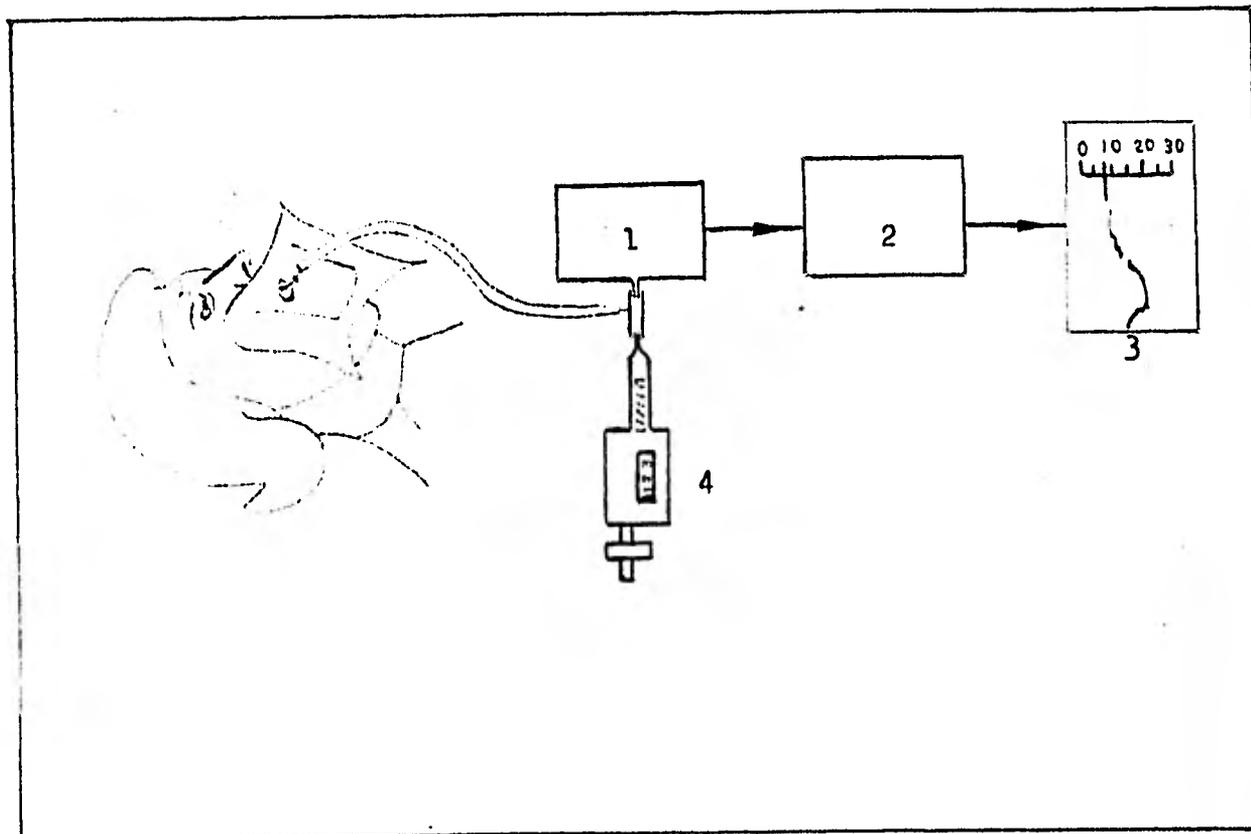


Fig. 11 Dibujo esquemático del sistema usado para medir en seres humanos. La penetración hasta la pupila es por una perforación de 370 μ .

1. Transductor de presión
2. Preamplificador y amplificador portadores
3. Registrador con rader de mando.
4. Microjeringa

III. FUNCIONES PULPARES

Como sabemos el tejido pulpar está sujeto a cambios continuos, ya sean por factores físicos, químicos y biológicos que van a determinar su funcionalidad. Tales como:

- 1) La formación de dentina, tarea fundamental tanto en secuencia como en importancia.
- 2) Proporcionar nutrición a la dentina por medio de las prolongaciones de los odontoblastos.
- 3) La inervación la cual va a permitir captar todos los estímulos dolorosos, y una inervación motora que permitirá la regulación del aporte sanguíneo.
- 4) Y por último la defensiva siendo básicamente la neoformación de dentina frente a irritantes, sin olvidar los procesos inflamatorios en patologías avanzadas.

A). FORMATIVA.

Como mencionamos anteriormente la papila dentaria es una concentración de células mesenquimáticas, localizadas por debajo del órgano dentario. De aquí una membrana basal divide los elementos celulares del órgano dentario y la papila dentaria. Simultáneamente una capa sustancial de dentina aparece bajo el esmalte, adyacen-

te a esta, se encuentran odontoblastos totalmente desarrollados. (características descritas en el capítulo I).

Poco después comienzan a secretar una matriz colégea, que se le conoce como predentina o dentina no calcificada o dentinoide y se forma a costa de las células subodontoblasticas de la navile dentaria. (4, 10, 11)

En los exámenes por microscopía electrónica de gérmenes dentales de fetos de 3 a 5 meses, Frank y Nalbandian (1963) observaron que los odontoblastos adoptaban formas alargadas antes de la elaboración de la matriz. Hay un amplio incremento de los órganos citoplasmáticos tales como el ergestoplasma (retículo endoplasmático), aparatos de Golgi y mitocondrias.

Los gránulos de ribonucleoproteínas se acumulan a la superficie del retículo endoplasmático, lo que indica que está involucrado en la elaboración de proteína. El aparato de Golgi está íntimamente asociado al retículo endoplasmático parece estar relacionado con la función secretora.

Las mitocondrias, situados en estrecha relación con el retículo endoplasmático, están compuestos por membranas dobles, de las cuales la membrana interna, varias veces plegada, da origen a las crestas mitocondriales, que contienen grupos de citocromos, que son la reserva energética de la célula. (10)

Siguiendo este proceso más apicalmente, donde no se forma aún la dentina aparecen fibras (Von Korff o argirófilas) entre las células más próximas a la membrana ba-

sal. Algunos investigadores consideran que estas fibras son de un origen diferente de las pertenecientes a la primera dentina formada, llamada manto dentinario. Los estudios actuales con microscopio luminoso apoyan la observación de Von Korff, que las fibras originadas en la pulpa se extienden entre los odontoblastos y terminan en el límite amelodentinario, donde están incorporadas a la matriz dentaria, (1, 6)

Antes de la calcificación dentaria, hay fibras colágenas dentro de una sustancia fundamental que contiene mucopolisacáridos ácidos en el área de los odontoblastos aquí es donde se produce la primera mineralización (la predentina esta formada en todo su espesor). La observación en el microscopio electrónico muestra pequeñas partículas electrodensas, esto demuestra que la mineralización se produce sobre las fibras colágenas y no dentro de ellas, porque a la desmineralización deja una densa red de fibras colágenas. Posteriormente aparecen cristales en forma de placas, se forman unos agregados esféricos de estos cristales que son denominados calcosferitas. Estos agregados van creciendo y más tarde llegan a fusionarse, cuando no se unen completamente quedan lagunas de dentina interglobular.

Al continuar, la maduración de estas partículas crecen y se desarrollan hasta formar cristales de hidroxapatita incorporándose también capas adicionales de dentina sin cambios aparentes en los componentes constructivos, por lo que el extremo periférico de cada odontoblasto

tos queda incluido y conserve su vitalidad dentro del túbulo dentinario. Así la pulpa atraviesa toda la dentina hasta el límite cemento dentinario o amelodentinario.

La tinción de los cortes desmineralizados con hematoxilina eosina, azán o coloración tricrómica de Masson, el aspecto de la estructura celular en los túbulos dentinarios demuestra que su contenido es citoplasmático y no de naturaleza colágena fibrilar como el tejido entre los túbulos. Esta observación contradice el término desorientador de "fibras de Tomes" para las prolongaciones odontoblasticas. Estas son menos voluminosas en la porción periférica que en la proximal.

El hecho de que la dentina contenga células es importante en todo tratamiento en el que esté involucrada. Esto tiene importancia clínica, porque un corte en la dentina, implicaría cortar el citoplasma y una vez abiertos periféricamente túbulos dentinarios, pueden penetrar los irritantes y causar daños a las prolongaciones odontoblasticas, lo cual dará por resultado reacciones patológicas de la pulpa. El reconocimiento de estos fenómenos puede ser decisivo para el éxito o el fracaso en Odontología Restauradora.

Quando concluye el crecimiento de la vaina epitelial radicular, cesa la diferenciación de nuevos odontoblastos y de hecho el período formativo de la pulpa ha llegado a su fin. Sin embargo en condiciones normales, la erosióon de la dentina continúa con un ritmo lento durante toda la vida. (1)

B). NUTRITIVA.

La nutrición de la dentina es la función básica de las células odontoblásticas que se establece a través de los túbulos dentinarios que han creado los odontoblastos para contener sus prolongaciones. El intercambio de elementos nutritivos de la circulación a las células se lleva a cabo a nivel capilar, la distancia entre las células y los capilares no es mayor de 50 micrones en el cual las células pueden ser nutridas desde los capilares con los diversos elementos. La cantidad de estos capilares en una zona determinada va a depender del número de células del área donde se localicen. Cuando las células necesitan más material nutritivo, liberan productos de desecho, esto actúa en la membrana celular para incrementar su permeabilidad, así es como aumenta el intercambio de líquidos entre las paredes capilares y las células. (4, 10).

Por otra parte, el aporte sanguíneo a una determinada zona está regulado por impulsos nerviosos y agentes humorales. La regulación del aporte vascular es mediado por los músculos lisos situados en las paredes de las arteriolas y venas y cuenta con inervación sensorial y motriz.

La regulación hormonal en el aporte sanguíneo, interviene la epinefrina, liberada por la médula suprarrenal y produce vasoconstricción (es decir, se contraen -

los músculos de los vasos) por lo cual limita el aporte vascular. Las fibras nerviosas simpáticas liberan norepinefrina, que produce una constricción vascular. Para la dilatación de los vasos, los nervios parasimpáticos liberan acetilcolina.

La acetilcolina y la epinefrina son vitales en el sistema de comunicación en el organismo entre nervios y músculos, y ayudan a regular la actividad muscular voluntaria e involuntaria. En tanto que haya epinefrina o norepinefrina en ciertas concentraciones las acciones de la acetilcolina estará obstruidas.

En investigaciones realizadas por Chambers y Zweifach (1944) a nivel capilar, demostraron que en la unión de capilares y arteriolas existe un esfínter denominado precapilar, este se cierra o abre como resultado de la estimulación epinefrínica mastocítica o de productos de desecho eliminados por las células, por lo que se produce la contracción o dilatación del capilar. (10)

Otros aspectos de la fisiología pulpar es el hecho de que la primera intención, uno piensa en el "nervio" de la pulpa, pero en realidad la vitalidad pulpar está vinculada con su circulación no con su mecanismo sensitivo. Más aún la circulación de la pulpa es única en su género encerrada en una rígida cápsula de dentina que va a limitar los cambios de volumen sanguíneo.

Generalmente se cree que el aumento de presión en el seno de la pulpa dentaria origina dolor y recíprocamente, la eliminación de la presión pulpar aumentada es-

aceptada como tratamiento dental razonable porque alivia los síntomas de la pulpalgia aguda.

Se realizaron experimentos sobre la presión pulpar, entre ellos Beveridge, realizó estudios en seres humanos y registró una presión pulpar de 28 mm Hg en los primeros premolares superiores. A partir de estos primeros hallazgos, Von Hassel registró una presión pulpar promedio de 25 mm Hg basándose en varios experimentos. (fig-11).

Después que se efectuaron estas investigaciones - los resultados sobre la presión de la pulpa dentaria fueron sintetizados así:

- 1) La presión pulpar presente variaciones rítmicas coincidentes con los latidos cardíacos.
- 2) La presión pulpar guarda estrecha relación con el flujo de la sangre que entra y sale de la pulpa dentaria esto es, la presión cae cuando se liga la arteria carótida primitiva, pero se eleva si se liga la vena yugular.
- 3) La presión pulpar es afectada por fármacos vasoactivos que regulan el flujo de la sangre del organismo - hacia la pulpa; el fármaco vasoconstrictor adrenalina disminuye la presión mientras que el vasodilatador, - la acetilcolina eleva la presión.
- 4) La presión pulpar está directamente correlacionada - con las fluctuaciones de la temperatura: un descenso de esta lleva a la disminución de la presión pulpar y viceversa.

Otra área interesante de la investigación de la pulpa dentaria ha sido la medición de la incorporación de oxígeno endógeno como índice de respiración y glucólisis indicadores generales del metabolismo pulpar. Estos experimentos señalan que la pulpa posee un elevado nivel de glucólisis anaeróbica (en comparación con otros tejidos) y tanto, como la respiración y la glucólisis tiene ritmo más elevado en pulpas que producen dentine activamente. Pero antes de que se pueda aplicar en la clínica la extrapolación de estos estudios del metabolismo pulpar invitro será preciso estudiar más a fondo y una explicación más satisfactoria de estos efectos. (4)

C). SENSITIVA.

Como se mencionó la pulpa tiene fibras sensitivas y motoras, ésta última tiene gran relación con el control del aporte sanguíneo, por lo que nos ocuparemos más de las fibras sensitivas, tienen a su cargo la sensibilidad de la pulpa y la dentina, cualquier factor estimulante - su respuesta siempre va a ser de tipo doloroso. Esto es muy interesante desde el punto de vista clínico, pues por razones de diagnóstico, la diferenciación de diversos tipos de sensaciones dolorosas pueden ser de importancia. El dolor dentinal se ha descrito como agudo, lancinante y de corta duración, mientras que el dolor pulpar es algo sordo y nulsátil, persistiendo durante-

cierto tiempo. (6, 7)

Existen varias teorías de la percepción del dolor, la más vieja, es cuando se expone la dentina hay presencia de fibrillas nerviosas en los túbulos dentinarios - que son irritadas cuando se lesionan, es así como sobreviene el dolor.

Recientemente con nuevos métodos de tinción fueron reveladas terminaciones nerviosas en la predentina y en los túbulos dentinarios de dientes viejos, estas pudieron quedar atrapadas por el continuo depósito de dentina

Sicher (1953) sugirió que los odontoblastos son - irritados a través de sus prolongaciones protoplasmáticas, ya que la histamina liberada, al ser lesionados los odontoblastos irrita a los nervios sensoriales de la capa odontoblastica y se siente el dolor. De este manera se concibe al odontoblasto como receptor de dolor. Se pudo hallar una confirmación de esta hipótesis en varias investigaciones realizadas por Winter, Bishop y Dorman - (1963) en donde mencionan que el potencial en reposo de la membrana de los odontoblastos hasta el momento indica que la excitabilidad eléctrica de estas células no es compatible con la conducta de un tejido nervioso conductor de impulsos.

Anderson y Naylor (1968) verificaron que se producía dolor al aplicar histamina a la pulpa dental. Y observaron que la histamina no provocaba dolor al aplicarla sobre la dentina recién cortada, durante 30 segundos; sin embargo, esta comprobación no descarta la producción

de dolor por la histamina, pues estas u otras sustancias productoras de dolor son generadas por las células pulpares. Estas sustancias pueden actuar sobre las terminaciones nerviosas sin difundirse por la dentina. (fig-12)

La acetilcolina y acetilcolinesterasa se cree que desempeña un papel importante en la transmisión de los impulsos nerviosos. Cuando se liberan acetilcolina a lo largo de los nervios es hidrolizada por acetilcolinesterasa, que pone fin a la actividad nerviosa. Avery y Repp (1959) realizaron experimentos para determinar la presencia de un sistema específico de colinesterasa (presente primordialmente en el cerebro, a lo largo de los nervios, sinápsis, placas terminales motoras y eritrocitos) en la pulpa y dentina de dientes humanos. Hallaron colinesterasa específica en los nervios de la pulpa, en la región de los odontoblastos, en el límite amelodentinario y en las fibras de Tomes. Estimaron que las fibras de Tomes eran la vía de transmisión a través de la dentina y que existía una sinápsis con las terminaciones nerviosas libres en la zona odontoblastica. Las terminaciones nerviosas envían impulsos a los nervios pulpares mayores, también consideraron que los odontoblastos funcionan en celidad nerviosa sin ser necesariamente células nerviosas.

Anderson y Naylor en 1962 aplicaron sustancias causantes de dolor (cloruro de sodio, acetilcolina, cloruro de potasio, histamina, 5-hidroxitriptamina, sulfato de cretina y triptamina) a la dentina expuesta de cavi-

dades talladas. Ninguna causo dolor. Cuando estas sustancias fueron aplicadas a las pulpas expuestas, todas - excepto agua, cloruro de sodio y triptamina, causaron dolor.

Brännström (1961) menciona que tanto la presión negativa como la positiva sobre las prolongaciones odontoblasticas causan alteraciones en el citoplasma de estas células. En sus experimentos utiliza una presión de aire de 2 a 3 kg/cm² sobre la dentina de cavidades talladas, y también una presión negativa de 2 a 3 mm de Hg o calor seco, producen dolor.

La hipótesis de Brännström (1963), que la evaporación del contenido líquido de los túbulos dentinarios - produce un desplazamiento de los odontoblastos hacia dentro de los túbulos. El movimiento del núcleo produce - una reducción en la presión en el extremo pulpar de los túbulos dentinarios. El vacío creado, más la acumulación de iones de potasio fuera de la célula nerviosa pulpar que es bastante intenso para producir dolor.

Ahora bien, la vibración también puede provocar estímulos dolorosos ya que al vibrar las prolongaciones - odontoblasticas (cuando se le corta durante la preparación cavitaria) se envía un impulso a las terminaciones nerviosas situadas cerca del núcleo odontoblastico provocando dolor. En la actualidad este mecanismo no tiene - una explicación definida. (6, 10)

D). DEFENSIVA.

La pulpa está bien protegida contra lesiones externas, siempre y cuando se encuentre rodeada por la pared-intacta de dentina. Sin embargo cuando se expone a irritaciones de cualquier tipo va a desencadenar una reacción eficaz de defensa. Estas reacciones son: formación de dentina reparadora y reacción inflamatoria cuando es severa y continua.

Si las prolongaciones odontoblasticas son expuestas o cortadas por desgaste extenso, erosión, caries o procedimientos operatorios, toda la célula es parcialmente dañada. Los odontoblastos lesionados pueden continuar formando sustancia dura, o degenerar y después ser sustituidos por emigración de células indiferenciadas a la superficie dentinal, provenientes de las capas profundas de la pulpa. Los odontoblastos dañados o diferenciados recientemente son estimulados para efectuar una reacción de defensa con lo cual el tejido duro sella la zona lesionada. Las características de este tipo de defensa son varias a saber, la formación de dentina es localizada; la dentina es producida con mayor velocidad y desde el punto de vista microscopico este dentina suele ser diferente de la dentina secundaria y ha merecido varias denominaciones (dentina por irritantes, dentina reparativa, dentina irregular, osteodentina). En este tipo de dentina el recorrido de los túbulos es irregular y su número es muy reducido (fig-13). Algunas zonas de dentina repa

radora contiene pocos túbulos, o no contiene ninguno. Las células formadoras de dentina están incluidos a menudo en la sustancia intercelular producida rápidamente, - pero degeneran y dejan los espacios que ocupaban. Frecuentemente la dentina reparadora se separa de la primaria y secundaria por una línea muy teñida.

Los estímulos de diversas naturalezas no solamente inducen la formación de dentina reparadora, sino que también dan lugar a cambios en la dentina misma. Se pueden depositar sales de calcio al rededor de las prolongaciones odontoblásticas en degeneración y se pueden obliterar los túbulos. Los índices de refrigeración de la dentina donde los túbulos están ocluidos se igualan, y esas zonas se vuelven transparentes. Se desarrollan zonas de dentina transparente al rededor de la parte dentinal de las laminillas del esmalte y bajo caries que progresan lentamente. En tales casos el bloqueo de los túbulos puede considerarse como una reacción defensiva de la dentina. Las pruebas de absorción a los rayos X y los estudios de permeabilidad han demostrado que esas zonas son más densas, y a las pruebas de dureza, son más duras que la dentina normal. (4, 7)

La pulpa como cualquier tipo de tejido conectivo a del organismo responde a los traumatismos y a la destrucción de los tejidos con inflamación, cuyo cuadro clínico correspondería a una pulpalgia aguda (inflamación pulpar aguda) y para mayor confusión del clínico en ocasiones

puede estar parcialmente necrótica. Esto se debe a que la reacción pulpar a un estímulo está lejos de ser sinónimo de producción de dolor pulpar. Así, por ejemplo, se produce una reacción microscópica luego del simple pesaje de una piedra rotatoria sobre la superficie externa del esmalte y raras veces provoca dolor. También hay cambios microscópicos a las fluctuaciones de la temperatura del aire, alimentos o bebidas que entran en contacto con los dientes.

Simplificando decimos que:

- 1) La pulpa manifiesta una reacción celular a casi todos los estímulos.
- 2) La magnitud de la reacción celular depende en parte, de la intensidad de la agresión del diente.
- 3) El dolor pulpar no es provocado por todos los estímulos, aunque la posibilidad de que haya dolor crece con la intensidad del estímulo.

Como ya mencionamos la respuesta inflamatoria es similar a la del tejido conectivo del organismo. Hay un aumento de la permeabilidad de los vasos más cercanos al sitio de la lesión y extravasación de líquido desde estos vasos hacia los espacios del tejido conectivo (edema). La presión pulpar se eleva. En este momento se produce un "efecto colateral" de la inflamación atribuible directamente al medio tan particular de la pulpa y que se supone es resultado del aumento de la presión pulpar. El fenómeno consiste en el desdoblamiento o la migración de los núcleos odontoblásticos hacia los túbulos

dentinales (denominado aspiración de odontoblastos). En los cortes microscópicos este es la reacción inicial de la lesión y se ha observado que estos núcleos no vuelven a su lugar original. En cambio la totalidad de las células odontoblásticas degeneran, y los productos de su composición contribuyen, como irritantes adicionales al proceso inflamatorio.

Muy pronto se producen alteraciones inflamatorias - más clásicas en la profundidad de la capa de los odontoblastos afectados, provocando una modificación química - de la sustancia fundamental, que se suele manifestar por mayor eosinofilia del tejido conectivo. La gran dilatación de los vasos sanguíneos es acompañada de leucocitos en las paredes vasculares (fig-14). La diapedesis de los leucocitos tiene lugar a través de las mismas paredes.

En torno a los vasos dilatados muy pronto aparece un infiltrado rico en leucocitos (fig-15). Al poco tiempo estas células dominan la escena a expensas de la población celular conectiva original, y con mucha frecuencia, las células inflamatorias, denominadas "crónicas" - dominan a su vez a los leucocitos. En realidad estas células redondeadas distintivas en un corte microscópico - es lo que suele usarse como pauta para establecer que la pulpa está inflamada.

De aquí surge la interrogante ¿Qué tipo de células-leucocitarias son las que están presentes en el infiltrado?. Como se dijo anteriormente las de formas crónicas-

son las que suelen dominar la escena. Por lo tanto los leucocitos pequeños, los macrófagos y los plasmocitos - son abundantes. Los neutrófilos también son comunes - cuando la inflamación es un proceso localizado y de corta duración. Raras veces, sin embargo hay predominio de neutrófilos o de polimorfonucleares como grupo.

Con frecuencia el proceso de la inflamación pulpar se revierte y entonces el resultado final es la reparación conectiva. Esto ocurre cuando la pulpitis es localizada y no generalizada. El diente afectado ha experimentado, digamos una agresión menor relativamente aislada, o bien una lesión que progresa hacia la pulpa, como la caries, que fue eliminada. En este caso, la irritación no fue muy intensa.

Una característica importante en la reparación pulpar es el restablecimiento de los odontoblastos perdidos en el curso de la inflamación. Aparentemente las células perdidas no son reemplazadas por medio de la mitosis de los odontoblastos, adyacentes, más bien son las células mesenquimatosas subyacentes las que aportan la reserva. Es así como la fuente de los nuevos odontoblastos - depende de la extensión del daño infligido a la capa original de odontoblastos y tejido conectivo adyacente. Si dicho daño fue pequeño, sólo se pierden algunos odontoblastos, las células mesenquimatosas indiferenciadas de la zona "rica en células" son la fuente del reemplazo y la regeneración rápida. Ahora bien si los odontoblastos - de una zona son destruidos, y con ellos los elementos de

las zonas sin células y rica en células, la regeneración lleva más tiempo, ya que los nuevos odontoblastos deben provenir de las células mesenquimatosas que se hallan a una profundidad aún mayor en la pulpa. Sin embargo no se trata simplemente de que las células indiferenciadas se desplacen hacia la dentina y allí se transformen directamente en odontoblastos. Sucede que, las células derivadas de las células mesenquimatosas estimuladas se mueven a modo de onda hacia la periferia pulpar. En el frente de avance, estas generaciones sucesivas de células hijas van adquiriendo progresivamente las propiedades de los odontoblastos. Las células de la oleada que finalmente entran en contacto con la dentina son las que componen la nueva capa de odontoblastos. (4)

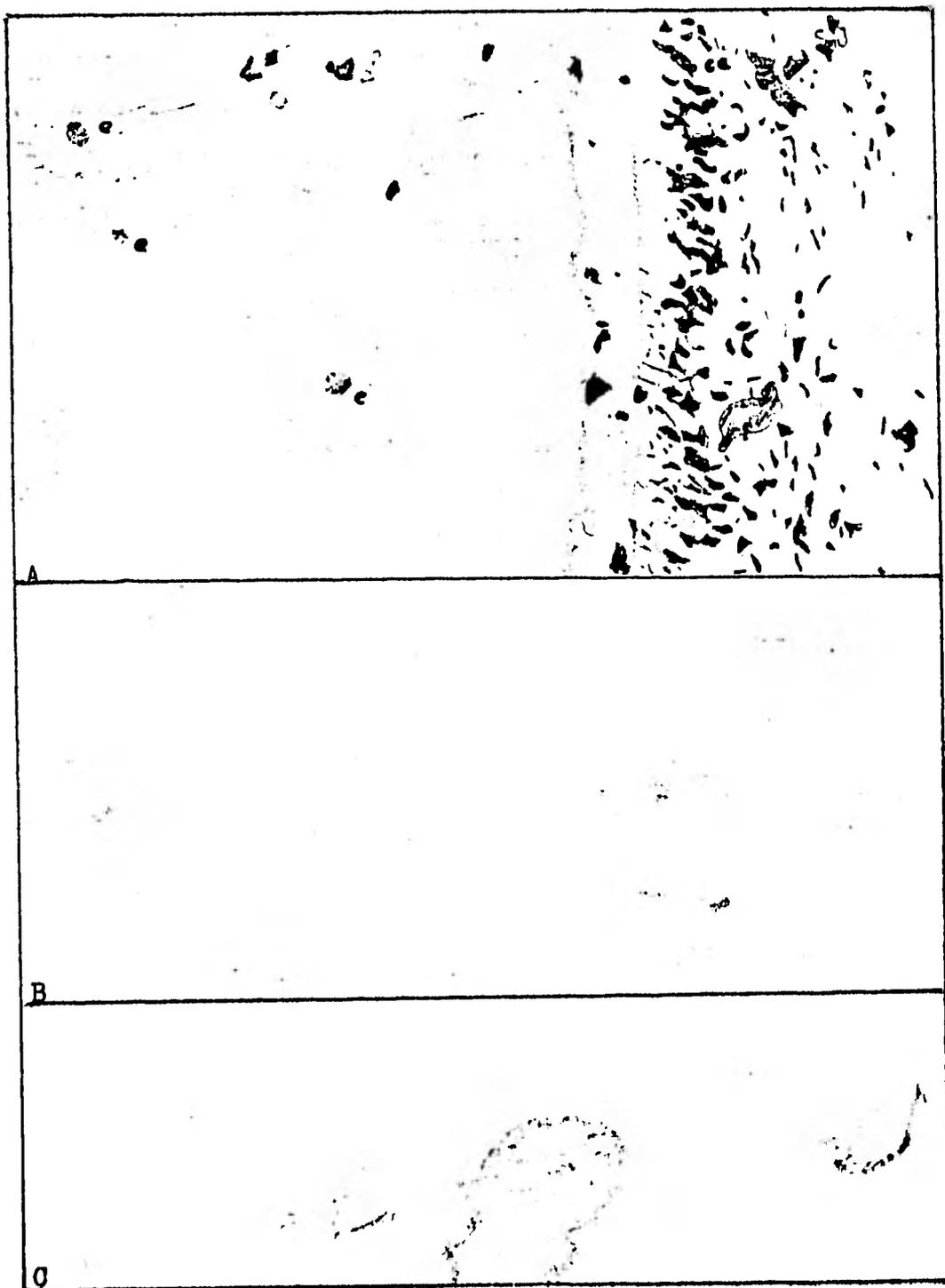


Fig. 12 Premolar clínicamente sano. A, Capilar vacío - (ca) en la capa de odontoblastos, y eritrocitos (e) dispersos en la dentina. B, Microscopio enfocado sobre la dentina, los e están fuera de foco. C, Enfocado sobre los eritrocitos y los tubulos dentinarios fuera de foco B y C demuestran los dos tipos de planos.

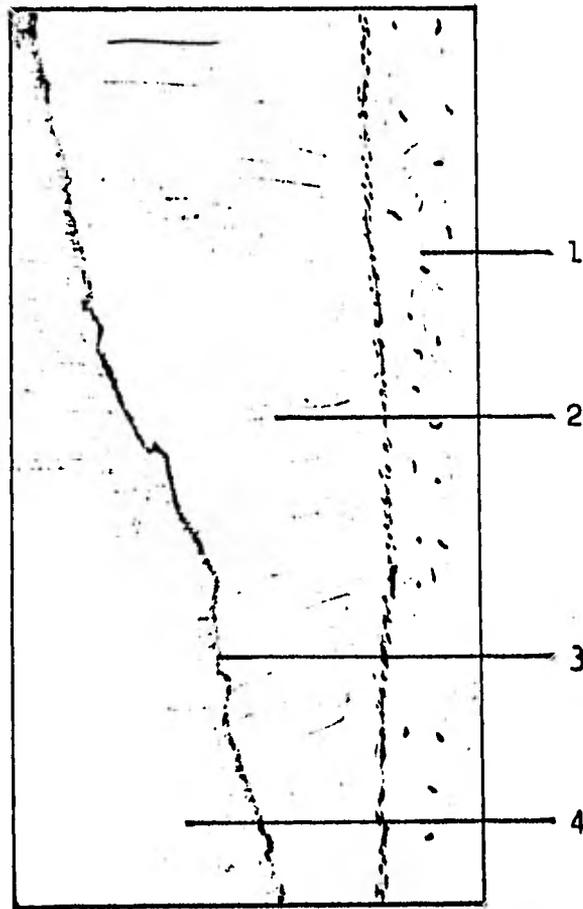


Fig. 13 Dentina reparadora estimulada por la caries en la dentina. Los túbulos dentinales son irregulares y menos numerosos que en la dentina regular. Corte descalcificado.

1. Pulpa
2. Dentina reparadora
3. Línea de demarcación
4. Dentina regular



Fig. 14 Alteraciones vasculares iniciales de la inflamación pulvar. La sedimentación de los eritrocitos (flecha vacía) y la marginación de los leucocitos (flecha negra) son evidentes en el perímetro de éste capilar. La marginación de los leucocitos aparece cuando la velocidad de la sangre que pasa por los vasos se reduce y que al mismo tiempo, los vasos se dilatan.



Fig. 15 Pulpitis incipiente donde se ve una zona circunscrita de inflamación cerca de la pared pulpar. Los vasos sanguíneos de la zona están agrandados. Muchos elementos conectivos de la pulpa de este sector fueron desplazados o eliminados. Los odontoblastos adyacentes fueron destruidos o están muy alterados.

IV. BIOQUIMICA PULPAR

Como mencionamos en el capítulo anterior las funciones arquitectónicas, sensorial y protectora de la pulpa - ejecutadas por las células cuyo número es escaso en proporción con la gran masa de sustancia fundamental. Su contribución a la composición química es mínima pero - prácticamente su contribución al metabolismo de la pulpa es total. La función nutritiva de la pulpa y la preponderancia de su masa reside en su extenso material intercelular, que representa su composición química, pero no su metabolismo. Esto es más cierto en el caso de la pulpa que en el de cualquier otro tejido y nos habla de la necesidad de citar datos cuantitativos a base de una función de masa celular total, que varía mucho a través de las diversas zonas del órgano de la pulpa histológicamente distinguibles.

Pues bien, ésta es la razón por la cual trataremos de las células (odontoblastos), las fibras y la sustancia fundamental de la pulpa, con sus funciones integradas. (5)

A). ODONTOBLASTOS.

Una de las principales funciones de los odontoblastos es la síntesis de fibras de colágeno, siempre y cuando

do las células sintetizan alguna proteína, el patrón para esa proteína en especial es transmitido desde el DNA-cromosómico en el núcleo a ribosomas, en el retículo endotelial del citoplasma, en forma de plantillas constituidas por ácido ribonucleico (RNA). Esta sustancia se cree que da a las células su basofilia característica y por esta razón los odontoblastos activos son más basófilos que los inactivos.

El RNA está en su punto máximo cuando se está sintetizando colágeno y declina cuando las células retornan al reposo, después de la formación secundaria de dentina. Aumenta el contenido de RNA a medida que se diferencian odontoblastos de fibroblastos y desaparece cuando disminuye la síntesis de colágeno. (5)

La fosfatasa alcalina interviene en la escisión de iones de fosfato del enlace del éster orgánico, en el proceso de calcificación. Se encuentran en odontoblastos pulpares, en particular cuando están activos en la calcificación, y cuando la pulpa está en estado inflamatorio. También se encuentra fosfatasa ácida* en la sustancia fundamental de la pulpa junto con las fibras de colágeno.

Durante el metabolismo de carbohidratos de las células

*"Esto es porque la fosfatasa ácida libera un ión fosfato de ésteres fosforados, pero funciona mejor a un PH de alrededor de 6 que a niveles de PH más altos, e los cuales funciona mejor la fosfatasa alcalina."

las de la pulpa va a favorecer la síntesis de ácidos grasos, y en algunos fibrocitos más o menos aislados (ejemplo los condrocitos) se ven globulos de grasa. El material podría funcionar como una forma de reserva de energía o en la síntesis de materia neutra. Hodge halló que en la pulpa humana contiene (a base de peso húmedo) 0.91 % de lípidos, 0.70 % de fosfolípidos y 0.11 % de colesterol.

Por otra parte se ha demostrado que la pulpa contiene diversas enzimas capaces de hidrolizar a fragmentos utilizables (aminoácidos), los restos que se acumulan constantemente de fibras de colágeno degeneradas y otros desechos celulares y de activar ciertos procesos celulares especiales. La presencia de estas proteasas en la pulpa ha sido demostrada por técnicas histológicas. Se ha hallado que preparaciones de odontoblastos de la pulpa contienen diversas proteasas y dipeptidasas capaces de digerir hemoglobina y de reducir colágeno a sus aminoácidos libres.

El glucógeno se encuentra en altas concentraciones en las áreas donde existen mecanismos de calcificación, es decir que para ser utilizados como fuente de alcoholes glucolíticos que podrían formar ésteres fosfato y, así mantener altas concentraciones de fosfato en solución. Se han demostrado la presencia de gránulos de glucógeno en odontoblastos de la pulpa, que desaparecen durante la calcificación activa y vuelven a aparecer en el -

estado de reposo.

El metabolismo de carbohidratos en la pulpa dental sirve a varios fines importantes aparte de la función de producción de energía que es común a todas las células.

- 1) La provisión de materiales para la síntesis de los mucoolizacéidos.
- 2) La síntesis de esqueletos de carbono para las grandes cantidades de glicina, prolina e hidroxiprolina necesarias para la síntesis de colágeno.
- 3) La provisión de alcoholes orgánicos para la formación de ésteres fosfato en el proceso de calcificación.

Aunque no se ha demostrado que la síntesis de éstos derivados de carbohidratos ocurre exclusivamente en la pulpa, (parte de ellos podría ser suministrada por la sangre) es sumamente probable que una fracción mayor sea de naturaleza endógena.

Estudios sobre la respiración de la pulpa contribuyen materialmente a explicar cómo se satisfacen estas múltiples demandas. Esto se debe a que el consumo de oxígeno en reposo es bajo, comparado con los demás tejidos y por su escasa población celular. En las especies estudiadas hay un promedio de su cociente respiratorio (OR) (CO_2/O_2), es aproximadamente 0.90. El consumo de oxígeno es mayor durante la dentinogénesis ($qO_2 = 2.04$), y cae a valores más bajos de (0.47) en estado de reposo.

Ciertas observaciones sugieren que el metabolismo de carbohidratos en la pulpa difiere de los demás teji-

dos. Ya que en estudios realizados in vitro, a pesar - del hecho de que las reservas de carbohidratos pudieran - estar limitadas y, así agotarse rápidamente, el tejido - sigue respirando durante 8 a 12 horas, sin necesidad de - agregar la glucosa y sin usar reservas celulares de lí- - quidos o proteínas. Lo que sólo demuestra alguna forme - de glucólisis anaerobia importante en la pulpa que en la - mayoría de los otros tejidos.

A causa de estas múltiples funciones que desempeña - la pulpa, es de esperar que la inhibición de su sistema - respiratorio tubiere resultados notables como los obteni - dos por Fisher y colaboradores, que han demostrado que - muchos de los materiales empleados en procedimientos clí - nicos dentales tienen la propiedad de deprimir la absor - ción de oxígeno de la pulpa. Algunos de los resultados - se resumen en la fig-16. Los resultados reflejan en - cierta medida la solubilidad en agua de los diversos a - gentes y la proximidad a la pulpa que se podrían lograr - (5).

B). FIBRAS PULPARES.

Las fibras son sintetizadas por los odontoblastos y son de dos tipos principalmente. En la matriz hay predo - minio de colágeno, y se encuentra principalmente elastina en las paredes de los canales vasculares eferentes ma - yores. Las dos proteínas son la única fuente conocida

de hidroxiprolina en la materia viva y se caracterizan, - además, por tener alta concentración de glicina y prolina.

Las fibras representan una parte integral del contenido de nitrógeno de la pulpa y este puede aumentar con la edad. Pero sin embargo la síntesis de colágeno (contenido fibroso) aumenta como una respuesta a la irritación que con el tiempo va aumentando.

C). SUSTANCIA FUNDAMENTAL.

La sustancia fundamental, está compuesta de líquido de pulpa dental (exudado) derivado del tejido del plasma sanguíneo que contiene mucopolizacáridos coloidales agregados, que tienen su origen en los elementos celulares de la pulpa. Contiene mayor contenido de calcio y fosfato que el exudado del plasma debido al enlace de estas sustancias por los mucopolizacáridos. El contenido de calcio y fluoruro tienden aumentar con la edad y aún más alto en las zonas donde el agua potable contiene fluoruro en cantidades elevadas.

En general, la pulpa contiene las mismas cantidades de glucosa y otros metabolitos de peso molecular bajo que el plasma sanguíneo. Sin embargo sólo contiene aproximadamente la quinta parte del contenido de proteínas del plasma como es característico de otros filtrados. - La proteína está compuesta mayormente de albúmina y glo-

bulinas $\alpha_1, \alpha_2 \gamma$, en proporciones similares a las del plasma sanguíneo.

Los mucopolizacéridos coloidales de la sustancia fundamental aumentan su viscosidad pero aún así permiten que siga difundiéndose fácilmente los nutrientes.

Aunque no se conocen con certeza todas las funciones de los mucopolizacéridos, aún así algunas de ellas se establece que estabilizan fibrillas de colégeno en fibras, para enlazar transversalmente de manera química las moléculas de colégeno. También los mucopolizacéridos intervienen en el enlace de calcio en áreas mineralizables y, de ésta manera, participan en el mecanismo de calcificación. Finalmente, por ser coloides hidrofílicos intervienen en el enlace de agua y su retención, lo que permite conversión sol-gel. Por lo que se cree que este hecho está asociado con los efectos observados de ciertas sustancias endócrinas sobre el tejido conectivo.

La pulpa dental es un tejido único desde el punto de vista bioquímico, a causa de la notable adaptación de unos cuantos tipos de células para efectuar diversas funciones. Además de un sistema glucolítico normal, contiene un sistema respiratorio de derivación de fosfato de pentose, lo que permite funcionar en diversos grados de isquemia, para sintetizar esqueletos de carbono para la síntesis de mucopolizacéridos y contribuir también a la síntesis de RNA directamente con grandes cantidades de ribosa. (5, 6)

| Material | aO ₂ |
|------------------------------------|-----------------|
| Pulpa normal | 0.55 |
| ZnO-eugenol | 0.42 |
| Hidróxido de calcio | 0.42 |
| Eugenol | 0.31 |
| Amalgame | 0.33 |
| Cemento de fosfato de Zn | 0.32 |
| Adrenalina | 0.34 |
| Procaína | 0.16 |

Fig. 16 En este cuadro se muestra el efecto de algunos materiales dentales comunes sobre el consumo de oxígeno de la pulpa.

V. CONCLUSIONES

En los capítulos anteriores se ha hecho una descripción de todos los elementos pulpaes, tanto en distribución, funcionalidad así como sus componentes químicos.

De ésto podemos reafirmar que su importancia estriba en conocer a todas las estructuras celulares que conforman la pulpa dental. Ya que de ellos va a depender la vida del diente y así mismo la buena funcionalidad del aparato estomatognático del paciente.

El interés de que todos los Cirujanos Dentistas conozcamos la forma en que están distribuidos los odontoblastos y cómo es que logran su proceso de maduración, es por el hecho de que gracias a estos la pulpa podrá resistir a agresiones de cualquier tipo ya sean, biológicas (caries), físicos (la fricción que provoca la fresa) o químicos (cuando se colocan resinas), de no ser así, seríamos los principales colaboradores de la muerte pulpar.

Como ya mencionamos, cualquier irritante que llegue a la proximidad del tejido pulpar va a determinar la acción de los odontoblastos, si son dañados van a formar una sustancia dura y van a ser sustituidos por células indiferenciadas sobre la superficie de la dentina, sellando la zona afectada. Pero si dicha irritación persiste y no es aliviada a tiempo se producen alteraciones de tipo irreversible que complican la permanencia del ór

geno dentario en la boca.

Por otra parte, durante la práctica clínica el Diagnóstico será la pauta para realizar un buen tratamiento. Y el Diagnóstico correcto se hará en base al conocimiento de la HISTO-FISIOLOGIA PULPAR.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. COHEN STEPHEN, BURNS RICHARD C.
Endodoncia.
Editorial: Intermedica. Buenos Aires 1979.
2. GROSSMAN LOUIS I.
Endodontic Practice.
Ninth Edition 1978.
Lee & Febiger Philadelphia.
3. HESS, J.
Endodontie.
Editorial: Librairie Maloine S. A.
4. INGLE JHON I. D. E. BEVERIDGE.
Endodoncia.
Editorial: Interamericana. 1979.
5. LAZZARI EUGENE P.
Bioquímica Dental.
Primera Edición en México.
Editorial: Interamericana. 1970.
6. MJOR I. A. ; J. J. PINDBORG,
Histología del Diente Humano.
Editorial: Labor 1974.

7. ORBAN, BELINT.
Histología y Embriología Bucales.
Editorial: Prensa Médica Mexicana 1976.

8. PROVENZA, D. VINCENT.
Oral Histology Inheritance Development.
Editorial: J. B. Lippincott Company Philadelphia.
Montreal 1964.

9. SELTZER SAMUEL.
Endodoncia.
Editorial: Mundi S A I C y F.
Primera Edición de 1979.

10. SELTZER SAMUEL, I. B. BENDER.
La Pulpa Dental.
Editorial: Mundi 1970. Buenos Aires.

11. SHIME JASKEL TOIBER; BENJAMIN SHEIN G.
Dientes no Erupcionados.
Observación Histológica Pulpar.
Revista de la A. D. M.
Volúmen XXXV No. 3
De Septiembre a Octubre de 1978.

Los dibujos presentados fueron obtenidos de los siguientes autores:

1.- Choen Stephen, Burns Richard C.

Fig. 13 Pág. 257

2.- Ingle Jhon.

Fig. 11 Pág. 298

Fig. 14 Pág. 340

Fig. 15 Pág. 342

3.- Lazzeri Eugene P.

Fig. 16 Pág. 113

4.- Mjor I. A. ; J. J. Pindborg.

Fig. 3 Pág. 19

Fig. 5 Pág. 50

Fig. 9 Pág. 54

5.- Orban Belint.

Fig. 1 Pág. 20

Fig. 2 Pág. 28

Fig. 13 Pág. 110

Fig. 6 Pág. 137

Fig. 7 Pág. 141

Fig. 10 Pág. 145

6.- Saltzer Samuel, I. B. Bender.

Fig. 4 Pág. 4

Fig. 8 Pág. 69