BIBLIOTECA.
Facultad de Odontología
MONTEVIDEO - URUGUAY

Vascularización e Inervación del Odonte

F. 1720

BIBLIOTECA.
Facultad de Odontología
MONTEVIDEO - URUGUAY

Dra. ARTEMIA FUENTES

Vascularización e Inervación del Odonte

ESTUDIO HISTOLOGICO EN HUMANO

Facultad de Odontología
inventariado con el
Nº

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
DIVISION PUBLICACIONES Y EDICIONES

— 1976 —

Trabajo realizado en la Cátedra de Histología de la Facultad de Odontología del Uruguay

Artemia Fuentes: Calle Dr. Antonio Legnani 476. Ciudad. Santa Lucía. Dpto. Canelones. Rep. Oriental del URUGUAY.

Profesora de Histología General e Histología y Embriología Boca - Dental.

Fotografía: Dr. Rogelio Carbó, Jefe del Laboratorio de Fototécnica de la Facultad de Odontología del Uruguay.

Traducción del resumen al inglés Br. Mario Patriti.

PREFACIO

Nos hemos propuesto desarrollar el tema: "Vascularización e inervación del odonte", tal como lo hicimos años atrás, con "Folículo dentario". Fuentes y Natanson (60).

Consideramos que existen temas en nuestra asignatura, que revisten más interés docente ya que se hayan íntimamente vinculados a la clínica.

Creemos que tales trabajos, deben ser desarrollados como un libro, que involucre investigación personal y divulgación simultáneamente.

Es obvio que colocamos a un nivel mucho más profundo, el trabajo de investigación que las puestas al día, pero si ambos se hallan unidos, el interés puede ser mayor. Por otra parte, la presentación de una investigación con su típico temario, (introducción, material y métodos, resultados, discusión y resumen), resulta algo árido a nuestros estudiantes. Súmese a esto, que deben completar su tema o bolilla con otros trabajos o libros.

Creemos pues, que la presentación de investigación personal, sin un temario estricto preestablecido, sumado a lo básico y general, resulta más accesible y didáctico. Por otra parte, esta modalidad de presentación, permite interiorizar al alumno de técnicas y métodos que no son utilizados en nuestro medio.

Le permite además, en un tema tan apasionante y discutido como la sensibilidad dentinaria, sacar sus propias conclusiones.

Por último, verter las observaciones de otros investigadores, especialmente a nivel electrónico, permite refutar o afirmar lo hallado en microscopía óptica.

Este trabajo, ha sido documentado con fotomicrografías, dibujos y esquemas. Hemos tenido la necesidad de recurrir a estos últimos, dado la dificultad de fotografiar determinadas estructuras.

Langeron (96), Cajal (23) y Laviña (100), apoyarían nuestra decisión.

El primero consideraba que la microfotografía, puede representar sólo un aspecto de un objeto; el dibujo muestra los objetos tal como el observador los ve y los comprende.

El sabio español pensaba que las mejores fotografías, no ofrecen más que un pálido reflejo de las preparaciones.

Laviña entendía que el esquema es el fruto de muchas observaciones y constituye un recurso didáctico para facilitar la comprensión de los hechos.

I

Introducción

Este trabajo, de carácter netamente histológico, ha sido polarizado hacia el estudio del odonte, o sea el diente como unidad anatómica.

Realizamos sin embargo ese estudio sobre vascularización e inervación, en pulpa, dentina y cemento.

No tratamos el esmalte, pues si bien puede existir difusión a través de él, carece de los elementos en estudio.

La pulpa dentaria presenta una rica vascularización e inervación. Vasos y nervios están íntimamente ligados.

Quizá debido al hecho de que está prácticamente recubierta por paredes rígidas, la vascularización especialmente posee algunas peculiaridades.

En lo referente a la inervación, merece una consideración especial, aquella correspondiente a los tejidos calcificados.

En lo que concierne a la dentina, debido a las controversias suscitadas a través de un siglo, por la demostración de fibras intracanaliculares por medio de técnicas especiales, y por la constatación con gran lujo de detalles a nivel electrónico.

Si bien quedan aún puntos oscuros, la inervación de la dentina es un hecho real, perfectamente documentado en los trabajos de varios investigadores: Stella y Fuentes (154, 156), Fearhead (41), Frank (47, 48, 49 y 50), Arwill (5), Langeland y Yagi (95), Corpron y Avery (27), Corpron y colaboradores (26), Roane (139), Tronstad (169), Arwill et al (6), Fuentes (61, 62, 68).

En cuanto a la inervación del tejido que recubre la porción radicular del odonte, solamente podemos transcribir nuestras observaciones, Fuentes (58, 61, 62, y 68), pues no tenemos conocimiento que otros investigadores hayan observado fibras nerviosas en el cemento dentario humano.

II

Material y Métodos

El material empleado ha sido en su mayoría humano.

Se estudiaron también dientes de vacuno, perro, gato, conejo y rata en menor proporción. Los de vacuno eran piezas jóvenes, los otros de edad variable.

Los dientes humanos correspondían a distintas categorías: A) temporarios, de los cuales se estudiaron algunos jóvenes, pero en su mayoría adultos y durante el período de rebsorción; B) permanentes, cuya mayor observación recayó en dientes incluídos y en dientes muy jóvenes extraídos con fines ortodóncicos. Se estudiaron también piezas adultas y viejas, especialmente como control.

No podemos precisar el número de dientes tratados, pues la gran mayoria de los cortes estudiados, correspondían a nuestros trabajos previos de investigación.

De todos modos fueron miles, los preparados analizados en los últimos tiempos con la finalidad del estudio de la inervación especialmente.

Dado que empleamos muchas técnicas de coloración, variaron los métodos previos tal como, decalcificación, inclusión, etc.

La fijación para las técnicas de la plata (las cuales usamos en muy pocas piezas, fue la mezcla de Ferreira Berruti (43).

Se usó también el Bouin en contados casos.

Prácticamente casi todo el material empleado se sometió al formol neutro al 10%.

En los dientes adultos se seccionó el ápice para facilitar la entrada del fijador. En el formol, el tiempo fue muy variable, corrientemente de veinte días.

Gran número de piezas se sometieron a un desengrasado por medio de un lavado con agua y alcoholes de graduación creciente 50, 70 y 96 y posteriormente agua. Romeis (141).

La decalcificación se llevó a cabo con EDTA, o ácido tricloroacético en unas pocas piezas. La gran mayoría se trató por el ácido nítrico al 10%.

Posteriormente se sometió a un lavado abundante con agua corriente bajo canilla durante 48 horas y se llevó nuevamente al formol.

Los cortes se realizaron por congelación a espesores variables.

Los métodos de coloración fueron: HE y tricrómicos como panorámicos: Cajal y Van Gieson, tal como en Di Fiori (36). P.A.S., según Mc Manus, extraído de Lison (107).

Técnicas para colágeno: Río Hortega (138), Wilder según Mallory (109) y La Mata (94).

Técnicas para fibras elásticas: orceína de Taenzer - Unna como en Romeis (141) Gallego, como en Fuentes y Nario (52).

Técnicas para nervioso: Weigert, Cajal en cortes; Cajal - De Castro y Cajal - Estable, como en Sosa y Stella (152), Orceína según Fuentes (55 y 56).

La técnica usada sistemáticamente, y la única que nos reveló fibras nerviosas en los tejidos calcificados, fue la hematoxilina férrica de Heidenhain, sometida por nosotros a modificaciones; Stella y Fuentes (154 y 157)* y Fuentes (58, 61, 62 y 68)**

El montaje se realizó en forma habitual, pero prescindiendo del carboxilol. En algunos casos estuvo condicionado a la técnica empleada.

---

* **He considerado justo, que dicha técnica, aunque personal llevase el nombre de ambos. El Prof. Stella, fué quien sugirió la idea de poner de manifiesto las dos estructuras intracanaliculares simultáneamente, con alguna técnica histológica.**

** **También hemos realizado diversos trucos, que no pueden considerarse modificación a una técnica. Tal es el caso del sometimiento de cada corte histológico a distintos tiempos del diferenciador (alumbre), en sus diferentes zonas. Ese truco permitió hallar fibras nerviosas en el límite amelodentinario. Fuentes (61).**

III

Vascularización

1 PULPAR

a) Topografía

La irrigación de la pulpa dentaria tiene su origen, en las ramas dental posterior, infraorbitaria y dental inferior, de la arteria maxilar interna.

Vasos y nervios penetran juntos por el farámen apical, pudiéndose observar debajo del ápice, una densa red vascular. (Fig. 1). Abordan al diente en dirección oblicua, a través del espacio indiferente de Black.

Puede observarse, una arteria, a veces más y corrientemente dos venas.

En caso de canales aberrantes, la arteria periodental envía ramas a la pulpa dentaria. No es raro ver vasos pequeños penetrando por orificios laterales.

Pueden verse irregularidades en el abordaje, pero también ya dentro de propio órgano dentario.

Cuando las raíces son aplastadas, y tienen más de un canal, los vasos pasan a través de un puente de dentina. Russel y Kamer, cit. por Ogilvie e Ingle (126).

Ya dentro del, o de los conductos radiculares, las arterias siguen en trayecto rectilíneo, dirigiéndose hacia la zona coronaria.

En la raíz, emiten colaterales, pero la mayor proporción de las mismas pueden verse en la porción coronaria. (Figs. 2 y 3).

En la zona periférica de la pulpa, se produce la capilarización, dando origen a la llamada red capilar odontoblástica. Esta puede distribuirse por debajo de las células específicas de la pulpa, entre ellas, o en la zona apical de las mismas, recibiendo entonces los nombres de red capilar infra, inter o supra-odontoblástica respectivamente. (Figs. 4, 6, 16, 22, 28).

Especialmente esta última, puede enviar asas capilares que contactan con la predentina, hecho que hace entrever su importancia en la nutrición dentinaria. En el recién nacido humano, los vasos están casi en contacto con la predentina. Kérébel (83).

La sangre de la red capilar es recogida por vénulas que van engrosan-

do su tamaño al dirigirse al conducto radicular.

Las venas se presentan en mayor número que las arterias y su calibre es también más considerable, pues pueden llegar a más de 200 micras en el diente humano. Estos caracteres, unidos a la dirección irregular que presentan, son los tres hechos que permiten hacer el diagnóstico diferencial con las arterias observadas al microscopio óptico.

Se ha descrito una circulación periférica conteniendo anastomosis arteriovenosas.

Antes de que se establezca la circulación capilar, una anastomosis arteriovenosa conecta la arteria aferente. Provenza (134). El mismo autor distingue capilares verdaderos con paredes con una sola célula epitelial y mettarteriolas; estos vasos son los intermedios entre los capilares verdaderos y las pequeñas arteriolas. Hace mención a los esfínteres precapilares presentando varias células musculares.

Otros autores han mencionado las metarteriolas, tal como Matthew et al (112) y otros, descrito las conexiones arteriovenosas. Kramer (90).

En lo que concierne al calibre de los vasos dentarios, varía de uno a otro, pero puede decirse que los del centro de la pulpa miden alrededor de 140 a 150 mu de diámetro. Dahl y Mjor (31).

Como se dijo, la luz de las arterias, es menor que la de las venas. Pero se trate de unas u otras, van reduciendo su volúmen a medida que nos vamos acercando a la zona coronaria. Sin embargo a nivel del ápice radicular, las venas de perro presentan un calibre inferior al que se observa antes de penetrar en él, y ya dentro del conducto radicular.

El estrangulamiento en ese lugar, puede llegar a ser casi la mitad del presentado en las zonas contiguas. Boling (19).

Si bien es ésta la distribución general de la vascularización, hay pequeñas variaciones vinculadas a la topografía dentaria.

Así pues, en dientes uniradiculares vemos parte de la vascularización y de la inervación, siguiendo prácticamente el eje dentario. (Fig. 1). Allí se desplazan especialmente las venas. Pero además de esa distribución vascular central, observamos un buen contingente vascular en las zonas laterales, especialmente en la porción coronaria. (Figs. 4 y 5).

La última abarca aproximadamente desde algo por dentro del estrato polimorfo, hasta la vecindad de la predentina. En esa extensión los vasos cambian su recorrido, hecho mucho más evidente en los dientes de animales. (Figs. 5 y 6).

Les vemos paralelos junto a la zona de Rasckow, oblicuos atravesando los estratos periféricos pulpares y por último constituyendo la red capilar odontoblástica, donde puede predominar la dirección paralela al límite dentino pulpar (Fig. 6).

Dijimos que los capilares de dicha red, pueden ubicarse por debajo, entre y en la parte superior de los odontoblastos, recibiendo así los nombres de sub, intra y supraodontoblástica respectivamente.

Cuando les vemos debajo de los odontoblastos se desplazan especialmente por la zona basal de Weill, donde su riqueza es considerable. Muchas veces, ya sea por el corte algo tangencial, por una débil tinción u otras causas de orden técnico, no se presentan los capilares perfectamente reconocibles. Pueden verse células endoteliales y no luz, y ese hecho puede hacer pensar (a un ligero exámen) que la capa basal de Weill tiene más células de las que en realidad posee. En la (Fig. 7) se ve las células endoteliales en dicha zona; en este caso,

su disposición es paralela al límite dentino-pulpar.

En los dientes multirradiculares, la disposición vascular es semejante a aquella de las piezas anteriores, en lo que corresponde a la zona de las raíces. El abordaje de los vasos es en ambos apical o lateral, pero en las molares puede ser ocasionalmente interradicular. En estos últimos casos, en los preparados histológicos, no siempre vemos su abordaje a través de dicha zona, pero pueden observarse trozos de ellos en la dentina sub-cameral, debido a su trayecto irregular y flexuoso. (Fig. 8).

Ya hemos dicho que la topografía vascular en la raíz es similar en dientes anteriores y posteriores, pero dentro de la zona coronaria, ella difiere.

Debido a la mayor amplitud de la cámara pulpar los vasos deben distribuirse de tal forma que puedan proporcionar una correcta nutrición. He ahí que existan en la pulpa coronaria gran número de vasos, en distintas zonas y con dirección diferente. Tal es así, que pueden verse varios en el piso cameral, o uno de mayor tamaño, dispuesto como marco sobre el piso, muy cerca de la dentina. (Fig. 9). En lo que concierne a la vascularización más periférica de paredes y techo, existe especialmente una rica red capilar, en la cual no hemos visto diferencia con aquella de los dientes unirradiculares.

En la zona oclusal, los vasos que se dirigen a integrar dicha red, o que se desprenden de ella (circulación de retorno), siguen un trayecto recto y no arciforme como en las caras laterales.

Son varios los autores que han estudiado la vascularización desde diversos puntos de vista. Boling (18, 19), Provenza (134), Pohto y Scheining (130), Cheng y Provenza (29), Kozam y Burnett (88), Kraintz y Conroy (89).

b) Estructura y ultraestructura

Como es sabido, en los vasos hallamos tres capas: interna, media y adventicia. La interna está especialmente representada por el endotelio; este presenta caracteres diferentes en los distintos vasos. Células más alargadas en las arterias que en las venas, más pequeñas y sinuosas en los capilares y más irregulares aún en los linfáticos.

La capa media, limitada generalmente por limitantes elásticas, es variable en espesor y caracteres estructurales.

En las arterias está constituída especialmente por fibras musculares lisas entre las cuales se hallan fibras de naturaleza conjuntiva; en las venas puede predominar el tejido conjuntivo al muscular. Puede existir una gran irregularidad en la distribución y proporción de sus elementos en relación al vaso y hasta en la zona considerada en cada uno de ellos.

La adventicia o capa externa, está integrada por tejido conjuntivo.

A esta organización general no escapan los vasos pulpares. Pero aquí, ellos presentan paredes más finas que en otras zonas del organismo.

Es fácil ver el endotelio, elementos precolágenos, pero es más difícil ver fibras musculares y elásticas.

Esto ha dado lugar a que muchos autores, tales como Lehner y Plenk (101), negaran su presencia.

Una tipica arteria de la pulpa joven, posee una capa endotelial adosada directamente a una fina membrana elástica interna La media tiene una o dos capas de células musculares lisas y la adventicia posee fibras colágenas y elásticas. Aún en un diente temporario de mayor edad puede apreciarse esa estructura. (Fig. 10).

Cuando lás secciones de pulpa son coloreadas por PAS, la lámina elástica interna es teñida en rojo intenso, la medi ay la adventicia, aparecen rosadas. Bernick (11).

Las apreciaciones de este autor son constatables en nuestros preparados.

Quizá en todos los cortes histológicos no se pueda distinguir perfectamente las tres capas constitutivas de la pared arterial con métodos habituales, tal como se hace en los vasos de otras regiones del organismo. Pero lo que puede observarse, son las diferencias entre arterias y venas. (Fig. 11).

Hasta en los vasos pequeños pueden apreciarse diferencias. En las arteriolas se ve la adventicia, en las vénulas, no. Las primeras son acompañadas de fibras nerviosas, en las segundas no se distinguen fibras de tal naturaleza.

Las venas que son mayores, están ubicadas en el centro y se caracterizan por tener paredes más irregulares que las arterias.

Para estudiar la topografía, se han hecho experiencias de perfusión, especialmente con tinta china. Kramer (91), Seltzer (142) y hasta con radioisótopos. Constantin (24).

En una arteriola, vista longitudinalmente, se puede observar que los núcleos de sus fibras musculares lisas, son todas perpendiculares al sentido de la corriente. En las vénulas, se les ve en todas direcciones y en menor número.

En las pequeñas arterias, se han observado tres capas de músculo liso, y en las arterias terminales sólo uno. Harris (77).

Las células endoteliales de las arterias usualmente contienen filamentos intracitoplásmicos o protofibrillas de 60 a 80 angtrong de ancho y células musculares lisas de 40 A de ancho. Zulzman (158).

También se ha visto que la mayor parte de las arterias y venas carecen de fibras elásticas en sus paredes. Las membranas elásticas son reemplazadas por membranas basales regulares. En aquellas que muestran tener muchos elementos elásticos, la membrana elástica externa, es casi siempre más fuertemente desenvuelta que la elástica interna.

En las venas de gran calibre, hay células musculares lisas y pericitos muy juntos unos a otros. En las de mediano calibre, hay solo pericitos. En las vénulas están completamente ausentes. Sulzmann (159).

Para Dohl y Mior (31), tienen una capa media de células musculares lisa, pero a veces puede no ser encontrada.

La red precolágena de los vasos se hace particularmente evidente en pulpas jóvenes por métodos apropiados. (Figs. 1, 5 y 6). En estos períodos, toda la trama fibrilar de la pulpa manifiesta una apetencia similar por la doble impregnación de Del Río Hortega y las fibras de Von Korff se destacan más que por su coloración, por su posición y por su forma. Como sabemos se ubican entre los odontoblastos presentando un típico aspecto espiralado.

Podemos observar que varias fibras precolágenas, envolventes de la red capilar, al microscopio óptimo se continúan con las fibras de Von Korff. Este hecho es especialmente significativo en dientes de perro.

Los capilares poseen una importanci acapital. A nivel de la red capilar odontoblástica se realiza el pasaje de los elementos nutricios, a los elementos celures, los cuales no están a más de 50u de ellos.

La zona periférica de la pulpa es pues la de mayor significación funcional. Hay que tener en cuenta que a esa altura se localiza la mayor condensación celular. Los odontoblastos o células específicas del tejido pulpar, tienen importancia no sólo por su relación en la nutrición de la dentina, sino en la formación de ella. Los capilares presentan 4 a 8 milimicras y tienen fenestraciones.

Estas fenestraciones son características de los capilares de la pulpa, poseyendo además finos diafragmas.*

Pueden aparecer pericitos de diferentes tamaño y forma. En algunos casos, el endotelio es extremadamente fino, y en las células endoteliales hay filamentos intracitoplásmicos con función desconocida. No es posible dicermir si son tono o miofilamentos. Dohl y Mjor (31).

Se ha considerado que estas fibrillas intracitoplásmicas en muchas células epiteliales están relacionadas con la contracilidad de las células endoteliales. Hans y Avery (75). Estos autores han observado también vesículas pinocitósicas las cuales podrían ser importantes en el transporte

Harris y Griffin (79), han clasificado a los capilares, en dos diferentes grupos, fenestrados sin pericitos y no fenestrados.

Estos investigadores encuentran en la pulpa ambos tipos de capilares y consideran de importancia las fenestraciones de los capilares en relación a la permeabilidad y en relación a los a través de las paredes capilares.
tipos de poros.

En la pulpa se necesita un gran abastecimiento de metabolitos para los odontoblastos, lo cua lse refleja por la existencia de numerosas fenestraciones en la capa sub-odontoblástica.

La presencia de fenestraciones había sido observada también en la capa papilar del órgano del esmalte. Esas fenestraciones eran de 500 a 700 A de diámetros y a veces parecían estar cerradas por un diafragma consistente en una membrana.

Estudiando incisivos deciduos humanos se ha observado que hay capilares sanguíneos muy finos sin piricitos y que el endotelio a su vez muy fino, presenta fenestraciones, mitocondrias y el retículo endoplásmico rugoso, es comparativamente pequeño en el área marginal.

Hay capilares de tamaño variable en el interior de la pulpa, con muchos orgánulos en el endotelio, relativamente grueso, y que los lisosomas, lípidos son raramente observados allí. Koshiba (87).

Cuando los pericitos no se presentan, es común ver células mesenquimáticas junto a la pared capilar. Los pericitos localizados siempre por fuera del endotelio, se caracterizan además por su posición, por presentar su citoplasma más oscuro y un núcleo voluminoso. Orban (127).

Fisiológicamente se ha tomado a las células de Rouget como elementos contrátiles.

Pero autores como Chambers y Zweifach (28), no lo aceptan, considerando a los esfínteres precapilares responsables de tal función.

Posteriormente hablaremos de inervación vascular, por ser el regulador del aporte vascular. Pero cabe mencionar aquí, que existe un mecanismo hormonal especialmente para los vasos de menor calibre. El mismo se realiza en base a la vesocontrición llevada a cabo por la epinefrina, sustancia segregada por la porción medular de la suprarrenal.

Se habla también de un mecanismo de regulación sanguínea por medio de los mastocitos. Estos a través de su histamina permitirían el aumento de la permeabilidad de los capilares.*

c) Variaciones con la edad

La vascularización pulpar difiere según la edad que se considere.

---

* **También ha sido visto en animales que el 3% de los capilares gingivales son fenestrados. Gavin y Trotter (70).**

* **En la pulpa dentaria no existen mastocitos. Excepcionalmente ellos han sido hallados en escaso número. Wislocki y Sognnaes (174), vieron uno en mono, Anneroth y Brannstrom (2), les observaron en una pieza humana, nosotros en un corte de rata.**

En períodos tempranos, cabe señalar dos hechos: que la vascularización precede a la inervación y que los vasos y nervios son independientes.

Cuando no se ve aún ninguna fibra nerviosa, existen varios vasos en la papila dentaria.

Si observamos un folículo, en el cual sólo existe la corona y no se ha iniciado aún la formación radicular, se ve que vascularización e inervación no están muy desarrolladas. Se observan algunos vasos paralelos al eje dentario, atravesando la franja de células compactas que se extiende de una a otra cara del diente y que parecen servir de marco por apical.

Cuando ya existe formación radicular, con un ápice amplio, los vasos son muy abundantes. Más adelante, cuando el tejido conjuntivo disminuye, la zona apical parece estar ocupada principalmente por vasos y nervios. Ello se hace más notorio a medida que el diente se hace más adulto.

Al pasar los años los vasos disminuyen algo numéricamente.

En dientes temporarios, hemos visto disminuída la inervación, pero no siempre la vascularización. Fuentes (68).

En un trabajo previo, hablábamos de la aparente normalidad de la pulpa en los procesos de rebsorción. Fuentes (59).

Observaciones actuales nos permiten sustentar tales principios. (Fig. 12). Es significativo que cuando un diente temporario está prácticamente rebsorvido, y queda un pequeñísimo remanente de pulpa, se ven en ella elementos vasculares, siendo evidente el contraste con el tejido vecino subyacente, casi avascular. (Fig. 13).

Si bien existen cambios morfológicos y numéricos a través de las edades, los más significativos son los cambios estructurales o histoquímicos que se ponen de manifiesto con el avance de la edad.

Uno de ellos, quizá el más tempranamente observado en las arterias, es la disposición de material PAS positivo directamente debajo de la capa endotelial.

Esta disposición forma una membrana elástica brillante que enmascara la limitante clásica interna.

Otras arteriolas de diente viejo muestran hiperplasia caracterizada por el espesamiento de la íntima y el espesamiento de su luz. Esta consiste en un aumento celular y fibrilar a la vez.

Otro cambio en las viejas arterias, puede ser la hiperplasia de las fibras elásticas acompañada por deposición PAS en la íntima y en la media.

En procesos de calcificación difusa de la pulpa, la adventicia comienza a mineralizarse, luego lo hace la capa media y posteriormente la íntima.

La más común de las alteraciones es la calcificación de las arterias y los vasos exhiben cambios arterioscleróticos a los 40 años de edad. Bernick. (11).

En molares de leche de niños de 11 y 12 años, se han constatado alteraciones regresivas en capilares. La célula endotelial en estos vasos, presenta el citoplasma denso por neoformación de capas paralelas y al mismo tiempo de canales y poros intracelulares. Hattzary et al. (76).

2 DENTINA

Cuando observamos un preparado histológico de tejido óseo, constatamos la presencia de un número considerable de vasos, alojados en los canales de Havers o de Volkman.

En los tejidos calcificados dentarios, no vemos tal disposición.*

---

* **Existen canales vasculares en algunos peces, reptiles, y en el tapir entre los mamíferos. Se ha observado una dentina extremadamente rica en ellos, en el megatherum, animal hoy desaparecido. Tomes (168).**

En la dentina, pueden verse en raros casos, canales atravesándole en todas direcciones.

Los hemos podido ver especialmente en dientes temporarios, procediendo del cemento. Ellos se ubicaban fundamentalmente en el tercio radicular superior y en el piso cameral. (Fig. 8). Fuentes y González Rovira. (64).

Pero salvo en casos aislados, no vemos vasos en tal tejido.

Se considera que la nutrición de la dentina, se realiza a través del canalícula dentinario.

Se ha señalado la presencia de una corriente aferente y una eferente.

No hay duda de la difusión de sustancia dentro de aquél. Existen innumerables pruebas, ya de orden clínico, con isótopos radicactivos, etc. Tales demostraciones están más vinculadas a la circulación linfática.

3 CEMENTO

Como es sabido, el cemento dentario forma parte del paradencio. Lo es por su origen, por sus relaciones y por su fisiología.

Pueden hallarse vasos y se les ha clasificado en dos tipos. Los unos, como vasos de paso, bastante comunes, van desde el periodonte hasta el conducto radicular, alojados en canales que han sido originados por alteraciones de la vaina de Hertwig.

Los otros son los vasos propios del cemento.

Han sido descritos por varios autores, Salter (142), Skiller (150) y más posteriormente por Erausquin (39).

Nosotras pudimos verlos especialmente en dientes temporarios, pero con una modalidad especial. A muchos les encontramos asociados a un sistema de Havers.

Ellos se ubican a modo de canal central, pero también atravesando las laminillas total o parcialmente. (Figs. 14 y 15). Fuentes y González Rovira. (67).

Sea cual fuere la modalidad de canales que puedan verse en el cemento, no representan ellos, el medio de vascularización normal del tejido. Quiere decir que habitualmente, el cemento es avascular.

Su nutrición, se hace por difusión a través del periodonto, por intermedio de los cementocitos. He ahí porque la cabellera de ellos, se halla dirigida hacia aquel tejido.

4 CIRCULACION LINFATICA

Existen pruebas indirectas que revelan el pasaje de sustancias a través de la pulpa dentaria. Introducidas en ésta, pueden ser observadas posteriormente en los ganglios vecinos, demostrando la presencia de una corriente eferente.

También puede demostrarse la presencia de una corriente inversa, al poderse localizar en la pulpa, las sustancias introducidas en las zonas vecinas, o mismo en el torrente circulatorio.

En la pulpa se encuentra un líquido tisular claro extracelular; quizá tenga un papel importante, en el sistema linfático pulpar. Difiere del plasma sanguíneo, en que tiene muchas menos proteínas. Por eso el gradiente de presión osmótica que existe entre el plasma sanguíneo y el líquido de la pulpa dentaria es importante por el drenaje linfático. Mjor y Pindborg (121).

La presión tisular de la pulpa es extraordinariamente alta en relación a los otros órganos. Ella asciende a 20 o 30 mm de Hg., Beveridge y Brown (16).

El pasaje de sustancias en ambos sentidos, puede ser llevada a cabo, bajo tres modalidades a) por difusión a través de la sustancia fundamental, b) por medio de células histiocitarias, o c) a través de vasos linfáticos.

Esta última, es la vía más natural y lógica, pero la circulación linfáti-

ca en el órgano dentario es muy difícil de observar.

Ciertos autores dicen que es necesario emplear métodos especiales para verla.

Erausquin (39), considera que la pequeñez del forámen apical y el reducido metabolismo de la pulpa adulta, hacen suponer que sus necesidades de drenaje son muy limitados, lo que deja perfectamente en pie, la posibilidad de que existan vasos linfáticos pequeños y muy escasos, difíciles de descriminar histológicamente y casi imposible de ser abordados por las masas de inyección.

Gran número de investigadores a través del tiempo, han estudiado los linfáticos en las regiones dentarias, Suppey (160), Schweitzer (145), Noyes y Dewey (122), Magnus (108), Mc Gregor (113), Bellmann y Oden (8), Sannders (143), Neyes y Ladd (124), Neyes (123).

Más modernamente, se ha citado la presencia de algunos vasos irregulares, con endotelio muy delgado y ausencia de glóbulos rojos, que han sido descrito como linfáticos. Riedl et al (137).

Los vasos linfáticos no pueden ser diferenciados de los vasos de los vasos sanguíneos, en la pulpa con el microscopio óptico. Al electrónico, vasos con distinta estructura, paredes discontínuas, y luz pequeña, pueden ser tomados como posibles linfáticos. Dahl y Mjor (31).

A nivel de todo el organismo se distinguen los capilares y los vasos linfáticos. Los primeros se caracterizan por: a) ser relativamente amplios 20 a 60 micras. b) poseer forma irregular con porciones dilatadas alternando con trayectos estrechos. c) en los preparados corrientes sus paredes pueden verse colapsadas. Estructuralmente se reducen a una capa de células endoteliales irregulares dentadas (en forma de hoja de higuera) rodeada por fibras de reticulina y sin pericitos.

Los vasos linfáticos son irregulares, a paredes finas, con un endotelio aplastado rodeado de tejido conjuntivo. Al aumentar el calibre, aparecen fibras musculares lisas.

En la pulpa dentaria es difícil observar las características mencionadas. Hay quien asegura que observaciones minuciosas con microscopio electrónico no revelan linfáticos en la pulpa dental, Takada (162) y Kohiba (87).

Nosotros vimos en dientes temporarios, vasos cuyos caracteres morfológicos y estructurales, hacían difícil su clasificación. Fuentes (68).

En los tejidos calcificados, también se ha estudiado la difusión de sustancias. Ello ha sido especialmente realizado a nivel de la dentina, dándose especial importancia a las corrientes intratubulares. Fish (44 y 45).

Entre el proceso odontoblástico y la pared del canalículo existe una zona reducida, es el espacio periodontoblástico. En este espacio puede existir fibras aparentemente colágenas.

Si bien aún no se conoce exactamente la naturaleza del material existente en los espacios periodontoblásticos, se piensa que a ese nivel podría tener lugar los cambios tisulares.

La presencia de vacuolas en el proceso odontoblástico ha hecho pensar que ellas hasta podrían secretar sustancias vinculadas con la calcificación de la matriz peritubular.

Existiría pues, un pasaje de sustancias desde los odontoblastos al espacio periodontoblástico.

Varios autores, han intuído la presencia de corrientes aferentes y eferentes.

Estas se realizarían por un lado a través de la fibra de Tomes y por otro a nivel del espacio periodontoblástico. En este caso, el plexo marginal de Fish, adquiriría mayor importancia de-

bido a las vastas ramificaciones del mismo a nivel del límite amelo dentinario. *

Muchos investigadores, han introducido sustancias diversas, en el tejido calcificado, tales como nitrato de plata, argirol, o isótopos radiactivos, observando la difusión a través del mismo y a zonas vecinas. Noyes y Ladd (124), Blayney e tal (17), Lefkowitz (102), Zander y Burril (175), Hodge et al (81), Souder y Schenover (143), Arwill et al (7).

* **Se considera que a tal nivel es que existe una proporción elevada de dicotomizaciones.**

Sin embargo a nivel radicular, hemos podido observar con técnicas especiales que el número de ramificaciones canaliculares es tan elevado como a nivel coronario. La diferencia estriba en que en la raíz, ellas son mucho más finas y a veces casi imperceptibles. Además los canalículos comienzan a ramificarse bastante lejos del cemento, quedando entre éste y aquellos, una zona más o menos amplia, generalmente acanalicular, (zona homogénea). Fuentes (53).

IV

Inervación

5 GENERALIDADES

Los nervios que inervan al órgano dentario provienen de los nervios dentarios superiores y del nervio dentario inferior. En el odonte, sólo podemos estudiar fibras nerviosas, pues no existen células de tal naturaleza, ni sensitivas, ni simpáticas. Hay autores que las describen, tal vez sean casos accidentales, o no sean tales y se deban a errores de interpretación. La inervación dentaria puede estudiarse en relación a la edad de la pieza considerada, y según se trate de dientes uni o multirradiculares.

En cuanto a la edad, puede estudiarse el período embrionario dentario (el cual puede corresponder o no a la vida intrauterina) y la etapa del diente adulto.

En ambas existen diferencias numéricas, topográficas y hasta estructurales.

En el estadio de campana existen muy pocas fibras en el centro y algunas en la base de la papila, hecho que contrasta con la vascularización que es más rica.

En todas las primeras etapas de la evolución el número de fibras nerviosas es reducido, no presenta distribución plexiforme y no se ha formado aún la mielina.

Hay menor número de ramas nerviosas terminales en la pulpa de dientes no erupcionados. Bernick (10).

Con el crecimiento del diente y formación de la raíz, hay una gradual intensificación de la inervación de la pulpa. El incremento de la exitabilidad eléctrica corre paralelo al curso con la inervación dentaria.

Al tiempo del completo desarrollo del diente y formación de su raíz, la exitabilidad eléctrica normal corresponde al período de mielinización de las fibras nerviosas y formación del plexo subodontoblástico con gran cantidad de terminaciones nerviosas. Dzhafarova (37).

En dientes de mono no se observan esenciales variaciones en la inervación de las diferentes etapas de cierre apical. Pohto (132).

En el diente joven recién erupcionado puede estudiarse la inervación en su forma más completa, ya morfológica como numérica. (Fig. 16).

A medida que vamos envejeciendo, ella va involucionando tal como los demás elementos del organismo y no

sólo disminuye el número, sino que se hacen visibles procesos degenerativos.

En las fibras son evidentes graves alteraciones. En las células de Schawann hay gradual desaparición del núcleo e intensa proliferación de las fibras colágenas. La mielina tiende a arrollarse a lo largo del cilindro eje. Hattzusy (76).

En los dientes temporarios durante el período de rebsorción, aparecen varicosidades y fragmentación en los nervios. Al aumentar el preceso queda sólo un pequeño número de nervios remanentes. Rapp et al (136).

Si bien en todos los dientes la distribución de la inervación es similar, hay que distinguir diferencias en relación a la topografía dentaria y de ahí el estudio en **dientes uni y multirradiculares,** ya se trate de caducos o permanentes.

Hay que dejar sentado que en cualquiera de ellos, la inervación es siempre abundante, hecho señalado entre otros, por: Armenio y Laforgia (4), Engstrom y Ohman (38), Kérébel (82).

En ambos tipos de dientes, los haces nerviosos se distribuyen por los conductos radiculares, y ya en la pulpa cameral, se habla en los unirradiculares de plexo de Catania y en los multirradiculares el de Rasckow.

Pero se trate de dientes uni o multirradiculares, cabe estudiar la inervación de **la pulpa dentaria y la de los tejidos duros.**

No es el hecho de que ambos tengan caracteres distintos desde el punto de vista estructural. Al contrario, precisamente detalles estructurales típicos presentes en pulpa dentaria, es lo que nos ha permitido ,siguiendo su recorrido, hallarlos en los tejidos calcificados.

El desconocimiento por tantos años de las fibras nerviosas en los tejidos calcificados, se ha debido a factores distintos. Primero a la extrema delicadeza de los mismos, los cuales en algunos casos como en el cemento, están en el límite del poder resolutivo del microscopio. El segundo factor ha sido el empleo de técnicas que no siempre podían revelarlas. Tercero, a la idea arraigada a través del tiempo, de que ellas no podían encontrarse en medio de un tejido calcificado.*

Todo esto ha dado motivo a grandes controversias y a que surgieran en un siglo miles de trabajos sobre el tema.

Y que diferencias estructurales y morfológicas, existen entre las fibras nerviosas que inervan la pulpa dentaria y aquellas localizadas en los tejidos calcificados? En la primera hallamos fibras mielínicas, con sus típicos estrangulamientos de Ravier, y las cisuras de Smidth - Lantermann. (Fig. 17). Vemos fibras amielínicas, donde se destacan especialmente al microscopio óptico por sus células de Schwann, con sus núcleos lateralizados. (Fig. 18). Y por último, vemos fibras que siendo mielínicas por naturaleza, han perdido la mielina en su trayecto terminal. (Fig. 19).

De hecho, podríamos decir que atendiendo a su calibre, podríamos observar fibras gruesas (mielínicas), fibras medianas y fibras aparentemente desnudas, o terminales. Todo esto claro está, observando al microscopio óptico y con la técnica de la hematoxilina férrica, con las modificaciones que le introducimos a tal efecto.

En la dentina y en el cemento, en las mismas condiciones, se observan solamente fibras finas o terminales. (Figs. desde 32 al 58).

En la pulpa, la microscopía electrónica, ha permitido ver fibras nerviosas

---

*** Dentro de los canales óseos, se observan sí, fibras nerviosas. Miller y Kashara (116), Sherman (147). Se han descrito atravesando la matriz calcificada en las corticales óseas. Cooper (25). Nosotros, cuando las hallamos en el cemento, Fuentes (58), encontramos algunas en la lámina dura y más tarde, otra en hueso embrionario en ATM, Fuentes y Caimi (62). No las describimos dado el escasísimo número hallado.**

de 0,1 a 0,2 micras de diámetro y entre cuyos estrangulamientos hay 0,5 mm.

Por microscopía de contraste de fase, se ha observado que las células de Schwann están en contacto estrecho. Monnier et al. (118).

En el axpolasma se observan mitocondrias y microfilamentos. Los orgánulos se ponen bien de manifiesto, cuando la fijación se realiza por perfusión.

La microscopía electrónica demuestra que pequeñas fibras nerviosas descritas como amielínicas por el microscopio óptico, no son desnudas sino envueltas en el citoplasma de las células de Schwann. Esta puede envolver a una fibra nerviosa o a muchas amielínicas. Pueden estar dispuestas alrededor del núcleo de las células de Schwann y ser envueltas en las expansiones de su ciotplasma. Cada célula de Schwann está rodeada por una membrana basal que las separa de los paquetes de fibras colágenas del conjuntivo pulpar. Kérébel y Le Martret (85).

En cuanto a la **clasificación de las fibras nerviosas,** se ha constatado la presencia de tres tipo de terminaciones que pueden ser identificadas por la presencia de vesículas y mitocondrias dentro de su estructura.

El primer tipo presumiblemente derivado de fibras nerviosas mielínicas, que ponen de manifiesto varicosidades que se elevan a cuatro micras de diámetro, constricciones de una micra de diámetro y axones de un grosor de 5.000 a 10.000 A.

El segundo tipo consiste en finas fibras nerviosas amielínicas, expuestas libremente en la sustancia fundamental, las cuales presumiblemente corresponden a terminales aferentes del dolor.

El tercer tipo consiste de fibras amielínicas relacionadas a los vasos sanguíneos. Harris y Griffin (78).

Se considera que una discriminación entre las fibras amielínicas sensoriales y simpáticas, es imposible por los métodos de impregnación argética y por el poder demasiado limitado del microscopio clásico. El microscopio electrónico permite identificar la naturaleza de las fibras, pero no su orígen. Kérébel y Le Martret (85).

Las fibras nerviosas amielínicas son mucho más numerosas y se les observa constantemente entre las mielínicas; las unas y las otras rodeadas por fibras colágenas.

En cuanto a la naturaleza del dolor, se ha dicho, que el pulpar es agudo y pulsátil, persistiendo durante cierto tiempo; el dolor de la dentina es agudo, lancinante y de corta duración. Massler, M. (111).

Desde un punto de vista general se ha realizado una clasificación de fibras nerviosas en base a conocimientos morfológicos y fisiológicos. Hermann y Cier (80).

La relación estrecha que existe entre el diámetro de las fibras nerviosas y la velocidad de conducción de "état d'áctivation prolongée" (influjo nervioso) ha permitido clasificar las diferentes fibras en tres grupos: 1º Grupo A. Estas son fibras mielínicas, cerebro espinales motrices o sensoriales. Ellas están repartidas en cuatro grupos: Las fibras motrices pertenecientes a los subgrupos A alfa o 1 y las A gama o 111. Las AB u 11, y A delta o IV.

Las A alfa o 1, tienen un diámetro variante entre 12 a 20 micrones. Las AB u 11, tienen un diámetro entre 5 a 12 micrones. Las fibras A gama o 111, tienen un diámetro que varía entre 2 y 5 micrones. Las fibras A delta o IV, tienen un diámetro variable entre 1 y 2 micrones.

En las fibras de estos cuatro grupos, la velocidad de conducción, varía entre 6 y 120 micras por segundo.

2º Grupo B. Estas son fibras mielínicas que pertenecen al sistema nervioso vegetativo. Su diámetro varía entre 1 a 3 mm. y su velocidad de

conducción entre 3 a 5 micras por segundo.

3º Grupo C. Estas son las fibras amielínicas de diámetro generalmente inferior a 1 micra y su velocidad de conducción máximo no pasa de 2 a 5 micras por segundo.

En el grupo C, coexisten las fibras del sistema nervioso vegetativo (fibras postganglionares) y fibras del sistema cerebro espinal.

También se habla de fibras A, B, sC y drC. Las sC son fibras post-ganglionares simpáticas eferentes y las drC, son las eferentes de los nervios periféricos y de las raíces dorsales. Ambas se ven amielínicas al microscopio óptico y muchas fibras C, pueden compartir la misma vaina de Schawnn. Las invaginaciones de ellas están muy juntas en cada axón, alrededor de 100 A.

Las fibras A y B como vimos, son mielínicas y tienen su propia vaina de Schwann.

Todos estos grupos de fibras tienen distinto comportamiento fisiológico, así por ejemplo las C, se distinguen de las A, por su baja velocidad de conducción y su gran resistencia a la asfixia.

Trabajando en rata con técnicas histoquímicas, se ha podido distinguir las fibras motoras de las sensitivas. El porcentaje de las fibras coloreadas aumentaba cuando los períodos de incubación estaban alargados. Se encontró la máxima diferencia en incubaciones de 20 a 2 horas. Gruber y Zenker (73).

En el dominio odontológico, es difícil determinar netamente la pertenencia de las fibras nerviosas del complejo dentino pulpar, a los diferentes grupos de la clasificación general. Kérébel y Le Martret (85).

Algunos investigadores han puesto en evidencia fibras de determinado grupo en animales, tal como las del grupo C en gato. Besson (15).

Dado pues las dificultades de clasificar a las fibras nerviosas dentarias, es que nos limitamos a la descripción morfológica, ya especificada. Figs. 17, 18 y 19.

Cuando observamos preparados con técnicas distintas a la hematoxilina férrica, tal como las técnicas de la plata, orceína, PAS, la clasificación resulta más difícil. Figs. 3, 9, 20.

Transcribimos lo que dice el clásico libro de Erausquin, en relación a la pulpa dentaria: "hay elementos concientes, pertenecientes a la vida de relación, y elementos simpáticos, que corresponden al sistema de la vida vegetativa. Los elementos concientes, sólo pueden ser sensitivos, puesto que no hay entre los tejidos dentarios ninguno animado de motilidad voluntaria; los elementos simpáticos (siempre motores) son en primer término las fibras vasomotrices de las arterias pulpares y en segundo lugar los elementos tróficos destinados a las células pulpares.

Las fibras nerviosas amielínicas pertenecen al sistema nervioso simpático.

Las mielínicas son las que conducen la sensación del dolor, aunque éstas van perdiendo paulatinamente su mielina y se nos presentan como fibras terminales desnudas. La inervación sensitiva, deriva de los nervios dentales superiores y del dental inferior, cuyo origen es el trigénimo. El ganglio de Gasser, núcleo sensitivo de éste, es quien aloja las neuronas cuyas prolongaciones se hallan en pulpa y dentina. Este ganglio es el más grande sensitivo humano y el único con localización intracraneal.*

---

* **No constituye una masa compacta, como por ejemplo un ganglio raquídeo, al contrario, es hueco. Dentro de ese ventrículo intramural se introducen filamentos sensitivos desplegados en un intrincado plexo endo y post ganglionar. Lepp et al (103).**

Lo antedicho ha sido comprobado por muchos autores, **luego de la resección experimental** del nervio dental inferior, lo que trae aparejado la cromatolisis de las células del ganglio de Gasser y por otro, la degeneración mieclínica de las fibras de la pulpa dentaria. King (86), Christensen (30), Pisiani (128), Shijyo (148). *

También se han hecho trabajos experimentales, cuyas observaciones posteriores fueron hechas al microscopio electrónico.

Después de la recepción del nervio alveolar inferior en ratón, se constató que las fibras nerviosas en predentina presentaban un axón que aparecía mal cubierto y degenerado, contenía un gran cuerpo oscuro y aparecían remanentes de mitocondrias, pero no vesículas. Las células de Schwann que la rodeaban contenían cuerpos lisosomales, varias vesículas pequeñas y ribosomas solitarios.

Las fibras del otro lado (control), se presentaban normales, conteniendo varias mitocondrias, grandes vesículas y neurofilamentos. Corpron et al. (26).

Cualquier estímulo que actúe sobre la pulpa se traduce por una **sensación** de dolor, y en ello se distingue del periodonto. En éste, como en la encía, existen corpúsculos que permiten distinguir las sensaciones de presión, térmicas, etc.

La pulpa dentaria está desprovista de corpúsculos y sólo posee terminaciones libres, las cuales son específicas para captar el dolor.

---

* **Este último autor, cortando el tronco del nervio alveolar inferior justo antes de entrar en el foramen mandibular observó además otros cambios: dilatación e hiperemia de los vasos resultando además, procesos degenerativos en los odontolblastos, incluyendo atrofia, degeneración vacuolar, hialina, calcárea, falta de dentina jóven y en algunos casos hasta necrosis.**

Sin embargo ha sido descrita una sensación particular, precedente a la percepción dolorosa. Wagers y Smith (171).

Algunos atribuyen esta sensación a mecanorreceptores del paradencio. Ginet (71).

Las fibras nerviosas que controlan los vasos sanguíneos, pueden ser demostradas al microscopio óptico, al electrónico y por métodos histoquímicas especiales. Ellas están vinculadas al músculo liso de los vasos sanguíneos.

Los nervios parasimpáticos liberan acetilcolina, produciendo dilatación, y los simpáticos norepinefrina determinando contracción.

Junto a las arteriolas se hallan fibras amielínicas con vaina de Schwann, con una disposición mesaxónica. Matthews ot al. (112).

Sobre las fibras musculares lisas de las paredes de los vasos, se forman las llamadas sinapsis multiterminales de ciertos autores.

La presencia de fibras simpáticas adrenérgicas en la pulpa dentaria humana, ha sido demostrada por las técnicas de congelación desecación y condensación del formaldheido ha servido a hacer visible al microscopio o fluorescencia la noradrenalina mediadora. Las terminaciones adrenérgicas estaban en relación estrecha con los vasos sanguíneos, lo que indicaba una función visocontrictora. Pohto y Antila (131).

También por un método microfluoroscópico, se pudieron poner especialmente en evidencia, la noradrenalina mediadora en las terminaciones de nervios simpáticos adrenérgicos de la pulpa dentaria humana. Algunas de las arteriolas de la pulpa dentaria estaban rodeadas de un plexo fundamental compuestos de terminaciones nerviosas fluorescentes, presentando varocosidades intensamente fluorescentes.

Las terminaciones estaban aparentemente situadas cerca de la superficie externa de la capa muscular lisa de la túnica media. La prueba histoquímica indica que la circulación sanguínea de la pulpa dentaria, se encuentra al menos en parte bajo el control de una inervación simpática adrenérgica vasocontrictora. Anneroth y Norberg (3).

Por métodos histoquímicos fluorescentes se ha observado también la distribución de las fibras nerviosas y terminaciones en los capilares pulpares en gato y conejo. Akai (1).

6 INERVACION PULPAR

a) Topografía

Ya hemos dicho que vasos y nervios asociados abordan al diente a través del espacio indiferente de Black. Parte del contingente nervioso se dirige a través del periodonto, desde apical a oclusal más o menos paralelo al eje del diente.

Es decir que si observamos la zona perirradicular, podemos ver que los elementos objeto de nuestro estudio, determinan la morfología aproximada de una Y.

En la zona radicular, las características generales y la topografía son similares tanto en dientes uni como multirradiculares.

La inervación se caracteriza por su proporción elevada y por sus relaciones con los vasos.

El número de haces puede variar, pero generalmente son cuatro.

Las fibras mielínicas, están en número de treinta aproximadamente. Engstrom y Ohman (38).

En dientes caducos entran troncos nerviosos por el ápice radicular, compuestos de muchas fibras mielinizadas y pasan a la cámara asociadas a vasos sanguíneos. Rapp et al. (136).

Las fibras nerviosas también pueden observarse en dientes caducos que han entrado en el período de rebsorción radicular, pero, su número va disminuyndo. (Fig. 12).

Es factible verles también en aquellos dientes con mucho tiempo de permanencia en la boca y donde son frecuentes las calcificaciones.

Las fibras nerviosas siguen prácticamente el eje del diente, con trayecto rectilíneo.

En la zona radicular se desprenden pocas fibras hacia la región odontoblástica.

En cada haz en la mayoría de los casos, nosotros las vemos más o menos paralelas unas a las otras, aunque pueden cruzarse determinando ángulos variables. (Fig. 21).

Dentro de esos haces, pueden observarse cualquiera de los tipos de fibras mencionadas anteriormente, pero predominan las mielínicas. Estas se hacen evidentes por las cisuras de Schmitd - Lantermann y los estrangulamientos de Ranvier. (Fig. 17).

Las relaciones neurovasculares son estrechas a tal punto que vasos y nervios presentan una envoltura común. (Figs. 1 y 11).

Los dos elementos pueden presentar relaciones morfológicas distintas. A veces el nervio envuelve completamente a la arteria, otras le constituye un canal o gotera por donde ella se desliza, Laviña (97).

Sin embargo a veces podemos ver por trechos elementos nerviosos y vasculares independientes entre sí.

En el centro de la pulpa como luego veremos, las relaciones neurovasculares son estrechas, pero no de la entidad de aquellas de la zona radicular. (Figs. 3, 4, 9).

Si observamos un diente desde el ápice a la zona coronaria periférica, vemos que las relaciones neurovasculares van disminuyendo. La red vascular más externa, se halla prácticamente separada de los haces nerviosos.

Si bien los caracteres señalados hasta ahora, responden tanto a dien-

tes uni, como multirradiculares, a medida que nos vamos acercando a la zona coronaria, existen variaciones en ambos tipos de dientes.

La inervación de la pulpa y su vascularización obedecen al mismo plan de distribución en concordancia con la topografía. La pulpa dentaria no exhibe una textura tridimencional indiferente, propia de los conjuntivos banales. Es un órgano y tiene una topografía. Laviña (100).

Tratemos pues, separadamente la inervación pulpar, en dientes uni y multirradiculares.

b) Dientes unirradiculares

Como dijimos, se ven entrar por el ápice, varios haces paralelos, muy cercanos entre sí, asociados a los elementos vasculares. (Fig. 21).

Generalmente el haz de mayor tamaño es el central y es el que se nos presenta a modo de eje dentario en todo su recorrido (Fig. 22).

Al ir alejándonos de la zona apical los haces laterales se acercan a las paredes o mejor siguen la topografía dentaria y se hacen paralelos al límite dentino pulpar.

A veces en dientes jóvenes, hemos podido ver que ya antes de entrar al diente vienen separados, central por un lado y laterales por otro.

Como se comprenderá en la zona radicular de dientes adultos, se observan todos los haces muy cercanos los unos de los otros y francamente paralelos.

A medida que nos vamos acercando a la corona, vemos la separación de los haces. (Fig. 21).

Por un lado, un grupo de fibras en la zona central y por otro lado, otras ubicadas lateralmente, vecinas a las paredes. Entre ambas existe pues una distancia considerable ocupada por tejido conjuntivo.

La inervación axial, puede estar constituida por un solo haz. La hemos visto así en dientes caducos. Fuentes (68).

En tales casos, él es perfectamente regular en dirección y espesor, desde el ápice y casi hasta el vértice. En esta última zona, puede observarse desviación y entrecruzamiento de fibras determinando a veces un aspecto glomerular.

Cuando existe más de un haz, se observa que cada uno de ellos presenta sus fibras bastante paralelas entre sí.

De los haces pueden desprenderse hacecillos o fibras aisladas para acompañar vasos sanguíneos. Tampoco es raro observar intercambio de fibras entre los haces. (Fig. 22).

Sin embargo en la zona central del tercio medio cameral, creemos que tal disposición no merece el nombre de plexo.

A medida que nos acercamos a la cúspide, las fibras van desplazándose, abriéndose en abanico generalmente y se dirigen hacia el vértice y zonas laterales.

Pero analicemos un poco más esos haces que se dirigen por el centro del diente. Cada uno de ellos, está integrado por un número elevado de fibras y en los dientes temporarios, les hemos visto muy cerca las unas de las otras. A veces se presentan por trechos tan juntas, que se hace difícil individualizarlas. (Fig. 22).

Laviña (97), observa en dientes multirradiculares, que los elementos constitutivos de cada haz, hacen su recorrido de una manera sinusa, describiendo curvas que se entrecruzan en ángulos muy agudos, sin que exista ningún paralelismo entre ellas.

En los dientes en estudio, ya se trate de la zona radicular o coronaria, observamos que las fibras de los haces mayores, son prácticamente paralelas. (Figs. 21, 22, 23).

Aún en aquellos casos en que el haz sufre una desviación accidental, ya por calcificaciones o procesos inflamatorios, el paralelismo de sus elementos constitutivos se mantiene.

En lo que concierne a la naturaleza de las fibras, observamos la presencia de los tres tipos descritos. En los dientes temporarios vimos menor número de fibras amielínicas.

Se puede ver en el eje dentario, que nervios y vasos se acompañan en casi todo su recorrido. A veces se desprenden fibras de haces contiguos y envuelven a aquéllos por períodos en forma elicoidal. Cada vaso puede ser acompañado por dos hacesillos, uno a cada lado y se intercambian fibras entre ellos por encima del vaso. (Fig. 22).

A veces en plena zona cameral pueden observarse fibras que envuelven a los vasos como aros de un tonel, imagen mencionado por muchos autores.

Hemos dicho, que lateralmente existe un contingente nervioso menos compacto, localizado por debajo del estrato polimorfo.

Previo a su descripción, digamos que la topografía descrita, es observada en cortes axiales. (Fig. 24). Alejándonos del eje, la disposición es más irregular. (Fig. 25).

Pero veamos cómo surge este contingente lateral.

Dijimos que existían haces nerviosos que se ubican lateralmente, aún antes de entrar al ápice radicular.

Ya dentro del diente, ellos ascienden y los vemos con nitidez hasta la mitad de la corona.

Mientras el haz central se presenta de calibre uniforme hasta muy cerca de la zona incisal, los laterales van perdiendo espesor.

Cercano a la zona antedicha se observan ya pequeños hacesillos o fibras mielínicas aisladas. Es que muchas de ellas se curvan y se orientan hacia las capas periféricas pulpares; otras van perdiendo su mielina. (Fig. 26).

Vemos muchas fibras desnudas, identificadas como siempre por los típicos husos de Cajal. Estas fibrillas terminales siguen la misma dirección inicial pero muchas se van separando para internarse en el estrato polimorfo y seguir rumbo a la dentina. De hecho el número de éstas es ahora mucho más considerable que el de las primeras. Se les ve seguir trayectos generalmente arciformes a través del estrato polimorfo, basal de Weil y odontoblastos.

En la zona cuspídea el recorrido de las fibras terminales es más irregular y quizá sea una de las causas que impresiona como que se encuentran en mayor proporción. Quizá lo estén realmente, debido a que ese nivel puede observarse en muchos cortes, que existe una confluencia entre inervación axial y lateral.

Ya especificamos en un trabajo anterior, Fuentes (68), que prácticamente esta zona, está sembrada de elementos, puntiformes que corresponden a los husos de Cajal de las innumerables fibras nerviosas.

Estos renflêment, tan notorios por la hematoxilina férrica, fueron observados por el sabio español con las técnicas de la plata en distintas zonas del organismo.

Fueron vistos también en la médula por Fernández Morán (42). Este investigador, proporciona información acerca de sus dimensiones. Hay husos de 5 micras, espaciados a 50 micras, y los más pequeños de 1 a 2, distan entre ellos unas 4 micras.

Nuestras observaciones en tejidos dentarios, como lo hicimos notar con anterioridad, Stella y Fuentes (154), coinciden con las investigaciones de Fernández Morán. A husos de mayor tamaño, el espacio entre ellos es también mayor.

Otros investigadores también han observado los husos en la pulpa den-

taria pero por medio de las técnicas argénticas, Laviña (97), Kérébel y Le Martret (85). Este último, hablando de las fibras nerviosas en el tejido en estudio, dice lo siguiente "leur diametre diminue et l'on observe de petite renflement pontiformes au voisinage de leur terminaison".

c) Dientes multirradiculares

En estos dientes, en lo que respeta a la zona radicular, existe analogía en la inervación, exceptuando claro está la proporción, la que es mayor dado el número de raíces.

En lo que respeta a la zona coronaria de las molares, la inervación puede verse en cualquier corte que realicemos, pero si se le quiere observar en su mayor riqueza, convendrá realizarlo en determinado sentido. La mejor comprensión nos lo darán, los cortes axiales vestíbulo-linguales, para las molares superiores y mesio-distales para los inferiores.

A medida que nos vamos acercando a la porción coronaria, existe en las premolares y molares, diferencias con los unirradiculares.

En estos últimos, ya mencionamos la disposición axial y lateral de los haces nerviosos.

En los molares, vemos que ellos se hallan distribuídos irregularmente por toda la zona central de la pulpa. La mayor parte son hacesillos, y su proporción es mayor que en los dientes unirradiculares. A esta altura podemos ver menor número de fibras con estrangulamiento de Ranvier y cisuras de Smidt--Lantermann.

Las relaciones neurovasculares son menos estrechas que en la región radicular, dado que allí vasos y nervios podían estar envueltos en una vaina común de tejido conjuntivo. En la pulpa cameral, vasos y nervios, pueden adoptar aspectos morfológicos distintos: a) acompañar los nervios a los vasos por largos trayectos; b) disponerse como aros de tonel, generalmente en dirección oblicua; y c) elementos nerviosos y vasculares, hallarse separados, pero con desprendimiento de fibras que rodean al vaso y luego vuelven a separarse. (Figs. 9, 22).

Resulta más difícil observar estas vinculaciones en la zona superficial de la pulpa.

Las relaciones neurovasculares, representan un hecho a tenerse muy en cuenta en la clínica, cuando se presentan las algias pulpares.

Hemos dicho que en la zona cameral se hallan hacesillos finos y en distintas direcciones, pero el mayor contingente nervioso y el de mayor significación presenta una topografía bien definida. Ella es típica y regular en las zonas periféricas de la pulpa, para constituir lo que se conoce con el nombre de plexo de Rasckow. (Fig. 27).

Si bien ha sido negado por algunos autores, tales como Gordon y Jörg (72, 74), Lewinsky y Stewart (105), Philipp (129), etc., el es constante y con morfología y estructura característica.

Se halla localizado por debajo del estrato polimorfo en la corona. Pero a esa formación plexiforme y paralela al estrato mencionado debe agregarse el contingente nervioso que lo aborda y que lo hace especialmente en la zona central del techo de la cámara pulpar. Presenta un soporte central y otros dos a la altura de los cuernos. (Figs. 27 y 28).

En otros términos, el plexo se forma por la llegada de haces del centro y ángulos diedros de la pulpa. Estos se dividen y adoptan generalmente la forma aproximada de una T en la porción central. En los cuernos pulpares adquieren la topografía del techo de rancho, con un pilar en su centro. (Figs. 16 y 283.

Es en la zona de Rasckow, donde se observa la mayor densidad de inervación coronaria.

Los elementos nerviosos se entrecruzan determinando realmente una formación plexiforme. La resultante de la dirección de las fibras es horizontal en el techo cameral y oclusoradicular en las zonas laterales. Las fibras horizontales no corren en igual dirección en los dientes de ambas arcadas, pues en las superiores lo hacen en sentido vestíbulo-lingual y en los inferiores mesiodistal. Estructuralmente el plexo está constituído por fibras diversas.

Las mielínicas tienen de 2 a 5 micras de diámetro y las amielínicas de 2.500 a 16.000 A. Harris y Griffin (78) .

Además del plexo de Rasckow, hemos observado, fascículos nerviosos paralelos a él.

Ellos no presentan disposición plexiforme y están constituídos por fibras amielínicas en la observación al microscopio óptico. Ellas son sumamente finas, con diámetro uniforme y husos de Cajal muy teñidos. (Fig. 29).

No podemos afirmar si estos fascículos forman parte del plexo de Rasckow, o si se trata de un nuevo hecho de observación morfológico. Stella y Fuentes (154).

Ultimamente han sido constatadas nuestras observaciones, describiéndose haces nerviosas por dentro del plexo de Rasckow, cuyas fibras tienen menos de 1 micra. Takagi et al. (163).

Decíamos que el plexo de Rasckow, era el lugar de estacionamiento de los haces nerviosos pulpares y el punto de partida de las fibras que se dirigen a las capas superficiales. De ahí que se hable de fibras aferentes y eferentes. Las primeras son las que lo abordan, las segundas las que salen de él.

Las aferentes llegan generalmente en haces más o menos voluminosos, rara vez aisladas y ya mencionamos el punto de elección de esos haces para su abordaje.

Las fibras eferentes o sea las que se desprenden del plexo, pueden surgir en haces o fascículos pequeños.

Corrientemente ellas son independientes. (Fig. 30).

Su morfología es generalmente arciforme en las zonas laterales (esto es válido también para dientes unirradiculares y determinan un arco a concavidad apical. (Figs. 26, 31).

En la zona oclusal sería más difícil determinar si la concavidad mira a una u otra cara del diente, presentándose algunas más o menos rectas.

En los dientes unirradiculares nos ha parecido ver mayor condensación e irregularidad de fibras en la zona cuspídea.

Se trate de los flancos, cara oclusal o cúspide, las fibras atraviesan los estratos periféricos pulpares en dirección al tejido calcificado.

Desde el plexo de Rasckow, se desprenden fibras finas. Excepcionalmente hemos visto algunas gruesas que llegan al estrato odontoblástico.

Lo que se observa en nuestros preparados, es que las pocas fibras mielínicas que se dirigen a la superficie, pierden su mielina al entrar en la capa basal de Weill. (Fig. 31).

7 INERVACION PREDENTINARIA

La inervación predentinaria fue observada por Tiegs (164, 165), Gordon y Jorg (72, 74) y Laviña (97, 98, 100).

Estos investigadores usando las técnicas de la plata, hallaron la presencia de fibras nerviosas en dirección arciforme que penetraban en el dentinoide.

Gordon y Jorg, les llamaron autónomas, Laviña predentinarias.

Este último describió dos tipos de fibras las odontoblásticas y las predentinarias.

Las primeras no parecen ir más allá de las fibras específicas de la pulpa.

Las predentinarias se presentan en menor número, no se bifurcan y su espesor es uniforme. Son estas las que penetran en predentina y ya dentro de este tejido, presentan bifurcaciones, pudiendo adoptar trayectos distintos.

En general predomina la dirección horizontal. La fibra aborda la predentina en la dirección de los canalículos, pero al llegar a ella se acoda, o se divide en T.

Las ramas así originadas, siguen un trayecto paralelo al límite dentino pulpar.

A veces se remontan hasta el límite de calcificación, pero en otros casos esa trayectoria se realiza muy cerca de los odontoblastos.

Pueden verse también fibras predentinarias realizando trayectos irregulares. Es común ver fibras que ascienden hasta el límite con la dentina y luego se incurvan haciéndose recurrentes.

Posteriormente a los trabajos de los investigadores mencionados, surgieron otros con resultados más o menos semejantes.

También entre nosotros, trabajando con dientes unirradiculares Sosa y Stella (152) describieron dos plexos predentinarios: externo e interno.

El primero localizado en la zona más externa de la predentina, conteniendo fibras relativamente gruesas y espaciadas.

El segundo es yuxtaodontoblástico y lo integran numerosas fibras finas. Se ve a su vez más rico en elementos por el aporte de fibras recurrentes provenientes del plexo externo.

Describieron además, estos autores, botones terminales bajo forma de mazas y clavas.

Tales observaciones coinciden con las de Tiegs y Laviña.

Este último no habla de plexos nerviosos en la predentina, pero las fibras yuxtaodontoblásticas y en el límite de calcificación, coinciden con la posición de los plexos predentinarios interno y externo respectivamente.

Laviña no pudo ver fibras en la dentina, pero pensaba que quizá con otros métodos de coloración, pudieran encontrarse.*

Sosa y Stella, no entrevieron tal posibilidad, dado la presencia de botones en contacto con la fibra de Tomes. De hecho, la existencia de unas sinapsis allí, descartaba para ellos la posibilidad de existencia de fibras nerviosas en la dentina.

La presencia de botones fue observada por Tiegs y Laviña, negadas por Gordon y Jorg. La inervación predentinaria, fué estudiada también por otros investigadores tales como: Lewinski y Stewart (105, 106), Cabrini y Cabrini (21), etc., pero no todos aún más tarde, pudieron observarla, ello ha dependido especialmente de la coloración empleada y de como era utilizada. Así Mohiuddin (117), por medio de la plata, ve escasas fibras en predentina. Kérébel (83), con el método de Bielschoski, ve ocasionalmente fibras nerviosas, Rapp et al (136), también con impregnaciones argénticas, en dientes caducos, no consigue ver entrar fibras nerviosas en predentina.

Nosotros empleando la hematoxilina férrica de Heidenhain, observamos tanto en diente caduco como permanentes, fibras con disposición similar a aquellas descritas por Laviña, Sosa y Stella y otros. Vemos que penetran en la predentina en la misma dirección de los canalículos, luego a distintas alturas, se dividen y cambian

---

*** Cuando siendo estudiante, realizaba ensayos con hematoxilina férrica de Heidenhain, mostré al maestro fibras nerviosas que había podido colorear en la pulpa dentaria. El contestó: "no es método específico para nervioso, pero quizá la demostración de la inervación en la dentina, pueda ser conseguida con métodos anespecíficos". No olvidadas esas palabras, muchos años más tarde daban sus frutos.**

de dirección siendo entonces perpendiculares a ellos .(Figs. 32, 33).

Generalmente las vecinas a los odontoblastos y aquellas cercanas al límite de calcificación, son las que predominan. Observamos también fibras recurrentes.

Hemos visto husos de Cajal en contacto con los procesos odontoblásticos, pero rara vez, botones terminales de gran tamaño junto a ellos.

Además de las fibras primeramente mencionadas, vemos aquellas que se ubican dentro de los canalículos y siguen sin cambio de dirección y sin bifurcación de predentina a dentina. (Figs. 32, 33, 34).

Las primeras son las francamente predentinarias y las llamamos extracanaliculares. No siguen a la dentina, y si bien pueden desplazarse inicialmente por el canalículo, luego se acodan y les atraviesan.

A las otras les llamamos intracanaliculares, pues siguen en todo su recorrido dentro del canalículo dentinario. Son ellas las que van a inervar a la dentina.

Las fibras extracanaliculares se distinguen de las intracanaliculares, por la dirección, sus bifurcaciones y su número.

Las extracanaliculares, son abundantes, pero en algunos preparados, se presentan en mayor número, las intracanaliculares.

A cerca de estas últimas, puede decirse, que en determinados cortes histológicos, existen extensas zonas, donde cada canalículo, posee su fibra nerviosa.

La riqueza de la inervación intracanalicular visible en predentina, es extraordinariamente rica en dientes muy jóvenes, ya sea permanentes como caducos. Fuentes (61, 62, 68). Esta similitud numérica en ambas denticiones, no la hemos visto mantenerse en la dentina, de la cual luego hablaremos.

A medida que el diente se desarrolla y comienza a trabajar, la inervación decrece, y contrasta con la riqueza de aquella que observamos en dientes no erupcionados e incluídos.

Hemos constatado menor número de fibras, en la predentina de la zona radicular, que en aquella de la zona coronaria.

Otros investigadores tienen igual opinión.

Se ha observado que tanto en pulpa como en predentina hay diferencias en el número de fibras terminales entre la porción coronaria, raíz y ápice. Takagi et al (163).

8 INERVACION DENTINARIA

a) Generalidades

Como ya hemos mencionado, la inervación dentinaria ha sido uno de los temas más discutidos en la literatura dental.

Frente a la exquisita sensibilidad dentinaria, los autores han considerado que la vía más natural de producir tal sensibilidad, era por medio de fibras que se alojaran en la dentina.

Dado la intensa búsqueda de las mismas y sus resultados infructuosos surgieron nuevas teorías.

Se consideró al odontoblasto como una célula pseudosensorial. Tal como dice Erausquin, resulta un argumento en apoyo de esta idea la forma de la célula.

Se la puede paragonar con las células neuroepiteliales de los corpúsculos gustativos y del órgano de Corti, pero hay que convenir para ello en que embriológicamente, sería el único caso de una célula de origen conjuntivo que tuviera tal función.

Se ha pensado además que las fibras nerviosas de la pulpa que estaban en contacto con el odontoblasto o su prolongamiento permitiían que el estímulo nervioso se deslizara a través de la fibra de Tomes.

Se ha dicho que las teorías pueden superponerse, adicionarse, la una puede servir de trasmisión a la otra. Fohr (46).

Ya hemos emitido nuestra opinión, pero quizá valga la pena repetir, que no somos fisiólogos, sino histólogos. Fuentes (61).

Por lo tanto, el hecho fundamental es el haber evidenciado y descrito la fibra nerviosa que está dentro del conductillo dentinario.

Pese a que libros como Orban (127), Provenza (135), no hablan de fibras nerviosas en la dentina, ellas representan una realidad.

No se trata ya de teoría o hipótesis, sino que las mismas han sido constatadas por muchos investigadores, cuyas observaciones describiremos posteriormente.

Pero hagamos un poco de historia.

A través del tiempo, existieron autores que enrevieron la existencia de la inervación en la dentina sin poder demostrarla. Otros presentaron en su documentación a elementos que carecían de los atributos de las fibras nerviosas.

Entre los investigadores que han hablado de su existencia, se hallan: entre otros Boll (20), Roemer (140), quien les hacía terminar en los huesos que llevan su nombre,* Dependorf (32, 33, 34), Fritsch (51), Mumery (119), Tojoda (166, 167), Munch (120), Berkelbach van der Sprenkel (12, 13, 14), Lewinsky y Stewart (105), Wassermann (172), Powers (133), etc.

Es sólo Tojoda, quien obtuvo con una modificación técnica (neutralización electrosmótica, al usar sales de plata), un resultado algo positivo.

Pese a la negación de sus observaciones por la mayor parte de los investigadores, en nuestro trabajo de investigación intracanalicular decimos que: el investigador japonés vio alguna fibra nerviosa. En la figura 1 de su trabajo, se puede ver una, si bien las otras se alejan totalmente de las características de las fibras terminales. Reconocemos que es sorprendente ver en un trabajo tan ricamente ilustrado, la pobreza de elementos que puedan considerarse verdaderamente nerviosos, si bien el autor, considera a muchos de ellos como fibras que han sufrido modificaciones o alteraciones por cambios post-mortem.

Ya al hablar de predentina, hicimos mención a los distintos resultados que se obtuvieron en base a las técnicas de la plata.

Erausquin (39), dice: "las técnicas argénticas de por sí inconstantes, tropiezan con el abrumador obstáculo del calcio. Si lo dejamos, reduce de inmediato las soluciones de plata, si lo eliminamos con un ácido decalcificador, los componentes que éste forma con las proteínas del tejido, precipitan casi siempre el líquida argéntico".

Debe inferirse, dice Laviña (100), que la ausencia de nervios en la dentina, de preparaciones bien impregnadas, no autoriza a llegar a una conclusión negativa. La demostración de tales nervios está dentro de posibilidades reales y continúa siendo un problema técnico.

No por mero capricho se introducen modificaciones en las técnicas ya establecidas, o se emplean nuevos colorantes histológicos.*

Nosotros introducimos modificaciones a la técnica de la hematoxilina férrica de heidenhain y pusimos en evidencia las fibras nerviosas en la dentina. Stella y Fuentes (154).

* **Al microscopio electrónico, puede verse que los husos del esmalte, poseen una vacuola central, rodeada de una condensación citoplásmica. Los husos están rodeados por cristales de apatita de talla mas elevada que la dentina, encerrando un prolongamiento odontoblástico.**

* **Son pues los trucos técnicos que nos permitieron visualizar fibras elásticas en el paradencio. Fuentes y Nario (55) y Fuentes (57), nuevos aspectos en la dentina. Fuentes 53 y 54); introducción de la orceína como colorante de fibras nerviosas. Fuentes (55 y 56).**
Pensamos, que cada aporte o descubrimiento científico, va precedido generalmente, del mejor conocimiento o la aplicación de un nuevo colorante en técnica histológica. Fuentes (65).

Trabajando con dientes muy jóvenes o incluídos hallamos un número elevado de fibras en ese tejido, tal como puede constatarse a través de la documentación del trabajo mencionado, en el publicado posteriormente con mayor número de fotografías Stella y Fuentes (155), y en nuestro Atlas de Embriología e Histología Dentaria. Stella y Fuentes (156).

Actualmente, se ha constatado la presencia de fibras nerviosas dentinarias, por medio de otros métodos de coloración y de calcificación.

Así Langeland y Yagi (95) utilizaron los efectos de cinco fijadores y tres soluciones desminaralizadoras, previa a la utilización de colorantes como PAS PAS alcian bleu, sudan black B, etc. Los estudios fueron realizados en diversos animales, en distintos nervios y constatándose además la presencia de fibras nerviosas dentro de los túbulos dentinarios.

b) Identificación de las fibras nerviosas

Hablando de las fibras nerviosas de la predentina, señalamos la inervación extracanalicular y la intracanavicular. La primera, sólo en el dentinoide, la segunda dentro de los canalículos, pasando de predentina a dentina.

Las fibras nerviosas de la dentina, observadas al microscopio óptico, no difieren de aquellas de la predentina.

Corresponden al tipo de fibras terminales, es decir fibras finas.

A veces podemos seguir perfectamente una fibra desde la pulpa dentaria y su introducción primero en predentina y luego a dentina (Figs. 34 y 35).

La identificación se realiza en cualquiera de las zonas por las cuales se desplaza, por su delicadeza y por los husos de Cajal.*

Estos husos no se presentan del mismo tamaño, ni se hallan a igual distancia, tal como especificamos al hablar de inervación pulpar.

A husos mayores, las distancias que les separan, también son más grandes.

Muchas veces vemos esferas pequeñísimas y no husos, y entonces ellas están muy vecinas las unas de las otras. (Fig. 37).

La presencia de renflêments, ubicados en un filamento delicadísimo, es lo que al microscopio óptimo permitirá distinguir la fibra nerviosa del prolongamiento odontoblástico. (Figs. 37, 38).

Este último es ancho, acintado, de calibre uniforme, salvo la disminución gradual y apenas perceptible al irse acercando al límite amelo dentinario. (Figs. 37, 38, 39). *

Siempre hemos visto una fibra nerviosa única y recta dentro del canalículo dentinario. (Fig. 40).

No le hemos visto ramificarse, salvo algunas pocas que pudimos observar a nivel del límite amelo-dentinario. Fuentes (61), 62, 68).

Pero, fibras con tendencia a arborizarse, fueron interpretadas como fibras nerviosas, en el tejido en estudio. Tronstad (169).

Aquellos investigadores que han medido el filamento nervioso, le otorgan un diámetro de 0,5 a 0,7 micras en la predentina y 0,5 a 0,3 micras en la dentina. Frank (47).

Si bien nosotros al microscopio óptico, hemos podido observar solamente fibras amielínicas terminales, al microscopio electrónico se han descrito otras variedades.

---

* **A veces en ciertas zonas el filamento es imperceptible pero la fibra puede ser seguida por los Husos de Cajal, tal como en el canalículo de la Figura 36.**

* **La fibra de Tomes, puede presentar también, un único y pequeño abultamiento a través de todo su recorrido. Cuando se visualiza, su localización se realiza a nivel de los espacios interglobulares de Zcermack. Laviña (99).**

En predentina y dentina habrían: a) fibras amielínicas desnudas; b) fibras con vaina de Schwann y c) fibras mielinizadas. Se ha observado además, que en algunos sitios, existen cambios estructurales en el proceso odontoblástico, cuando ciertos tipos de fibras nerviosas, están asociadas a ellos. Roane (139).

c) Relaciones

La fibra nerviosa se encuentra junto al prolongamiento odontoblástico.*

La relación es estrecha y la pudimos observar especialmente, con la combinación de dos colorantes usados conjuntamente: hematoxilina férrica y violeta de genciana. El primero nos permitía ver las fibras nerviosas; el segundo, que habíamos empleado para el estudio de aspectos celuliformes hallados en la dentina, Fuentes (54), nos precisaba la fibra de Tomes.

Ello dio por resultado un método mixto que coloreaba en rosado, la matriz intertubular, permanecía en blanco, la matriz peritubular, como es obvio, y dentro de ella, se destacaban, la fibra de Tomes en violeta y la fibra nerviosa, en tono más oscuro. Stella y Fuentes (157). Es de hacer notar que aún con este método, lo más común es ver, ya proceso odontoblástico, ya filamento nervioso. Cuando se ven ambos en un mismo canalículo, parecen contactar. Las observaciones al microscopio electrónico muestran las íntimas relaciones de las dos estructuras del canalículo dentinario.

Los perfeccionamientos técnicos, han permitido preparar cortes de dentina adulta de alrededor de 500 A de espesor y ellos han revelado el contacto íntimo entre ambos, proceso odontoblástico y fibra nerviosa amielínica. Frank (49).

A constataciones similares llega Arwill (5 y 6).*

La fibra nerviosa se coloca habitualmente en la superficie cóncava del proceso odontoblástico, siguiendo un curso recto, pero puede también estar retorcido alrededor de la fibra de Tomes.

Esta última modalidad fue observada en el límite externo, del tercio interno de la dentina. A este nivel, la estructura de ambas membranas era claramente visible y un material granular aparecía en el espacio intercelular. Una línea densa, se veía en ambas estructuras. Frank (50).

Se ha seguido el proceso evolutivo post natal de los nervios en molares de ratón.

A los 25 días se observaron pequeños nervios asociados con los procesos odontoblásticos en la predentina. Estos procesos, contenían ocasionalmente, mitocondrias, numerosas microvesículas y pequeños gránulos oscuros.

Desde 35 a 50 días, los nervios exhibían contracciones y dilataciones alternadas a lo largo de los túbulos de la dentina circumpulpar.

A los 60 días, había células de Schwann, cubriendo axones, o estos aparecían desnudos entre los odontoblastos.

A los 70 días, las células de Schwann, cubrían los axones que aparecían en predentina. Corpron et al. (26).

d) Número

En dientes jóvenes hemos hallado un número considerable de fibras ner-

---

*** Ambos se localizan en el canalículo por dentro de la matriz peritubular, que es la zona hipercalcificada de la dentina. En los preparados histológicos, aparece en blanco a raíz de la decalcificación. Por el contrario se ve coloreada, la zona intertubular que es menos calcificada. De todos modos, los pocos constituyentes orgánicos (sustancia filamentosa), se continúan con la matriz colágena intertubular. Al microscopio electrónico se ha constatado que en la pre dentina, no existe la matriz peritubular.**

*** En el primer trabajo habla de células asociadas a los odontoblastos, en el segundo considera los nervios intratubulares como estructuras similares a las que había llamado asociadas.**

viosas en la zona coronaria, menor en la radicular.

En dientes incluídos, vemos en el tercio interno, zonas donde cada canalículo posee su fibra. Las microfotografías, no siempre nos permiten apreciar tal proporción, pues aquéllas se hallan en distintos planos. (Fig. 11).

Creemos que el número elevado de elementos que hemos hallado, se deba al tipo de material empleado.

Otros autores han observado un número reducido. Fearhead (41), encuentra una fibra cada 200 a 2000 canalículos.

Frank (49), halla 30 terminaciones nerviosas por milímetro cuadrado.

En dientes adultos y viejos, nosotros hemos visto que el número decrece considerablemente; a veces casi no vemos el elemento nervioso.

En dientes temporarios, tampoco observamos la proporción de fibras halladas en los dientes definitivos jóvenes.

En algunos casos, sólo conseguimos descubrirlos, después de una intensa búsqueda.

Debemos aclarar, que en la imposibilidad de hallar material joven, los dientes caducos estudiados, fueron en su mayoría adultos y en vías de reabsorción.

Sin embargo, muchas veces hemos visto una predentina rica en fibras nerviosas, mientras que la dentina era pobre en tales elementos. Fuentes (68).

e) Longitud

Cuando observamos por primera vez las fibras nerviosas de la dentina, las hallamos especialmente en el tercio interno. Ellas se hallaban en menor proporción en el tercio medio. A veces, en esta zona, constatamos la presencia de esferas, las cuales eran más voluminosas que los renflêments y a cuyo nivel parecía terminar la fibra nerviosa. (Figs. 37, 42).

Dentro de tales esferas, se podía ver un contenido reticular, tal como en algunos husos, especialmente en las extremidades de los mismos. La mayoría se presentaban masivamente teñidas.

También en el tercio externo, habíamos conseguido observar, unas pocas fibras nerviosas. No podemos asegurar si en realidad su número es limitado, o que al ir disminuyendo su calibre, se hacen invisibles al microscopio óptico. (Fig. 43).

No habíamos conseguido observarlas en el límite amelo dentinario.

En los últimos años, mediante el truco técnico ya especificado, conseguimos ver algunas en esa zona. Fuentes (61).

El número observado hasta ahora ha sido escaso. Su morfología coincide con aquella de los canalículos a ese nivel. Se presentan pues, ya rectas sin ramificaciones, o ya con ellas, en especial en forma dicotómica. (Figs. 44, 45, 46, 47, 48).

La mayoría de los investigadores que han estudiado la inervación dentinaria, la han localizado en el tercio interno. Arwill (6), Roane (139), Corpron et al (26).

Quizás, solamente Langeland y Yagi (95), las detectaron en el tercio externo.

Los varios autores que han estudiado el límite amelo-dentinario, han hecho hincapié, ya en las terminaciones canaliculares, en la disposición de los prismas o recalcando como Svejda y Burres (161), la red de fibras colágenas.

Pero no tenemos conocimiento que se haya podido observar, previo o posteriormente a nosotros, fibras nerviosas en el límite amelo-dentinario.*

f) Ultraestructura

Al ser las fibras nerviosas tan finas, el estudio de su estructura, sólo

* **A ese nivel no hemos podido observar las relaciones de fibras nerviosas y de procesos odontoblásticos. Esperamos que cuando la microscopía electrónica llegue a detectar fibras a ese nivel, podrá determinar la presencia o no de sinapsis junto al límite amelo dentinario.**

puede hacerse por medio de la microscopía electrónica. A ella debe remitirse.

Para comprender mejor las diferencias con la fibra de Tomes, conviene previamente emitir algunos conceptos, sobre la estructura de ésta.

Ultraestructuralmente, el proceso odontoblástico presenta caracteres variables según la zona considerada.

A nivel de predentina, se le ha observado un retículo endoplásmico con pocos ribosomas, algunas mitocondrias, filamentos intracitoplásmicos y vacuolas voluminosas.

A nivel de la dentina no hay casi mitocondrias, ni vesículas ergastoplásmicas.

Se mantienen los filamentos y las vacuolas.

A medida que el proceso odontoblástico se acerca al límite amelo-dentinario, está ocupado en su mayor parte por una gran vacuola, y su citoplasma localizado periféricamente, se hace cada vez más hialino.*

La fibra nerviosa sensitiva, contiene numerosas mitocondrias, muy cerca unas de otras.

Se nota la presencia de formaciones redondeadas de 200 a 500 A de diámetro, limitadas por una membrana densa, a contenido claro y que tiene una estructura densa, idéntica a aquella de las vesículas sinápticas.**

En la dentina, las fibras nerviosas poseen menos mitocondrias que en la predentina. Frank (47).

Otros autores han observado también mitocondrias, vesículas y neurofilamentos.*

El axón es rodeado por una célula de Schwann. Corpron et al (26).

Los caracteres señalados por los autores que han estudiado en microscopía electrónica a las fibras de Tomes y nerviosas son los presentes en las sinapsis.

Recordemos que éstas, pueden definirse, como el contacto entre dos elementos, de los cuales por lo menos uno es nervioso.

El componente presináptico sería la fibra nerviosa y el post sinático, la fibra de Tomes.

El primero presenta abundantes mitocondrias, vesículas sinápticas y neurofilamentos, tal como han descrito los investigadores citados.

Entre componentes pre y pos-sinápticos, existe la hendiduda sináptica que es de espesos variable.**

---

* **Entre los trabajos de microscopía electrónica sobre estructura dentinaria, algunos han estudiado sólo a la matriz peritubular en las zonas cuspídea, cervical obliteración de túbulos etc., Marquette (110), o especialmente la orientación de canalículos y ramas, Schmidt (144). Otros estudian la fibra de Tomes, no hallando estructuras completas, a veces ni colaterales, Kuwajima et al (93), o solamente tubos vacíos y en unos pocos procesos de Tomes, tal como Schimanchi et al (149) o encarando la faz química, como Verclere et al (170).**

** **Las vesículas sinápticas intervienen en la trasmisión del impulso nervioso, liberando acetilcolina, noradrenalina, etc. Entre la formación de ellas y su descarga a nivel de la sinapsis existe un verdadero equilibrio. Una sola vesícula puede contener 300 moléculas de acetilconina. Whittaker (173).**

---

* **Los neurofilamentos, se localizan entre los neurotúbulos, que son elementos de mayor diámetro.**
Además de las funciones mecánicas, actuarían en el transporte de sistemas enzimáticos y otros componentes utilizados en las terminaciones, para la formación de vesículas simpáticas y trasmisión del impulso nervioso. De Robertis et al (35).

** **Las hendiduras sinápticas son aproximadamente de 300 A. Si se trata de sinapsis eléctricas es mucho más reducido.**
De este último caso puede existir una verdadera adherencia. Bennett et al (9). En diversos tipos de estas sinapsis, las superficies opuestas no sólo pueden etar muy próximas entre sí, sino que pueden fundirse. Fursshpan y Portter (69). En las sinapsis eléctricas la corriente pasa con relativa facilidad desde el elemento pre al pos-sináptico sin que exista retardo como en las químicas.

El axolema de la fibra nerviosa dentinaria, es paralelo a la membrana celular del prolongamiento de Tomes y están separadas por un espacio de alrededor de 120 a 200 A. Frank (47).

Ya se mencionó que se han observado disposiciones más complejas en el límite externo del tercio interno dentinario.

También se ha podido observar que las membranas de los elementos entran en contacto y el espacio intercelular queda ocluído. Este tipo de unión celular, parece ser similar a la descrita por Farquher y Palade (40) como una unión hermética.

Puede concluirse que estos sitios de unión son conexiones muy estables entre las estructuras. Frank (50).

g Significación funcional

El hecho de haber puesto en evidencia las fibras nerviosas en la dentina, por un colorante como la hematoxilina férrica de Heidenhain, nos ha permitido el estudio de ellas, desde diversos puntos de vista.

Podemos hablar de su morfología, proporción, longitud, etc. Podemos decir también, que las fibras estudiadas se nos presentan con los caracteres de elementos sensitivos, pero no hemos realizado experimentación histofisiológica.

Vimos al estudiar generalidades de inervación, la modificación ultraestructural de las fibras nerviosas intradentinales, después de la resección del nervio alveolar inferior. Corpron et al (26).

Arwill y colaboradores (6), estudiaron la ultraestructura de las fibras nerviosas predentinarias y dentinarias en gato, después de la sección de elementos sensitivos (nervio alveolar inferior) y autónomo (ganglio simpático cervical superior).

Después de dos a cuatro semanas, fueron detectados cambios degenerativos en los cortes de nervios, y mostraron total ausencia de actividad impulsora en dientes sometidos a la denervación sensitiva. Del lado control, respondía a los diferentes estímulos locales del dolor.

Las dientes sometidos al corte de nervios sensitivos, mostraban en los túbulos dentinales que (lo que se había descrito tempranamente como células asociadas) presentaban cambios degenerativos o estaban ausentes.

El corte del nervio simpático no cambiaba la apariencia de las estructuras intratubulares.

Los resultados presentados indicaron que los nervios intratubulares presentes en predentina y dentina interna en gato, son de origen sensitivo.

Terminemos esta síntesis con las palabras de Frank (49): "La puesta en evidencia al microscopio electrónico, de fibras nerviosas sensitivas en los canalículos dentinarios, aporta las bases anatómicas, permitiendo explicar los fenómenos dolorosos. Las teorías fisiológicas que buscan explicar el mecanismo de esta sensibilidad, deberán tener en cuenta estos hechos".

9 INERVACION DEL CEMENTO

Al cemento se le considera un tejido avascular y carente de inervación.

Nosotros hemos podido poner en evidencia fibras nerviosas en ese tejido.

Las hallamos en dientes permanentes, Fuentes (58), y posteriormente las encontramos y estudiamos en temporarios. Fuentes (61, 62, 68).

No sabemos si se trata de elementos permanentes o accidentales, pues no las hemos encontrado en todas las piezas estudiadas, ni en todas los cortes de un mismo diente.

Cuando se manifiestan, es corriente que puedan apreciarse varias en un mismo campo.

Las hemos visto llegar desde el periodonto, pero a veces, no podemos constatar su abordaje. En algunos ca-

sos las vemos a igual distancia de la dentina y del ligamento periodontal.*

Las hemos observado en el cemento primario y en el secundario.

En algunos dientes temporarios, con poca proporción de tejido calcificado, las fibras lo atraviesan en casi todo su espesor. (Fig. 49).

No siempre es fácil conocer su longitud, pues pueden desplazarse por distintos planos. (Fig. 50).

Generalmente afectan una disposición mas irregular que las dentinarias, tanto por su recorrido,como por la disposición de los husos de Cajal. (Fig. 51).

Si bien algunas son tan rectas, tal como líneas trazadas a regla, la mayoría no lo son. (Figs. 52, 53, 54).

Las unas se presentan ligeramente arciformes y otras realmente sinuosas.

Los renflementes pueden ser de distinto tamaño, aún tratándose de husos contiguos. (Fig. 53).

No se cumple siempre aquello dicho acerca de las fibras nerviosas dentinarias: A renfléments pequeños, cortas distancias de separación, a renfléments mayores, espacios más considerables entre ellos. Compárese figs. 50, 51, 52, 53, 54. Las fibras nerviosas cementarias, son generalmente más finas que las dentinarias, de ahí que se hace mucho más difícil su visualización y la toma fotográfica. (Figs. 55 y 56).

A algunas las hemos visto desplazarse junto a las fibras de Sharpey, pero en otros casos, el microscopio óptico no permite distinguir ningún conducto, por el cual se deslicen (Fig. 55).

A veces las de aspecto arciforme u oblicuo, cruzan a las fibras conjuntivas y se hace más fácil el contraste entre la delicada fibra nerviosa y a renfléments y la ancha fibra colágenas de espesor uniforme. (Fig. 54).

En los últimos tiempos, hemos podido visualizar mayor número de fibras nerviosas en el cemento dentario, que cuando realizamos nuestro primer trabajo sobre el tema. Ello nos ha permitido observar mayores variedades morfológicas o direccionales y constatar que su número es inferior a las halladas en dentina. (Figs. 57, 58).

Sus caracteres aunque más irregulares, son aquellos de las fibras dentinarias. Sin embargo, desconocemos su ultraestructura y su significación funcional, pues no tenemos conocimiento, que hayan sido observadas por otros investigadores en el cemento humano. *

---

* **En uno de nuestros cortes, la dentista y el cemento se separaron en el transcurso de las manipulaciones técnicas. Se observa que el extremo de una fibra está exactamente en el límite interno del cemento, es decir, el que debían contactor con la dentina.**
Se observan además, otros elementos nerviosos más o menos paralelos al primero, que no llegan como aquél, al límite del cemento, pero sí, muy cerca de él. Todas las fibras de este corte se hallan alejadas del periodonto.

* **Algunos autores estudiando la inervación del periodonto, observaron fibras que se dirigían hacia el cemento, pero no consiguieron encontrarlas dentro de él. Kérébel (84), Stella (153).**
Sucedió aquí, algo similar a lo de la inervación dentinaria. Quizá muchos trabajaron sobre el tema, pero las técnicas clásicas utilizadas, no les permitieron descubrirlas.

V
Resumen

VASCULARIZACION E INERVACION DEL ODONTE

Estudio histológico en humano

Trabajando especialmente con el método de la hematoxilina férrica de Heidenhain (sometido a modificaciones), la autora, describe lo siguiente:

1) La vascularización e inervación pulpar a nivel óptico, en base a estudios personales.
2) Conceptos de diversos investigadores sobre el tema, especialmente a nivel electrónico.
3) La inervación dentinaria, observada personalmente hasta el límite amelo-dentinario.
4) La constatación al microscopio electrónico, de hallazgos a nivel óptico.
5) La inervación en el cemento dentario, hallada en base a estudios personales.

V
Summary

TOOTH VASCULARIZATION AND INNERVATION

Human histological study

Working specially with Heidenhain's iron hematoxilin method subject to modifications, the author describes:

1) The pulpal vascularization and innervation at the optical level, based on personal studies.
2) Various researcher's conceptions on the subject, specially at electronic level.
3) The dentinary innervation, personally observed, up to the enamel-dentin junction.
4) The electron microscope verification of optical level findings.
5) The innervation of the tooth cementum; based on studies found.

Bibliografía

(1) Akai M. J. — Oral Biol. 15 (3) 264 - 1973, cit. por Miake 1973-74.

(2) Anneroth G. and M. Brannström — Autofluorescent granular cells and mast cells in the human gingiva and dental pulp. Odont. Revy, 15: 10 - 14; 1964.

(3) Anneroth G. and K. A. Norberg — Adrenergic vasoconstrictor innervation in the human dental pulp. Acta Odont. Scand., Vol. 26; Nº 2: 89 - 93, 1968.

(4) Armenio G. et P. Laforgia — Sulla innervazione della polpa dentale. Clin. Odont. 10; 191, 1955.

(5) Arwill T. Studies on the ultrastructure of dental tissues II. The predentine pulpar border zone. Odont. Revy, 18: 191-208, 1967.

(6) Arwill T. et al — Ultrastructure of nerves in dentinal pulp border zone after sensory and anatomic nerve transection in the cat. Acta. Odont. Scand. 31/5: (273-281), 1973.

(7) Arwill T. et al — Penetratum of radioactive isotopos through enamel and dentin. J. Dent. Res. 44: 1299 - 1303, 1965.

(8) Bellman and Odin — Experimental microlynphangiography. Acta radial. Stochl, 47: 289 - 307, 1957.

(9) Bennet M. V. L. et al — Science, 141: 262, 1963. Cit. De Robertis (35).

(10) Bernick S. Differences in Nerve Distribution between Erupted and Non-erupted Human Teeth. Journal of Dental Research, 43: 406 - 411, 1964.

(11) Bernick S. — Age changes in the Blood supply to Human Teeth. Journal Dent. Res., 46, Nº 3; 544 - 550, 1967.

(12) Berkelbach van der Sprenkel H. — Traten periodental Nervenfasern in das Dentin uber? Z. Mikrosk. anat. Forsch, 36: 509 - 515, 1934. Cit. Lehner y Plenk, 1936.

(13) Berkelbach van der Sprenkel H. — Zur Neurologie des Zahnes. Z mikrosk anat. Forsch 38, 1 - 86, 1935. Cit. Lehner y Plenk, 1936.

(14) Berkelbach von der Sprenkel H. — Microscopie investigation of the Tooth and its surrounding. J. Anat. 70: 233, 1936. Cit. Powers 1952.

(15) Besson P. at al — Mise en évidence de fibres aferentes du groupe innervant la pulp de la canine chez le chat C. R. Soc. Biol. 164: 1840-1845, 1970.

(16) Beveridge E. E. and A. C. Brown — The measurement of human dental intrapulpal pressure and its response to clinical variables. Oral Surg. 19: 655-668, 1965.

(17) Blayney, J. R. at al — Further studies in mineral metabolism of human teeth by the use of radioactive phosphorus. J. D. Res. 20: 559 - 563, 1941.

(18) Boling L. R. — Blood supply of dental pulp. R. D. Res. 20: 247, 1941.

(19) Boling, R. L. — Blood vessels of the dental pulp. Anat. Rev.; 82: 24 - 37, 1942.

(20) Boll F. — Untersuchungen uber die Zahnpulpa Arch. f. mikrosk. Anat. 4: 73 - 87, 1868.

(21) Cabrini R. Cabrini R. L. — Terminaciones nerviosas de la pulpa dentaria. Rev. Odont., 35: 349 - 357, 1947 a.

(22) Cahen y Frank — Microscopie electronique de la pulpa dentarie humana normal. Bull G. I. R. S. 13: 421-443, 1970.
(23) Cajal S. R. — Nouvelles observations sur l'evolution des neuroblastes. Anat. Anzeiger, Bd. XXXII, 1908.
(24) Constantin I. — The radioisotope study of pulpal micro-circulation in man. Stomatologie (Rumana), Vol. XXII: 2, 97 - 104, 1975.
(25) Cooper R. R. — Nerves in cortical bone. Science, 160: 327-328, 1968.
(26) Corprom R. E. et al — Ultraestructure of intradentinal Nerves After Resection of the inferior alveolar Nerve in Mice. J. Dent. Res., Vol. 51, Nº 2 673, 1972.
(27) Corprom R. E. y J. K. Avery — The Ultraestructura of intradental nerves in developing mouse molars. Anat. Rec., 175/3: (585-605). 1973.
(28) Chambers R. and B. Zweifach — Topography and function of the mesarterie capillary circulation. Am. J. Anat., 75: 173, 1944.
(29) Cheng T. C. and D. V. Provenza — Histologic observations on the Morphology of the Blood Vessels of canine and human Tooth Pulp. J. D. Res., 38: 552, 1959.
(30) Christensen H. — Sympathetic nerve fibers in the alveolar nerves and nerves of the dental pulp. J. D. Res., 19: 227 - 242, 1940.
(31) Dahl E. y J. A. Mjor — The fine structure of the vessels in the human dental pulp. Acta Odont. Scand., Vol. 31: 223-230, 1973.
(32) Dependorf Th. — Beiträge zur Kenntnis der Innervierung der menschlinchen Zahnpulpa und des Dentins. Dent. Monats. F. Zahneilk, 31: 689 - 718, 1913a.
(33) Dependorf Th. — Ergebnisse einiger Untersuchunger über Innervierung des menschlinchen Zahnes mit Berücksichtigung der Hartsusstanzen. Dent. Monats. f. Zanheilk, 31: 377 - 381, 1913c.
(34) Dependorf Th. — Beiträge sur Innervierung der menschlinchen Oulpa und des Dentins Dent. Monats. F. Zachnheilk, 31: 570 - 572, 1913d.
(35) De Robertis, Nowinski y Saez — Biología Celular, 8ed., El Ateneo, Bs. As., 1972.
(36) Di Fiori M. — Diagnóstico Histológico. 6ta. Ed., El Ateneo, 1969.
(37) Dzhafarova A. — Study of Innervation of Permament Teeth During Dentition and Formation of Roots. Periodontal Abstracts. Vol. XIX, Nº 3, 1971.
(38) Engström H. and A. Ohman — Estudies on the innervations of human teeth. J. D. Res. 39: 799-809, 1966.
(39) Erausquin — Hstología y Embriología dentaria. Progrental, 1958.
(40) Farquhar M. G. y G. E. Palade — Junctional complexes in various epitelia. J. Cell. Biol., 17: 375 - 412, 1963.
(41) Fearhead R. W. — The histological demonstration of nerve fibers in human dentine. In sensory Mechanism in Dentine. (D. C. Anderson, ed.) 15 - 26, Pergamon Press, Oxford, 1963.
(42) Fernández Morán — The submicroscopic organization of Veterbrate Nerve Fibers. An Electron Microscopic Study of Myelinated and Unmyelinated Nerve Fibers. Experimental Cell Research. Vol. 3: 282 - 359. 1952.
(43) Ferrerira Berruti — Intervención del vago en la inervación del hígado y de las vías biliares. nst. Cienc. Biol. Publ. Montevidoe, 1: 127 - 140, 1951.
(44) Fish E. W. — Circulation of Lymph in the dentinal tubules with some observations on the metabolism of the dentine. Proc. R. Soc. Med. (Odont.) 19: 59 - 72, 1926.
(45) Fish E. W. The circulation of lymph in dentin and enamel. J. Amer. dent. Ass., 14: 204 - 217, 1927.
(46) Fohr P. — Ce que l'on peut penser de la sensibilité dentaire en 1971. L'information dentaire, 41: 3429-3433, 1971.
(47) Frank R. M. — Etude au microscope électronique de 'odontoblaste at du canalicule dentinaire humain. Arch. oral. Biol., 11: 179 - 199, 1966.
(48) Frank R. M. — Ultraestructure of human dentine In third European Syposium on calcified Tissues.: pag. 259 - 271, Edit. Fleisch, Blackwood y Owen, Springer, Berlin, 1966b.
(49) Frank R. M. — La dentine humaine est-olle inervée? R. suisse Od. Stom., 76: 739, 1966.
(50) Frank R. M. — Attachment sites between the odontoblast process and the intradentinal nerve fibre. Arch. Oral. Biol., 13: 833-834, 1968.
(51) Fritsch C. — Zur Frage über den Bau des normalen Zahnbeins. Detsch. Mschr. Zehnheilk, 35: 96 - 99, 1917.
(52) Fuentes A. y A. M. Nario de Lariau — Fibras elásticas en el paradencio. Anal. Fac. Odont., Mdeo., Nº 2: 139-157, 1955.
(53) Fuentes A. — Algunas consideraciones morfológicas sobre los canalículos dentinarios. Anal Fac. Odont., Mdeo., 4: 105-121, 1956.
(54) Fuentes A. — Aportes al conocimiento de la dentina. Anal. Fac. Odont. Nº 6, Vol. 13, 171 - 188, 1957.
(55) Fuentes A. — La orceína como colorante de fibras nerviosas en el diente. Anal. Fac. Odont., Mdeo., Nº 7, Vol. 4: 47 - 52, 1958.

(56) Fuentes. — Stining Myelin Sheaths of Nerve Fibers with Orcein. Stain Tech., Vol. 36, Nº 1; 43, 1960.
(57) Fuentes A. — Distribución y sistematización fibrilar periodontal. Tej. Conj. 1a. ed., Mdeo.: 178 - 190, 1968.
(58) Fuentes A. — Fibras nerviosas en el cemento. Rev. Odont. Mdeo., Vol. 25, Nº 1: 512, 1970.
(59) Fuentes A. — Reabsorción en los dientes temporarios. Anal. Fac. Odont. Mdeo. Nº 15, 3 - 17, 1972.
(60) Fuentes A. y S. Natanzon de Pendler — Folículo dentario. 1ra. ed., Com. Public., Fac. Odont., Mdeo. 1973.
(61) Fuentes A. — Inervación de los tejidos calcificados del diente. Congreso C. O. A. B.. U., Bs. As., 1973.
(62) Fuentes A. — Inervación de los tejidos calcificados del órgano dentario: dentina y Cemento. Rev. Asoc. Odont. Arg., Bs. As., Vol. 62, Nº 3: 14 - 19, 1974.
(63) Fuentes A. y M. Caimi — Articulación Temporo mandibular humana. Estudio Histológico de las superficies articulares.. Anal. Fac. Odon. Mdeo., Nº 16: 3 - 33, 1973-74.
(64) Fuentes A. y O. González Rovira — Aspectos atípicos del órgano dentario. Congr. Inter. Odont. Ur., Mdeo., 1974.
(65) Fuentes A. — Investigación y aplicación de nuevos colorantes en técnica histológica (a publicar).
(66) Fuentes A. y O. González Rovira — Dientes temporarios. Aportes a su conocimiento histológico. Anal. Fac. Odont., Montevideo, Nº 17: 5 - 14, 1975.
(67) Fuentes A. y González Rovira — Una modalidad de vascularización del cemento dentario. Rev. Odont. Ur., Montevideo, Vol. XXVII, Nº 1: 13 - 18, 1975.
(68) Fuentes A. — Inervación en los dientes temporarios humanos. Estudio histológico en el período adulto. Anal. Fac. Odont., Montevideo, Nº 17: 17 - 31, 1975.
(69) Furshpan E. J. y D. D. Porter — Nature, 180: 342, 1957, Cit. De Robertis, (35).
(70) Gavín J. B. y W. D. Trotter — The ultraestructure of small blood vessells in gingiva Arch. Bral Biol., 13: 1067 - 1075, 1968.
(71) Ginet J. D. at al — Conduction it controle des messages douloureux. Science et Recherches Odonto stomatologiques, 2, 6: 43 - 48, 1972.
(72) Gordon M. A. y M. E. Jorg — Inervación de la capa dentinógona. Met. de Cajal Estable. Rev. de Stomatología, 35: 397 - 404, 1933.
(73) Gruber H. and W. Zenker — Acetylcholinesterase histochemical differentiation between motor and sensory nerve fibres. Brain Res. (Anat), Vol. 51: 207 - 214, 1973. Excerpta Médica, Vol. 28, 1, 1974.
(74) Gordon M. A. y M. E. Jorg — La inervación sensitiva de la dentina humana. La sem. médica, 2: 40, 1953.
(75) Hans S. S. y J. K. Avery — The ultrastructure of capillaries and Arterioles of the Hamster Dental Pulp. Anat. Rec., 145: 549 - 572, 1963.
(76) Hattzary D. et al — Ultrastructure della polpa di denti molari da latte vecchi. Dtsch. Zahnaerztl. Zeitschsift 25/9: 949, 1973. Tomado de Min. Stom.., 22, 1973.
(77) Harris — The ultrastructure of small blood vessels of the normal dental pulp. Austr. Dent. J., 1971.
(78) Harris R. and C. J. Griffin — Fine structure of nerve endings in the human dental pulp. Arch. Oral. Biol., 13/7: 773 - 778, 1968.
(79) Harris R. and G. J. Griffin. 1970. Citado por Dahl y Mjör, 1973.
(80) Hermann et J. F. Cier — Precis de Physiologie. Ed. Masson, París, 1969..
(81) Hodge H. C. et al — The absorption of phosphates at forty desgrees by enamel, dentin, bone and hydrosyapatite as shown by the radioactive isotope. J. Biol. Chem., 138: 541 - 457, 1941.
(82) Kérébel B. — Apercu morphologique sur la neuro-vascularization de la pulpa dentaire desmammiferes. Rev.. Belge. Med. dent., vol. 19, 3: 349 - 370, 1964.
(83) Kérébel B. — Innervation de la Predentine humaine. Actualités Odont. Stom. Nº 66, 1964.
(84) Kérébel B. — Parodonte. Stomatologie, 4: 1 - 6, 1968.
(85) Kérébel B. et —. B. Le Martret — Elements d'innervation dentaire. Actualités odonto stomatologiques, 101: 149 - 158, 1973.
(86) King J. D. — Dietary deficiency nerve lesions and dental tissues. J. Phisiol, 88: 62 - 77, 1936.
(87) Koshiba H. — Japan J.. Oral Biol., 15 (2): 116, 1973 - Citado por Miake, 1974.
(88) Kozan G. and G. M. Burnett — Blood circulation in the Dental Pulp, J. A. D. A., 59: 458, 1959.
(89) Kraintz L. and C. W. Conroy — Blood Volume Mesurements of dog Teeth. J. D. Res. Vol. 39, Nº 5: 1033 - 1036, 1960.
(90) Kramer I. R. H. — The vascular architecture of the human dental pulp. Arch. Oral Biol., 2: 117 - 189, 1960.
(91) Kramer I. R. — A technique for the injection of blood vessels in the dental pulp using extracted teeth. Anat. Rec., 11: 91, 1951.
(92) Kraus B. S. et al — Anatomía dental y oclusión. 1ra. .ed., Interamericana S. A., 1972.

(93) Kuwajima K. et al — Scanning electron microscope study of Tomes fibers. The Journal of Nihon University, School of Dentistry, Vol. 12, Nº 3: 112 - 115, 1970.
(94) La Mata E. — Contribución al estudio del precolágeno, Anal. Fac. Vet., Mdeo. Tomo I, Nº 1, 77 - 86, 1954.
(95) Langeland K. y T. Yagi — Investigations on the innervation of teeth. Int. Dent. J. (Den Hang) 22/2: 240 - 269, 1972. Excerpta Med. Vol. 28, 4, 1974.
(96) Langeron M. — Precis de Microscopie, Masson et Cic., Ed. Paris, 1942.
(97) Laviña J. C. — Algunas observaciones sobre Inervación dentaria. Rev. dental, Mdeo., Nº 11: 13 - 43, 1935.
(98) Laviña J. C .— La inervación pulpar y predentinaria, Rev. Odont., 24: 696 - 706, Mdeo., 1936.
(99) Laviña J. C. — Sobre algunos aspectos de la fibra de Tomes. Anal. Fac. Odont. Mdeo., Nº 6, Vol. III: 189-195, 1957.
(100) Laviña J. C. — Algunas observaciones sobre inervación dentaria. Anal. Fac. Odont., Mdeo., Nº 9, Vol. 5: 41 - 49, 1959-60.
(101) Lehner y Plenk H. — Zahne, Handbuch der mikroskopischen. Anatomie des Menschen. Vol. V, Springer, Berlín, 1936. Cit. Erausquin (39).
(102) Lefkowitz W. — Further observations of dental lymph in the dentin. J. D. Res. 22: 287 - 292, 1943.
(103) Lepp F. H. et al — El llamado ganglio de Gasser. Acta Odont. Venezolana, Año 12, 125 - 167, 1974.
(104) Levin N. A. and Varsharald A. — Angioarchitecture of the pulp of the deciduous and permanents teeth in primates. Arkh. Anat. Histol. Embriol, 63/10, 65 - 71, 1972.
(105) Lewinsky W. and Stewart D. — The innervation of the dentine. J. Anat. 70: 349 - 353, 1936b.
(106) Lewinsky W. y Stewart D. — An account of our present Knowledge of the innervation of the teeth and their related tissues. Brit. D. J., 65: 687 - 700, 1938.
(107) Lison L. — Histochmie et Cytochimie Animales. Principes et Methodes. Gauthiers - Villars editeur, 12 ed., Paris, 1953.
(108) Magnus G. — Ueber den Nachweisz der Lymphgefasse in der Zahnpulpa. Deutsch, Monatsch f. Zahnh, 40: 661, 1922.
(109) Mallory F. B. — Pathologic technique, Philadelphia, Saunder Comp., 1942.
(110) Marquette W. DF. — The distribution of peritubular matrix in human coronal dentin. J. Morphol. 126/4: 435 - 445, 1968.
(111) Maslle M. — Pulpal reactions to dental caries. Int. dent. J., 17: 441-460, 1967 - Citado por Mjor y Pindberg, 1974.
(112) Matthews J. L. et al — Fine structure of the dental pulp. J. Dent. Res., 38: 940 - 946, 1959.
(113) Mc Gregor — An Experimental investigation of the linphatic system of the teeth and jaws. Proc. R. Soc. Med., 29: 1237 - 1272, 1936.
(114) Miake K. — Dental Histology Dentistry in Japan: 6 - 10, 1973-1974.
(115) Miles A. E. W. — Structural and chemical organization of teeth. Academic Press, N. Y. and London, 1967.
(116) Miller M. and M. Kashara — Observations on the Innervation of human long bones. Anatomical Record, 145: 13 - 17, 1963.
(117) Mihiuddin A. — The fate on the nerves of the decidoous teeth. J. Anat., Vol. 84: 319 - 323, 1950.
(118) Monnier A. et al — Le facteur du surface dans l'exitation electrique de fibres nerveuses. Colloques internationaux de CNRS, 67: 965 - 974, 1964. Cit. por Kérebel y Le Martret, 1973.
(119) Mummery — The innervation of dentin. D. Cosmos, 58: 258 - 269, 1916b. Traduc. R. Erausquin. Rev. Odont., 5: 50 - 67, 1916.
(120) Münch J. — Uber die Innervierung des menschlinchen Dentins. Z. Zellforsch, 21: 596 - 603, 1934.
(121) Mjor J. A. and J. J. Pindborg — Histología del diente humano. Ed. Labor S. A., 1974.
(122) Noyes F. B. y K. Dewey — Lymphatics of dental region. JAMA, 71: 1179, 1918.
(123) Noyes F. B. — Review of the work of lymphatics of dental region, JADA, 14: 714, 1927.
(124) Noyes F. B. y R. L. Ladd — The Lymphatics of the dental region. D. Cosmos, 71, 1041, 1929.
(125) Noyes F.B. and R. L. Ladd — An item in the study of the dental lymphatics. J. D. Res, 9: 299 - 301, 1929a.
(126) Ogilvie A. L. y J. I. Ingle — An Atlas of pulp and Periapical Biology. Ed. Lea y Febiger, 1965.
(127) Orban B. Histología y Embriología Bucales. La prensa médica mexicana, Ed. 1969.
(128) Pisiani V. F. — Sección experimental del nervio dentario inferior en la rata. An. Inst. Munic. Odont., Bs. As., 5: 143 - 170, 1943-1944.
(129) Philipp J. J. — Extent of distribution of nerve fibres in human tooth. J. Amer. dent. Res. 50: 22-34, 1955.

(130) Pohto M. y A. Scheinin — Effect of local analygenic solution on the circulation of the dental pulp. Int. dent. J.., 12: 227 - 232, 1962.

(131) Pohto P. y R. Antila — Demostration of adrenergic nerve fibres in human dental pulp by histochemical fluorescence method. Acta Odont. Escand., Vol. 26, Nº 2: 89 - 93, 1968.

(132) Pohto R. — Sympathetic adrenergie innervation of permanent tooth in the monkey (Macaca irus). Acta Odont. Escand., 30/11: 117 - 123, 1972.

(133) Powers M. M. — The Staining of nerve fibers in teeth. J. Dent. Res., 31: 383 - 392, 1952.

(134) Provenza D. V. — The Blood supply of the pulp with emphasis on capillary circulation. Circ. Res., 6: 213 - 218, 1958.

(135) Provenza D. V. — Histología y Embriología Odontológicas. 1ra. ed. Interamericana S. A., 1974.

(136) Rapp et al — The distribution of nerve in human primary teeth. Anat. Rec., 159/1: 89 - 103, 1967.

(137) Riedel et al — 1966, Citado por Dahl y Mjor.

(138) Rio Hortega P. — El método del carbonato argéntico. Arch. Histol. Normaly Patol., 1: 165 - 206, y 329 - 361, 1942. 2: 231 - 244 y 580 - 604, 1943.

(139) Roane J. B. — An ultrastructural study of dentinal innervation in the adult human tooth. Oral Surg., 35/1: 94 - 104, 1973.

(140) Roemer O. — Ueber Sensibilitaet des Zahabeius. Dent., Monats. Zahneilk, 17: 393 - 397, 1899b.

(141) Romeis B. — Guía formulario de Técnica Histológica. Trad. E. Fernández Galiano. Edit. Labors S. A., Barcelona, 1928.

(142) Salter — Dental pathology and surgery. Dent. Viertelj. Zahnheilk., 17: 41-50, 1877 - Citado por Erausquin.

(143) Saunders, R. L. de C. H. y H. O. E. Rockert — Vascular supply of dental tissues including lymphaties. En Miles Vol. I: 199 - 245, Academic Press. Inc., N. Y., 1967.

(144) Schmidt W. J. — Das. Tubulare Zahnbeim des Menschen am Stamm und an der Seitenzweigen Der. Z. Zellforsch, 99/4: 523 - 528, 1969. Organizations of tubular dentine around the dentine canaliculus and its laternal branches in man. Excerpta Médica, Vol. 24, Nº 5, 1970.

(145) Schweitzer G. — Ueber bein Menschen und bet Sangetieren. Arch. Mikz. Anat. 69: 807 - 908, 1907.

(146) Seltzer S. y I. B. Bender — La pulpa dental, Edit. Mundi, 1970.

(147) Sherman M. — The nerves of bone. J. of bone and Point Surgery, 45A: 522-528, 1963.

(148) Shijyo Y. — A nerve Histological Study on the Effect of Midway Cutting of inferior Alveolar Nerve upon Innervated Teeth. The Journal of the Kyushu Dental Society (Supl), Nº 8, Vol. 28: 14 15, 1975.

(149) Shimanchi et al — A Scanning Electron Microscope Study of Intratubular Dentin Fibers. The Journal of Nihon University, Sch. of Dentistry, Vol. 15, Nº 4: 113 - 117, 1973.

(150) Skiller W. G. — A report on the formation of dentin and cementum relativo to the structure of the rott end. J. Nat. D. A., 8: 3 - 10, 1921.

(151) Sonder W. and I. Schoonover — Experimental remineralization of dentin. J. A.D.A., 31: 1579 - 1589, 1944.

(152) Sosa J. M. y A. Stella — Investigaciones sobre la fina inervación dentaria. Anal. Fac. Odont., Mdeo., Nº 5: 81 - 125, 1957.

(153) Stella A. — Investigaciones sobre la inervación de la membrana periodontal y su probable significación funcional. Anal. Fac. Odont., Nº 7, 87 - 112, 1958.

(154) Stella A. y A. Fuentes — Inervación dentinaria intracanalicular. Su demostración por el método de la Hematoxilina Férrica de Heindenhain. Anal. Fac. Odont., Supl. Montevideo, 157 - 206, 1961 - 62.

(155) Stella A y A. Fuentes — Inervación dentinaria intracanalicular. Su demostración por la Hematoxilina Férrica de Heindenhain. 1ra. ed. Mérida, Venezuela, 1965.

(156) Stella A. y A. Fuentes. — Embriología e Histología dentaria humana. 1ra. ed. Talleres gráficos Univ., Mérida, Venezuela, 1969.

(157) Stella A. y A. Fuentes — Método de coloración simultáneo para fibras nerviosas y prolongamientos odontoblásticos. Anal. Fac. Odont., Mdeo., Nº 13: 41 - 43, 1969.

(158) Sulzmann R. — Ultrastruktur der Pulpa - arterien Dentsch Zahnaerztl z. 21: 815 - - 824, 1966.

(159) Sulzmann R. — Beitrage zur Histologie der zahnpulpa. Anat. Ang., 121/5: 497-503, 1967.

(160) Suppey — Anatomic, physiologic, pathologic des vaisseaux linfatiques consideres chez l'homme y les vertébres. Delahyer y Lecroismier, París, 1874 - Cit. Miles (115).

(161) Svejda J. and H. Bures. — Scanning electron microscopic studies on the junction of enamel and dentin of human teeth. Dtsch. Zahn. Mund Keeferheilk, 60/3: 158 - 166, 1973. Excerpta Med., Vol. 28, 5, 1974.

(162) Takada T. — The structure of the vessels in the dental pulp studied by light and electron microscopy with special reference to presence or absence of lymphatic vessels and finc structure of venules. Acta Anat. Nippon, 48/2: 118 - 134, 1973.

(163) Takagi M. et al — Jap. J. Oral Biol., 15 (3): 264, 1973. Cit. Miake (114).

(164) Tiegs O. W. — Nerve endings in human teeth. J. Anat., 66: 622 - 627, 1932.

(165) Tiegs O. W. — Further remarks on the terminations of nerves in human teeth. J. Anat., 72: 234, 1938.

(166) Tojoda — On Dentinal Nerves, specially on Post Mortel Changes of Intra tubular Nerve Fibres. Reprinted from the Shikwa Shimpo, Vol. 21, Nº 10, 1928.

(167) Tojoda — Die Innervation Des Menschlichen Zahnbeins. Reprinted from the transaction of the Nippon dental Ass., 1933.

(168) Tomes C. H. — Traité de Anatomie Dentaire Humain et Compareé. Ed. G. Doin, 1880.

(169) Tronstad L. — Ultrastructural observations o human coronal dentin. Scand. Dent. Res., 81: 101 - 111, 1973.

(170) Verchere M. et al — Strcurure dentaires revue d'Odonto stomotologie Tomo III, Nº 2:, 121 - 130, 1974.

(171) Wagers P. W. et C. M. Smith — Responses in dental nerves of dog to tooth stimulation und the effects of systematically administered procainc, lidocaine and morphine. J. Pharmacol, exp. Ther., 130: 89 - 105, 1960.

(172) Wassermann F. — The innervation of the teeth. JADA, 26: 1097 - 1109, 1939.

(173) Whittaker — 1965, Citado De Robertis (35).

(174) Wislocki G. B. y R. F. Sognnaes — Histochemical reactions of normal Teeth. Am. J. Anat., 87: 239, 1950.

(175) Zander H. A. and D. Y. Burrild — The penetration of silver nitrato solution into dentin. J. Dent. Res., 22: 85 - 89, 1943.

Apéndice

- ★ **FOTOMICROGRAFIAS**
- ★ **DIBUJOS**
- ★ **ESQUEMAS**

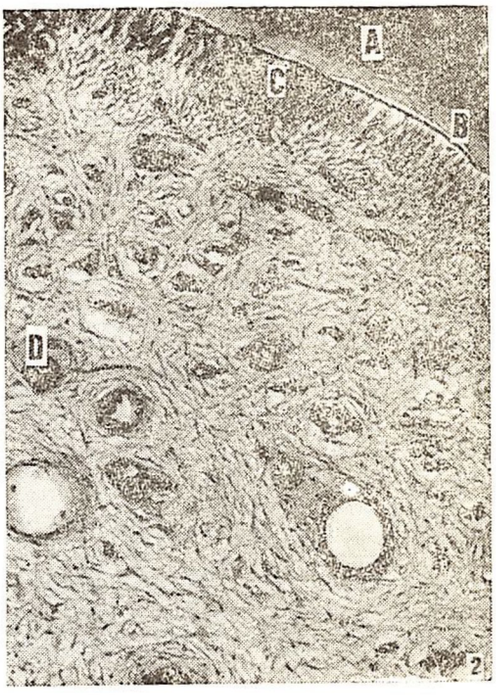
FIG. 1 — Diente unirradicular en el período de formación radicular. Coloración: Doble impregnación de Del Río Hortega. **A** Densa red vascular debajo del ápice; **B** Vasos en íntima relación con el precolágeno, en dirección hacia la zona coronaria.

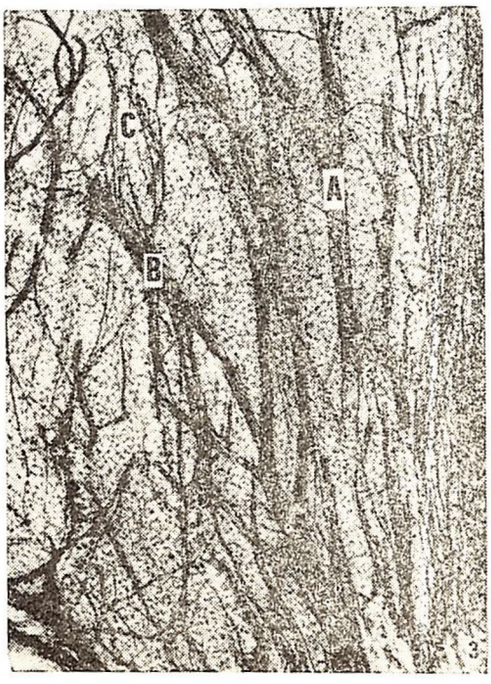
FIG. 2 — Diente unirradicular. Corte transversal a la altura del tercio cervical de la raíz. Coloración: Hematoxilina férrica de Heidenhain. **A** Dentina; **B** Predentina;; **C** Odontoblastos; **D** Vasos teñidos intensamente por la presencia de sangre en su interior. Obsérvese la distinta dirección y calibre de los vasos.

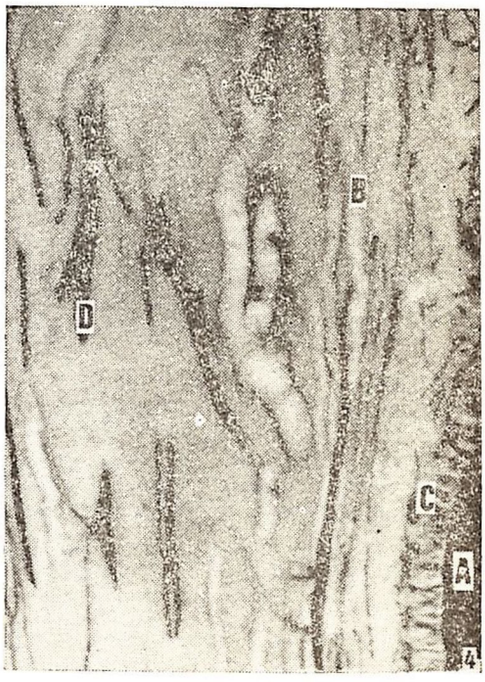
FIG. 3 — Diente multirradicular. Porción coronaria. Coloración: Cajal. Rica red vascular y nerviosa. **A** Vasos; **B** Haces nerviosos; **C** Fibras nerviosas.

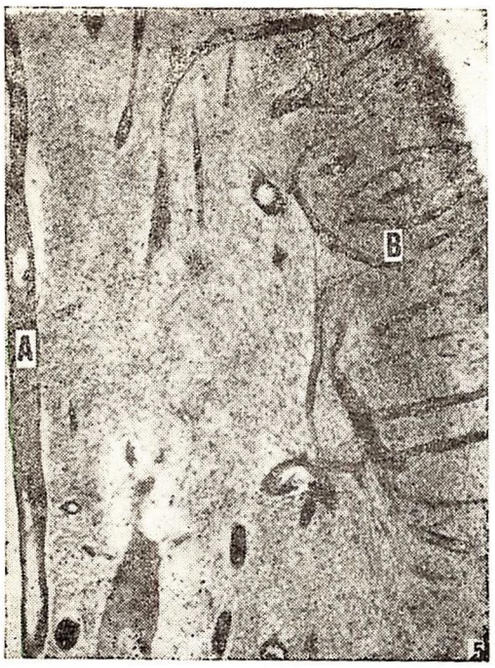
FIG. 4 — Diente unirradicular. Coloración: Hematoxilina f. de Heidenhain. **A** Dentina; B Vasos pulpares ubicados en las cercanías de las paredes laterales del diente; **C** Red capilar odontoblástica; **D** Haces nerviosos.

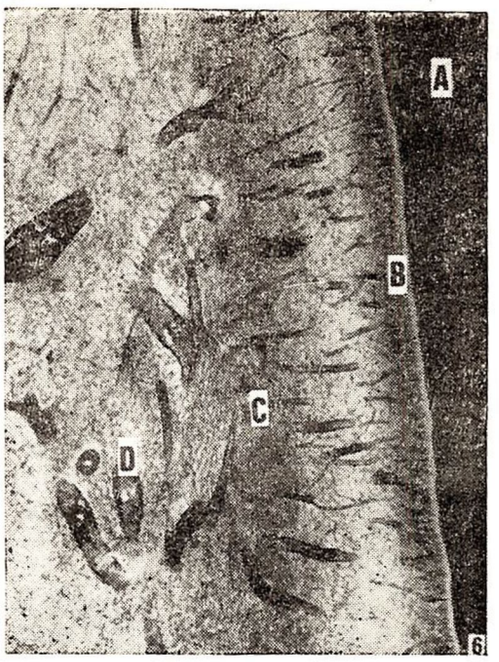

B
A
1

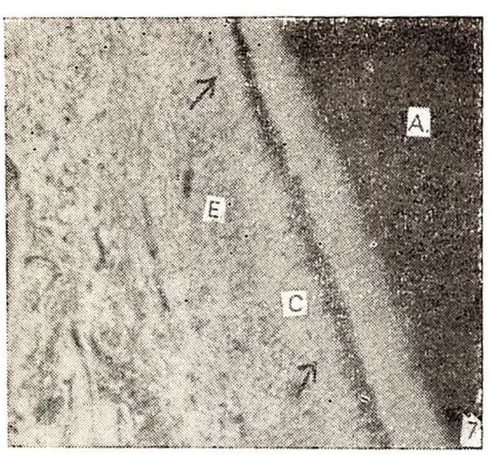

A
C
B
D
2


C
A
B
3


B
D
C
A
4







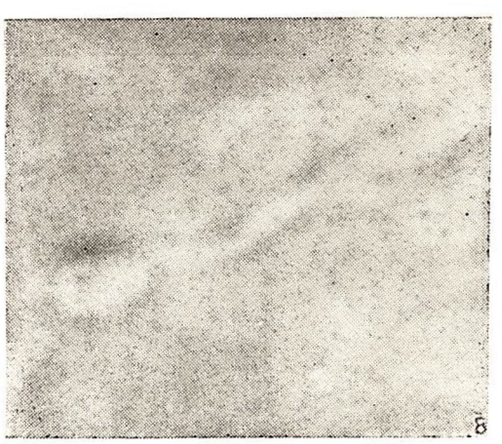
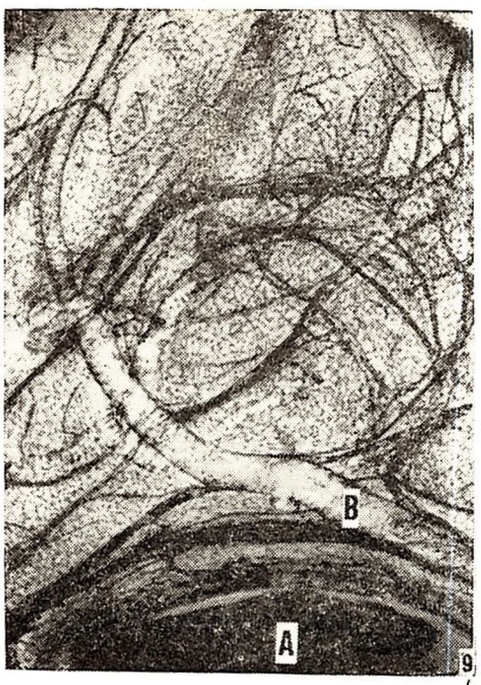


FIG. 5 — Diente de perro unirradicular. Región coronaria. Coloración: Doble impregnación de Del Río Hortega. **A** Vasos voluminosos axiales; **B** Vasos desplazándose a través de los estratos periféricos pulpares.

FIG. 6 — Diente de perro unirradicular Región coronaria. Coloración: Doble impregnación de Del Río Hortega. **A** Dentina; **B** Red capilar odontoblástica; **C** Vasos atravesando los estratos periféricos; **D** Vasos más o menos paralelos a la zona de Rasckow.

FIG. 7 — Diente unirradicular temporario. Región coronaria. Coloración: Hematoxilina F. de Heidenhain. **A** Dentina; **B** Predentina; **C** Capa odontolblástica; **D** Endotelio capilar en la zona basal de Weill; **E** Estrato polimorfo.

FIG. 8 — Canal vascular en la dentina de un diente temporario. Coloración: H. F. de Heidenhain.





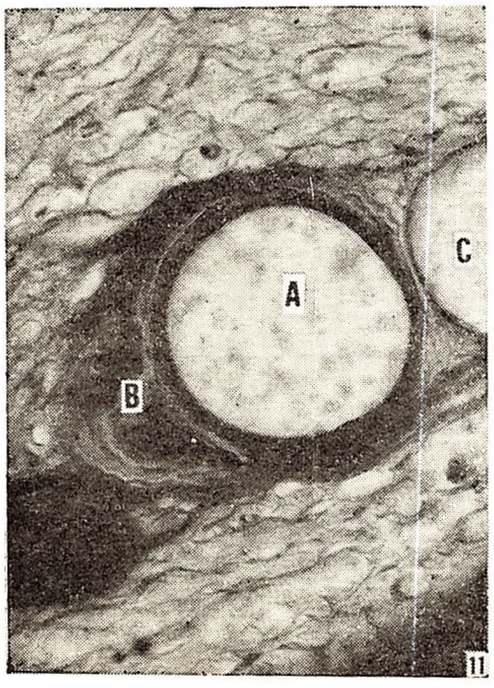
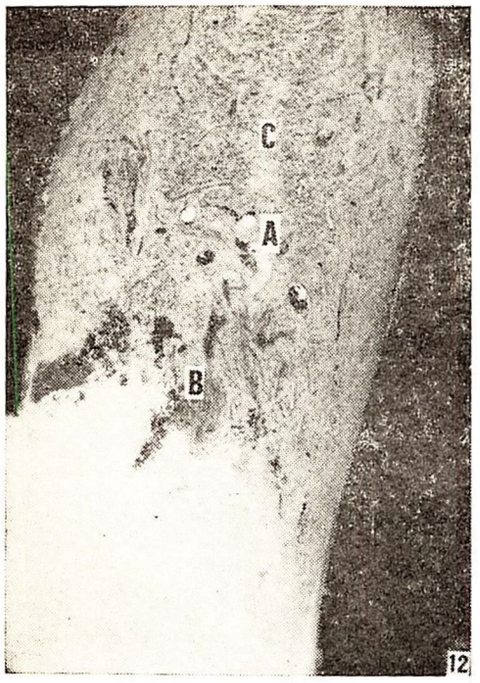
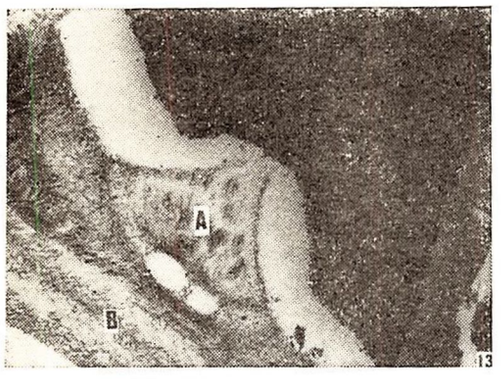


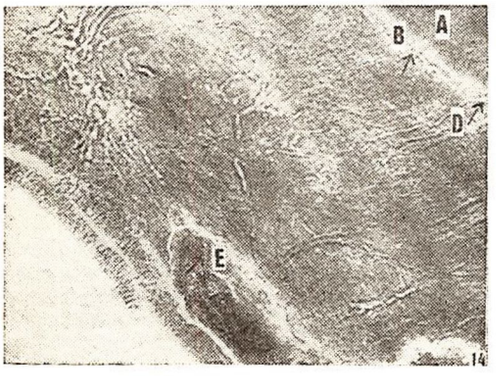
FIG. 9 — Diente multirradicular Región coronaria. Coloración: Cajal en cortes. Vascularización e inervación abundantes e irregulares. **A** Dentina del piso cameral; **B** Vaso manteniendo en su recorrido distintos tipos de relaciones neurovasculares.

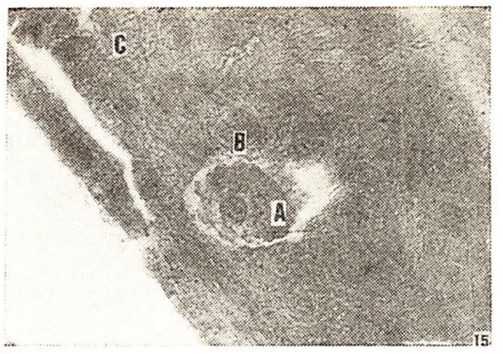
FIG. 10 — Diente temporario multirradicular en vías de rebsorción. Región coronaria. Coloración: orceina. Una arteria llena de hematies ocupa todo el campo. **A** Pared vascular.

FIG. 11 — Diente unirradicular. Zona radicular. Coloración: H. F. de H. **A** Arteria; **B** Nervios cortados transversalmente en estrecha relación con el vaso. Ambas rodeadas por una envoltura común de tejido conjuntivo; **C** Vena. Obsérvese la diferencia de calibre de los elementos vasculares.









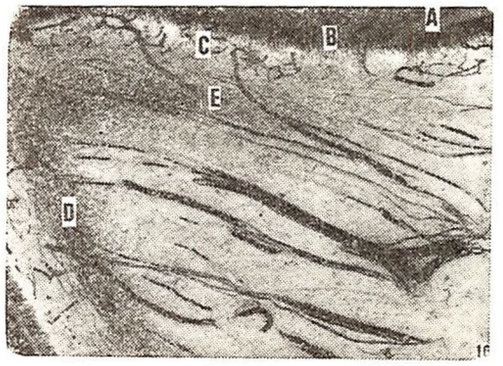
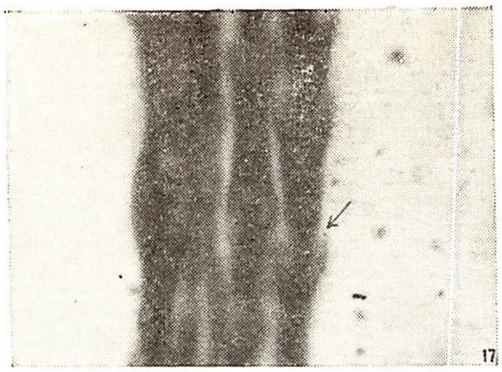


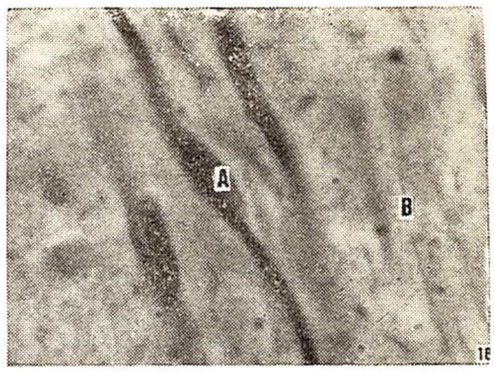
FIG. 12 — Diente temporario unirradicular en rebsorción. Coloración: H. F. de H. Existen vasos y nervios, pero no con la distribución topográfica descrita. **A** Vasos; **B** Haz nervioso; **C** Fibras nerviosas aisladas.

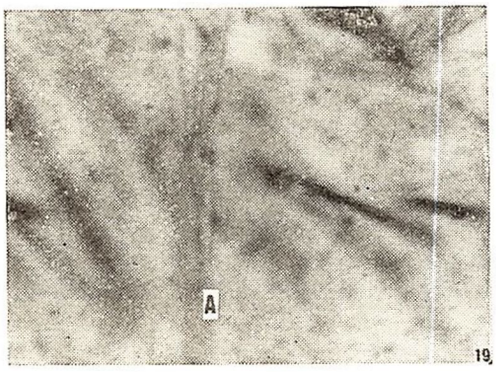
FIG. 13 — Diente temporario totalmente reabsorbido. Coloración: Doble impregnación de D. R. Hortega. **A** Remanente pulpar con varios vasos; **B** Tejido conjutivo subyacente casi vascular.

FIG. 14 — Diente caduco. Tercio superior de la raíz. Canales vasculares propios del cemento. Coloración: H. F. de H. **A** Dentina; **B** Límite cemento dentinario; **C** Rica red de canales propios; **D** Canales propios distribuídos regularmente en el cemento. Son prácticamente paralelos y algunos se introducen en la dentina; **E** Canal atravesando las laminillas de un sistema de Havers.

FIG. 15 — Diente caduco. Tercio superior de la raíz. Coloración: H. F. de Heidenhain. **A** Sistema de Havers; **B** Canales propios del cemento que se dirigen hacia el sistema; **C** Red de canales propios.







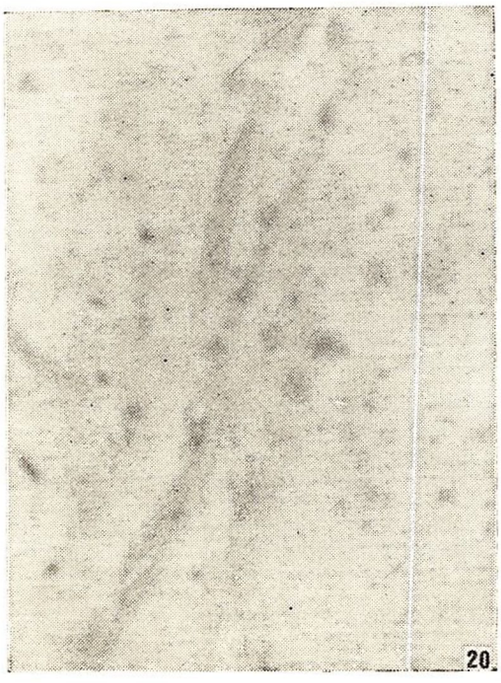


FIG. 16 — Diente multirradicular. Región coronaria. Vascularización e inervación pulpar. Coloración: H. F. de H.; **A** Dentina; **B** Odontoblastos; **C** Red capilar subodontoblástica **D** Plexo de Rasckow; **E** Vaso; **F** Haz nervioso aferente. Por el método de la Hematoxilina férrica de Heidenhain, la sangre se tiñe en negro intenso, los nervios generalmente en azul oscuro pero pueden teñirse con igual tono que la sangre. Entonces hay que distinguir los vasos que están llenos de sangre de los haces nerviosos. Estos últimos, pueden presentarse muy compactos, pero en alguna zona de su recorrido, se individualizan sus fibras constitutivas.

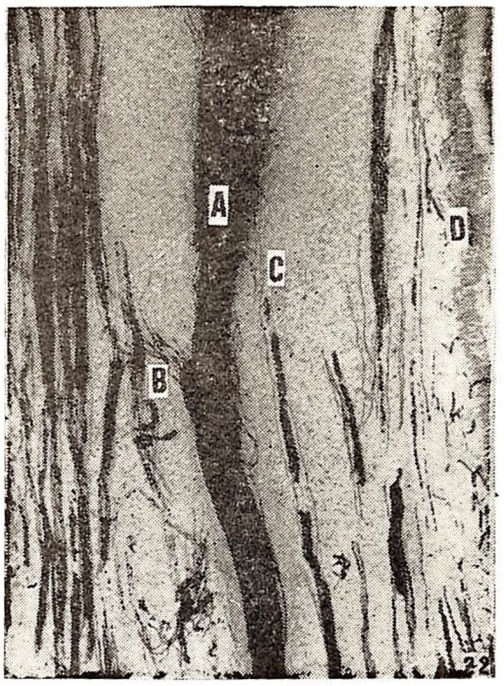
FIG. 17 — Diente multirradicular. Zona de la raíz. Coloración: H. F. de H. Fibras nerviosas mielínicas, (gruesas), donde se hacen visibles las interrupciones de esa vaina en las cisuras de Smidth - Lanterman.

FIG. 18 — Diente multirradicular. Zona coronaria. Coloración: H. F. de H.; Fibras amielínicas (medianas); **A** Núcleo de Schwann; **B** Fibras finas, visibles los husos de Cajal.

FIG. 19 — Diente multirradicular. Región coronaria. Coloración: H. F. de H.; Fibras que han perdido su mielina (finas), y se presentan aparentemente desnudas al microscopio óptico. **A** Husos de Cajal de la fibra nerviosa; Las figuras 17, 18 y 19 fueron tomadas al mismo aumento. Compárese el tamaño de las fibras y la morfología. Los núcleos de Schwann, fig. 18, además de su gran tamaño, están lateralizados, los husos de Cajal. Figs. 18 y 19, muy pequeños, se hallan en el medio de la fibra.

FIG. 20 — Diente permanente multirradicular. Región coronaria. Coloración: P. A. S.; Fibras nerviosas en la pulpa dentaria.





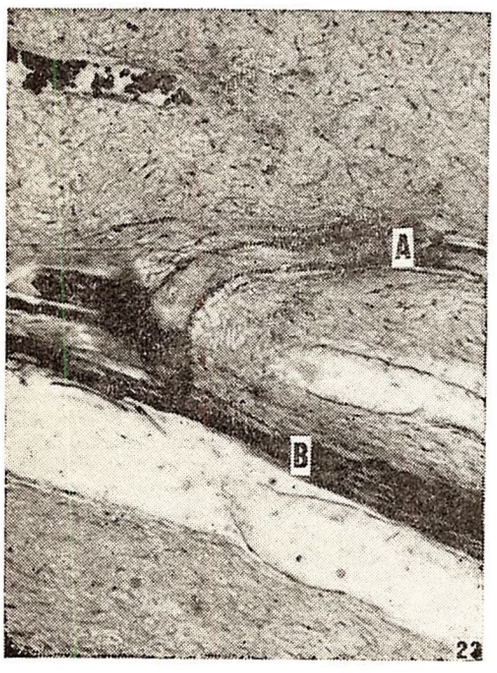
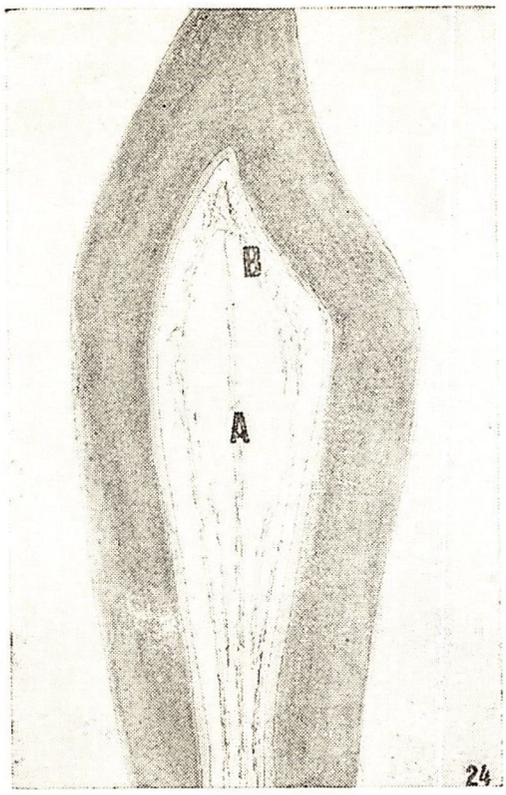


FIG. 21 — Diente multirradicular. Porción radicular. Coloración: H. F. de H.; Varios haces nerviosos que se van separando a medida que se dirigen hacia oclusal. Cada haz está integrado por fibras paralelas. En esta zona se desprenden muy pocas fibras hacia los estratos periféricos pulpares.

FIG. 22 — Diente unirradicular. Región coronaria. Coloración: H. F. de H.; **A** Haz nervioso central con fibras muy juntas y prácticamente paralelas; **B** Fibras que se asocian con haces del contingente lateral; **C** Fibras que se desprenden para acompañar a los vasos; **D** Red capilar odontoblástica; Obsérvese el paralelismo entre haces nerviosos laterales y vasos de la misma zona.

FIG. 23 — Diente unirradicular. Porción coronaria; Coloración: H. F. de H. **A** Vasos pulpares; **B** Haz nervioso a fibras netamente paralelas.





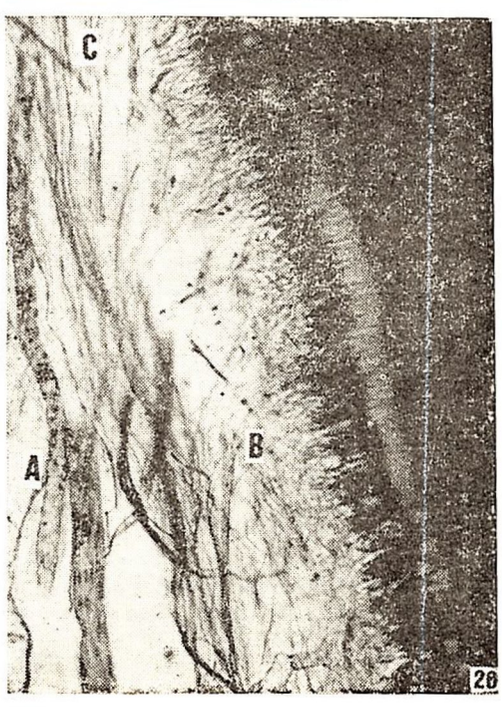
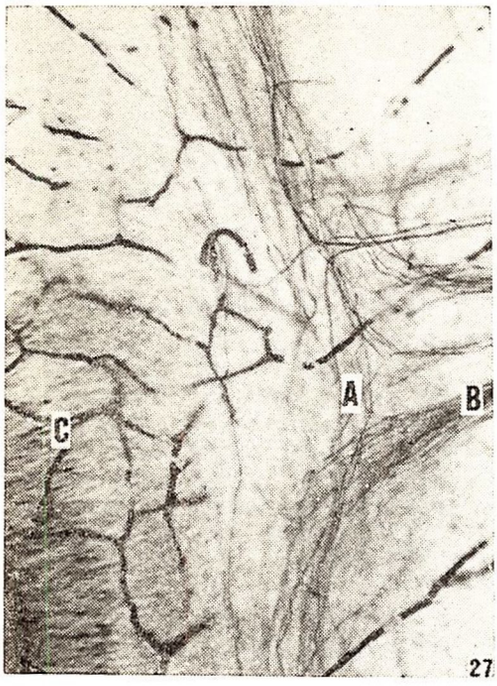


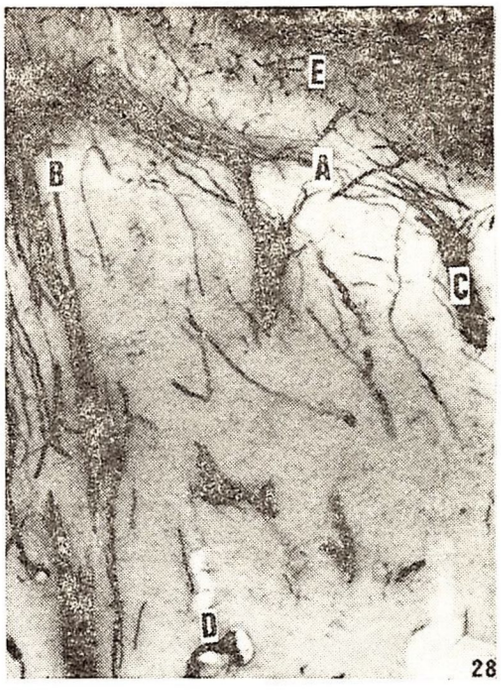
FIG. 24 — (Esquema de la inervación de un diente unirradicular). En la zona radicular los haces están muy juntos, en la zona coronaria están separados por una proporción considerable de tejido conjuntivo; **A** Haz nervioso central que prácticamente sirve de eje desde apical a incisal. En esta última zona se relacionan las fibras de dicho haz y las de aquellas ubicadas lateralmente (**B**). Del contingente lateral, se desprenden fibras generalmente arciformes que se dirigen hacia las zonas periféricas pulpares y a predentina y dentina. En la zona incisal las fibras eferentes afectan una disposición más irregular.

FIG. 25 — Diente unirradicular. Región coronaria. Corte algo tangencial; Coloración: H. F. de H.; Se observa una distribución más irregular de vasos y nervios, disposición plexiforme, intercambio de fibras, relaciones neurovasculares.

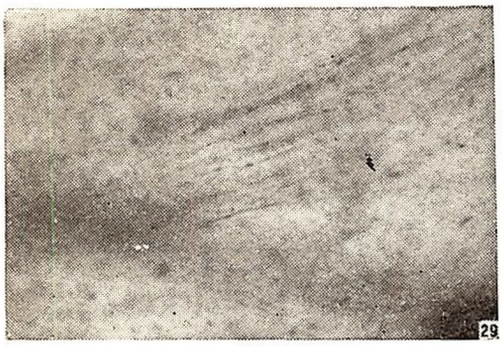
FIG. 26 — Diente unirradicular región coronaria. Coloración: H. F. de H.; **A** Fibra coronaria abordando a un vaso; **B** Fibra del contingente lateral que se dirige hacia los estratos periféricos pulpares; **C** Fibra cercana a incisal, unas rectas, otras irregulares.



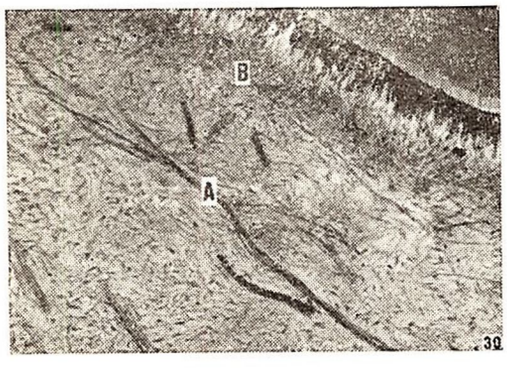
27



28



29



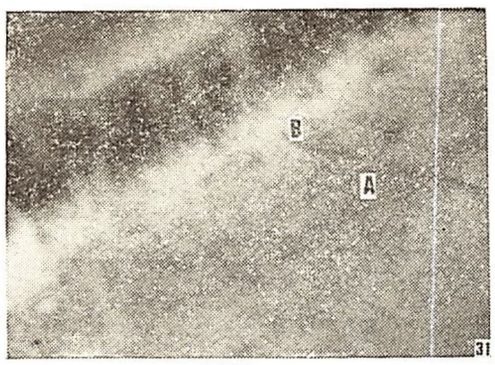
30

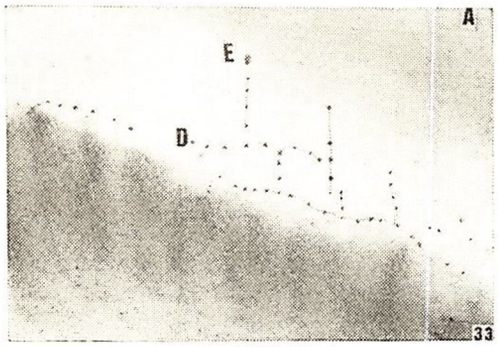
FIG. 27 — Diente multirradicular. Porción coronaria; Coloración H. F. de H.; **A** Plexo de Rasckow; **B** Haces nerviosos aferentes en la zona central de la corona; **C** Red capilar odontoblástica.

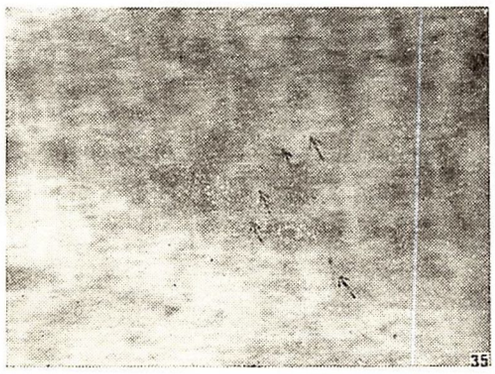
FIG. 28 — Diente multirradicular. Corona. Coloración: H. F. de H.; Visión topográfica parcial de: **A** Plexo de Rasckow; **B** Haz aferente que aborda un cuerno pulpar; **C** Haces aferentes cuyo contingente fibrilar constituye la zona oclusal del plexo; **D** Relaciones neurovasculares; **E** Red capilar odontoblástica.

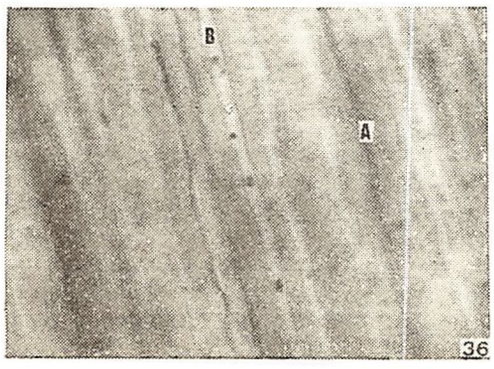
FIG. 29 — Diente multirradicular. Porción coronaria; Coloración: H. F. de H.; Haz de distribución integrado por fibras muy finas, husos bien teñidos y sin distribución plexiforme.

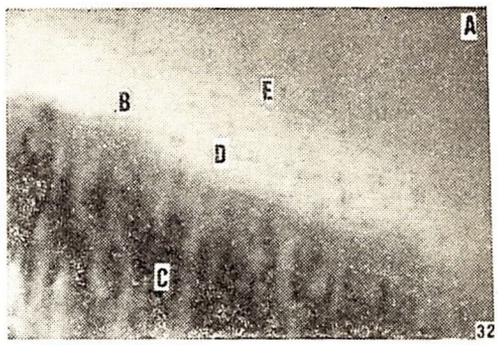
FIG. 30 — Diente multirradicular. Zona coronaria. Coloración: H. F. de H.; En el tejido pulpar se observa en: A Fibras correspondientes al plexo de Rasckow; **B** Fibras eferentes independientes que se van introduciendo en el estrato polimorfo.











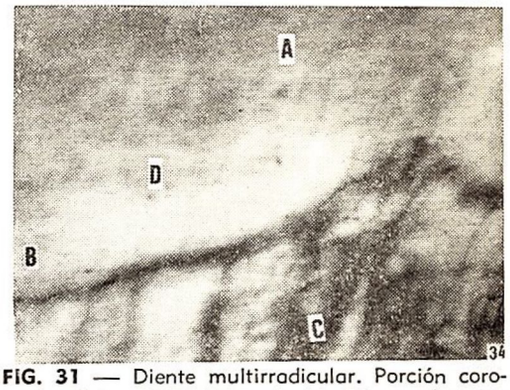


FIG. 31 — Diente multirradicular. Porción coronaria; Coloración: H. F. de H. Fibras eferentes del plexo de Rasckow. Son arciformes y van perdiendo su mielina a distintas alturas para hacerse desnudos y casi imperceptibles. **A** Fibra que se desmieliniza a la altura del estrato polimorfo; **B** Fibra que pierde su mielina en la zona basal de Weill.

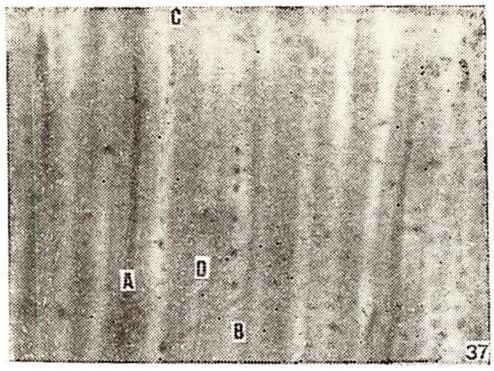
FIG. 32 — Diente multirradicular. Porción coronaria; Coloración: H. F. de H.; Inervación intra y extracanalicular; **A** Dentina; **B** Predentina; **C** Odontoloblastos; **D** Fibras nerviosas extracanaliculares más o menos paralelas al límite dentino pulpar; **E** Fibras nerviosas intracanaliculares penetrando en la dentina.

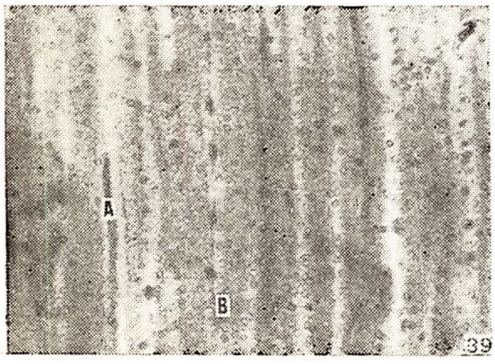
FIG. 33 — Esquema del campo microscópico de la figura 32. Igual sinonimia.

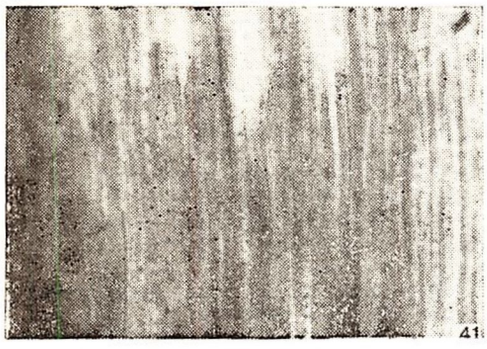
FIG. 34 — Diente multirradicular. Porción coronaria; Coloración H. F. de Heidenhain; **A** Dentina; **B** Predentina; **C** Pulpa dentaria; **D** Fibra nerviosa que el preparado se ve venir profundamente desde el estrato odontoblástico. También se observa su continuación en la dentina.

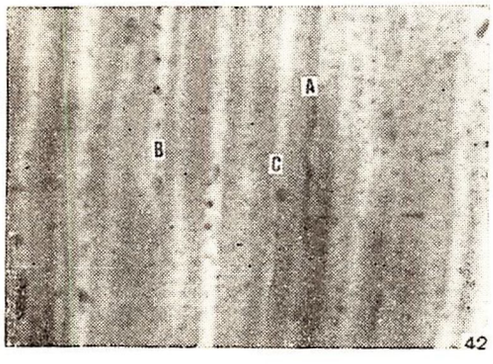
FIG. 35 — Diente unirradicular. Corona. Coloración: H. F. de H.; Sector de dentina donde se ha podido fotografiar en un mismo campo y en el mismo plano, varias fibras nerviosas en canalículos contiguos.

FIG. 36 — Diente unirradicular. Porción coronaria. Tercio interno dentinario. Coloración: H. F. de H.; **A** Fibra de Tomes; **B** Canalículo en el cual se desplaza una fibra nerviosa en la que se hacen visibles solamente los renflements y no el filamento nervioso.









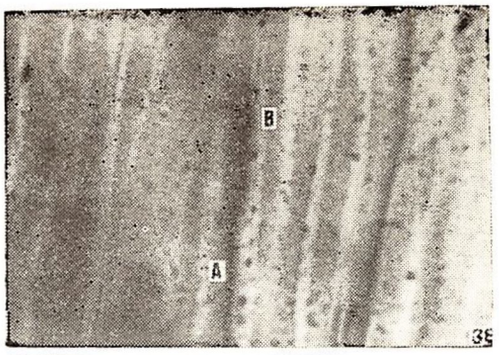




FIG. 37 — Diente multirradicular. Región coronaria. Tercio medio dentinario. Coloración: H. F. de H.; **A** Fibra de Tomes; **B** Fibra nerviosa, cuyos husos de Cajal más grandes, (zona interior) están más separados que en la parte superior, donde son más pequeños; **C** Fibra nerviosa cuyos renflements, los constituyen pequeñísimas esferas muy juntas unas de otras; **D** Esfera aparentemente terminal de una fibra nerviosa. Obsérvese las diferencias de grosor y estructura entre las fibras de Tomes y las nerviosas.

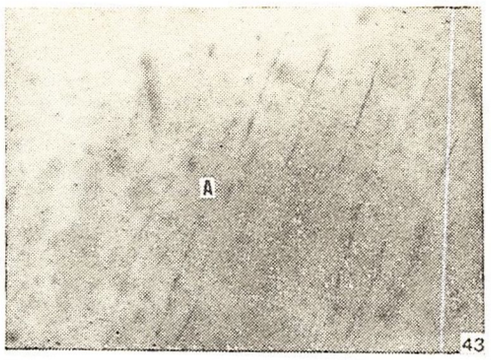
FIG. 38 — Diente multirradicular. Perción coronaria. Tercio interno dentinario; Coloración: H. F. de H.; **A** Fibra de Tomes; **B** Fibra nerviosa.

FIG. 39 — Diente multirradicular. Corona. Tercio interno de la dentina; Coloración: H. F. de H.; **A** Fibra de Tomes; **B** Fibra nerviosa.

FIG. 40 — Diente multirradicular. Corona. Tercio interno de la dentina. Coloración: H. F. de H.; Fibras nerviosas rectas dentro de sus respectivos canalículos dentinarios.

FIG. 41 — Diente multirradicular. Región coronaria. Tercio interno de la dentina. Coloración: H. F. de H.; En este sector cada canalículo posee su fibra nerviosa. La fotografía no permite apreciar la proporción existente. Esta microfotografía como la 37 permite apreciar la relación entre tamaño de renflements y las distancias entre ellos.

FIG. 42 — Diente multirradicular. Porción coronaria. Tercio medio dentinario. Coloración: H. F. de H.; **A** Fibra de Tomes; **B** Fibras nerviosas; **C** Esfera más voluminosa, aparentemente terminal.



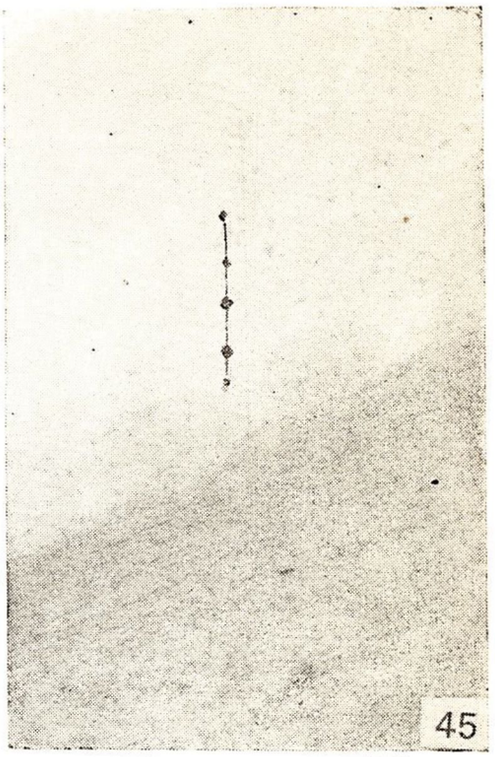




FIG 43 — Diente multirradicular. Corona. Tercio externo de la dentina; **A** Fibra nerviosa que se ve desaparecer al ir acercándose al límite amelo dentinario.

FIG. 44 — Diente multirradicular. Límite amelo dentinario. Coloración: H. F. de H. **A** Fibra nerviosa de la zona terminal de la dentina. Es recta y sin ramificaciones terminales, tal como el canalículo que la aloja.

FIG. 45 — Dibujo de la figura 44.





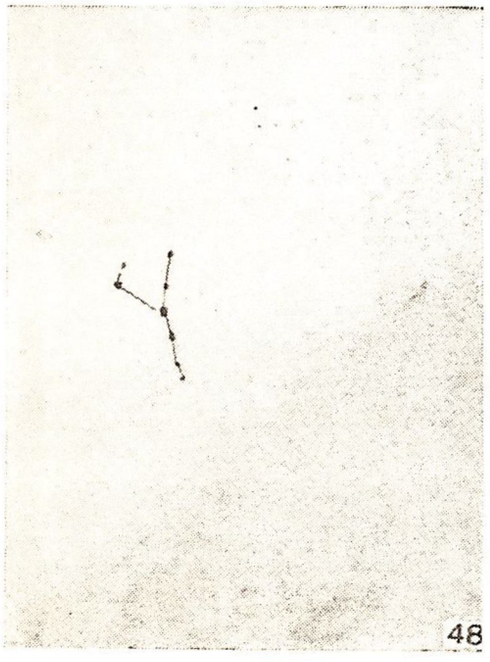


FIG. 46 — Diente multirradicular. Límite amelo dentinario; Coloración: H. F. de H.; Fibra nerviosa semejante a la de la figura 44

FIG. 47 — Diente multirradicular. Límite amelo dentinario; Coloración: H. F. de H.; Fibra nerviosa ubicada en un canalículo que se dicotomiza.

FIG. 48 — Dibujo de la fig. 47. En el preparado aparece otra ramificación no visible en la microfotografía.

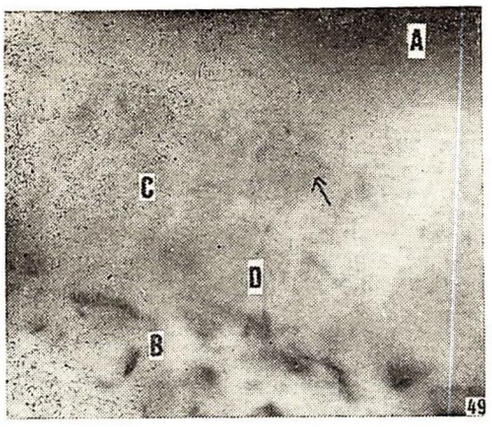


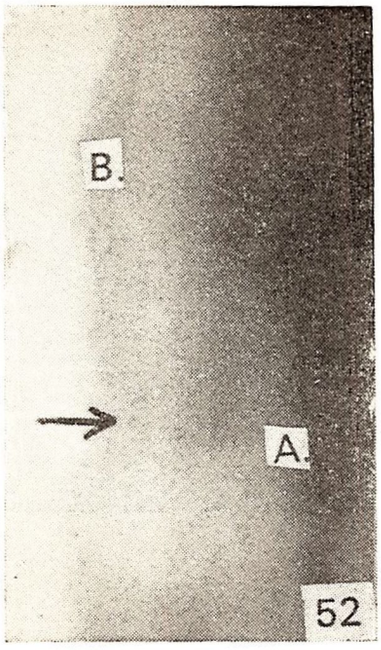




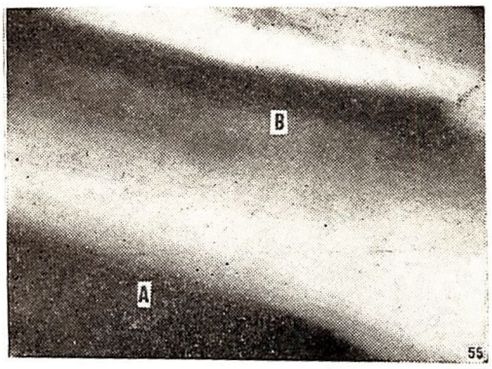
FIG. 49 — Diente temporario multirradicular. inervación en el cemento. **A** Dentina; **B** Periodonto; **C** Cemento; **D** Fibra nerviosa arciforme en el cemento que le atraviesa en casi todo su espesor.

FIG. 50 — Diente unirradicular permanente; Coloración: H. F. de H.; Larga fibra nerviosa del cemento.

FIG. 51 — Diente permanente unirradicular; Coloración: H. F. de H.; Fibra nerviosa del cemento más irregular que las que se hallan en la dentina.







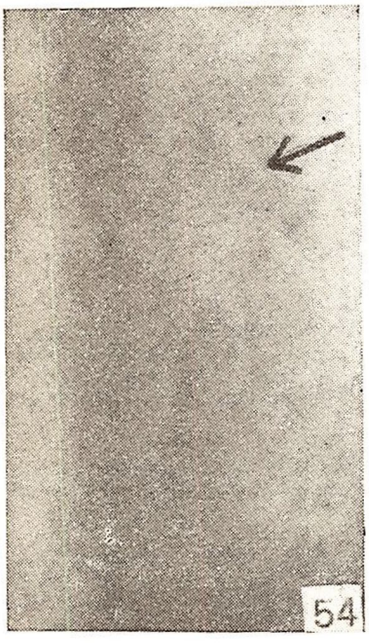
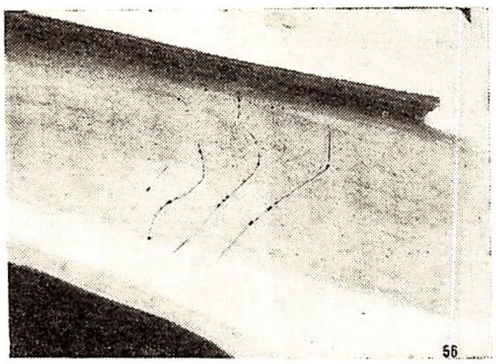


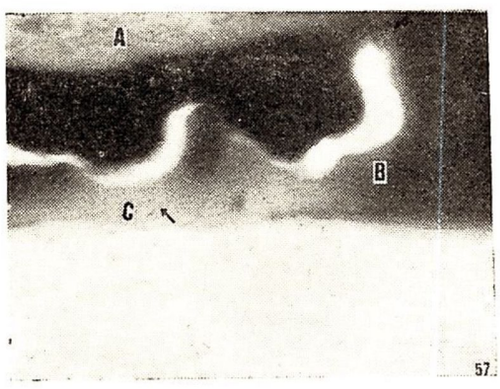
FIG. 52 — Diente permanente unirradicular; Coloración: H. F. de H.; A. Fibra nerviosa recta, perpendicular a las líneas incrementales y casi paralela a las perforantes. Si bien es una fibra mucho más fina que las dentinarias, presenta la regularidad de ellas. El filamento casi imperceptible, aloja husos de Cajal regulares y equidistantes.

FIG. 53 — Diente permanente unirradicular; Coloración: H. F. de H.; Fibra nerviosa recta del cemento.

FIG. 54 — Diente temporario multirradicular; Coloración: H. F. de H.; Fibra nerviosa recta del cemento, atravesando perpendicularmente a las fibras colágenas o perforantes.

FIG. 55 — Diente permanente unirradicular; Coloración: H. F. de H.; Fotomicrografía correspondiente a un sector dentario vecino a cervical. Se ha separado la dentina **(A)**, del cemento **(B)**. Esta separación ha sido mayor al acercarnos a apical. En el sector de cemento mostrado, han sido localizadas varias fibras nerviosas. Ellas son visibles en la zona más cercana a la dentina, no en las vecinas al periodonto.





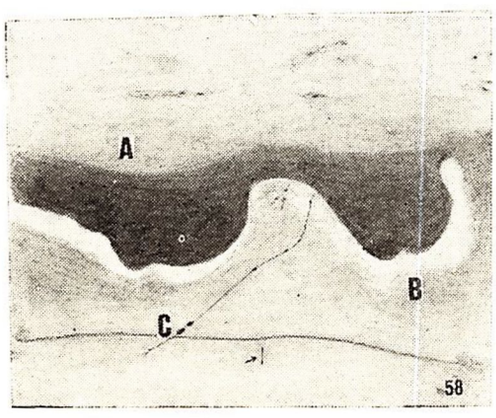


FIG. 56 — Esquema de las fibras localizadas en la **figura 55.**

FIG. 57 — El mismo diente de la **figura 55,** ha sido tomado más apicalmente, allí donde la separación de los dos tejidos calcificados es mayor. Por lo tanto la toma fotográfica, no pudo abarcar la dentina; **A** Periodonto; **B** Cemento; **C** Fibra que parece iniciarse o terminar en la zona donde se produjo la separación de los dos tejidos.

FIG. 58 — Esquema de la **figura 57; C** Se ha dibujado la fibra en todo su recorrido visible; Señaladas las otras fibras del mismo campo.

Indice

		PAG.
PREFACIO		7
I	INTRODUCCION	9
II	MATERIAL Y METODOS	11
III	VASCULARIZACION	13
	1 Pulpar	13
	a Topografía	13
	b Estructura y ultraestructura	14
	c Variaciones con la edad	16
	2 Dentina	18
	3 Cemento	19
	4 Circulación linfática	19
IV	INERVACION	23
	5 Generalidades	23
	edad	23
	uni y multirradiculares	24
	pulpa y tejidos duros	24
	clasificación de fibras nerviosas	24
	clasificación de fibras nerviosas	25
	resección nerviosa experimental	25
	sensación pulpar	27
	vascular	27
	6 Inervación pulpar	28
	a Topografía	28
	b Dientes unirradiculares	29
	c Dientes multirradiculares	31
	7 Inervación predentinaria	32
	8 Inervación dentinaria	34
	a Generalidades	34
	b Identificación de la fibra nerviosa	36
	c Relaciones	37
	d Número	37
	e Longitud	38
	f Ultraestructura	38
	g Significación funcional	40
	9 Inervación del cemento	40
V	RESUMEN	43
BIBLIOGRAFIA		45
APENDICE		51

Impreso en
COOPEGRAF
Florida 1160
Montevideo

Setiembre/1976
Dep. Leg. 31.366