

## Un nuevo método de electrodiagnóstico dental

(Con 5 cuadros y 4 figuras)

por

B. Günther, J. Concha y F. Roeckel

### I.—INTRODUCCION

En Odontología la exploración de la excitabilidad de las fibras nerviosas dentarias constituye un problema de gran importancia teórica y práctica. Los procedimientos de estimulación mecánicos, térmicos o químicos son inadecuados por la dificultad que existe en la exacta graduación de la intensidad del estímulo; de subumbral pasa repentinamente a ser supraumbral, provocando un intenso dolor al paciente. Por estas razones se ha utilizado de preferencia el estímulo eléctrico, que puede graduarse muy exactamente y cuya intensidad se puede medir con gran precisión.

Las mayores dificultades residen en la elección de la corriente más adecuada para el electrodiagnóstico. Las características, que debería reunir la estimulación por medio de la corriente eléctrica, serían las siguientes:

1º—Incremento gradual (lineal) del voltaje.

2º—Amplio margen entre el umbral sensitivo y el umbral del dolor.

Otro de los problemas a resolver es la medición de la intensidad de la corriente en la estimulación umbral. Si dicho umbral se expresa en voltios se desconoce el voltaje que realmente excita a las fibras nerviosas intradentarias, por cuanto la mayor parte del voltaje cae a nivel del esmalte cuya resistencia es enormemente alta y que además varía de un punto a otro. Si por otra parte deseamos medir la intensidad mínima capaz de producir una excitación umbral se presenta una situación semejante. La intensidad de la corriente varía según la resistencia en determinado punto. Además se desconoce la fracción de la corriente que es realmente estimulante y cual es la parte que circula por el líquido intersticial y los tejidos que rodean a las fibras nerviosas.

En la imposibilidad de poder medir exactamente la cantidad de energía utilizada en la medición umbral es preferible—como se ha hecho en este trabajo— utilizar como índice de la excitabilidad nerviosa dentaria una relación entre dos corrientes estimulantes que difieren sólo en la forma pero que en

igualdad de condiciones producen la estimulación de un modo semejante.

El último punto importante a considerar se refiere a los electrodos. Ellos establecen el contacto entre el aparato de estimulación y el diente que se desea examinar. Este electrodo, por las razones anteriormente citadas, debe permanecer fijo en un punto determinado, debido a que desplazamientos mínimos pueden modificar substancialmente los resultados. La estimulación debe ser unipolar; en la bipolar la mayor parte de la corriente circula superficialmente entre ambos electrodos, sin que se logre una estimulación de las fibras profundas del diente. En el presente trabajo se describe un nuevo tipo de electrodo con el cual se obtienen condiciones constantes de estimulación.

## II.—MATERIAL Y METODOS

Se examinaron 35 individuos normales de diferentes edades y de ambos sexos, en los cuales se hicieron 269 determinaciones de excitabilidad eléctrica dentaria. Además se estudiaron 11 casos de pulpitis con 104 determinaciones.

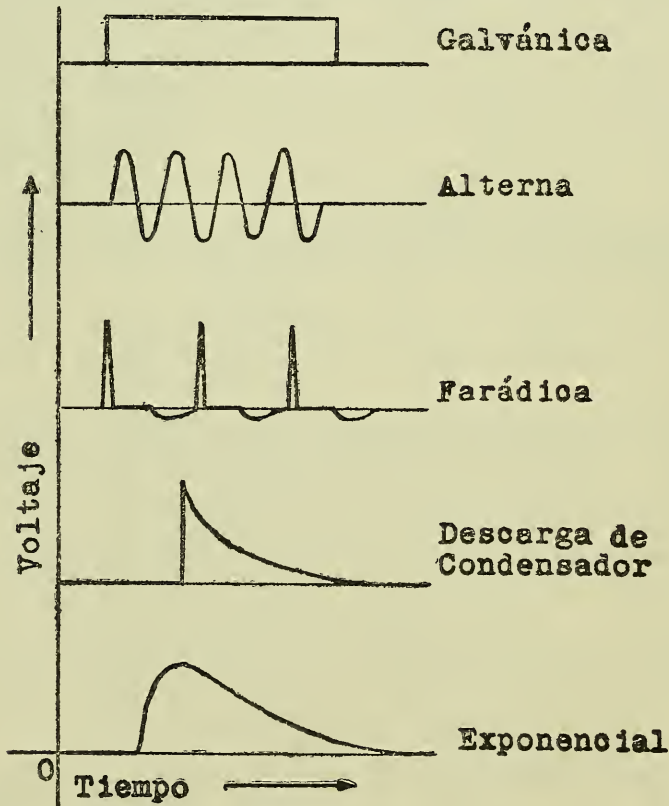


FIGURA Nº 1.

Cuadro comparativo de las distintas corrientes utilizadas con fines electrodiagnósticos.

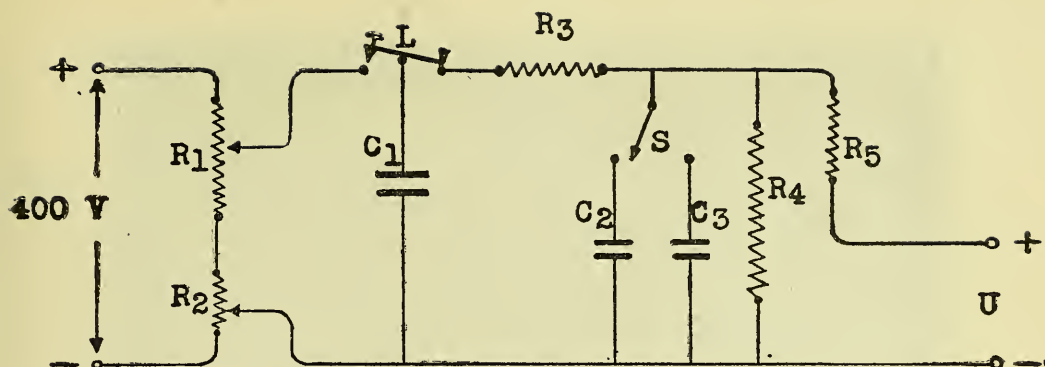


FIGURA N<sup>o</sup> 2.

Esquema del circuito eléctrico que produce corrientes exponenciales de ascenso variable. Véase explicación en el texto.

a) **Aparato de estimulación.**—Para el estudio comparativo de los diferentes tipos de corriente se pueden utilizar (Fig. 1) los siguientes:

- 1<sup>o</sup>—Corriente galvánica (batería).
- 2<sup>o</sup>—Corriente alterna de 50 ciclos por segundo (transformador).
- 3<sup>o</sup>—Corriente farádica (bobina de Du Bois-Reymond).
- 4<sup>o</sup>—Descarga de condensadores (cronaxímetro).
- 5<sup>o</sup>—Corrientes de ascenso exponencial de inclinación variable (según el circuito que describiremos a continuación).

El principio en que se basa el nuevo circuito fué designado por **Lapique** (1) con el nombre de sistema de “doble condensador”. Posteriormente ha sido utilizado por numerosos autores; para referencias adicionales véase **Günther** (2). El dispositivo utilizado en el presente trabajo y con el cual se obtienen corrientes de ascenso exponencial de inclinación variable ha sido desarrollado en este Instituto por dos de nosotros (B. G. y J. C.). El circuito se encuentra representado en la Fig. 2. La energía es suministrada por una fuente de corriente continua (400 voltios aprox.). El voltaje con el cual se carga el condensador  $C_1$  al presionar la llave Morse L se regula por medio de dos potenciómetros  $R_1$  y  $R_2$ . La graduación del voltaje de estimulación se consigue moviendo los cursores de los potenciómetros  $R_1$  y  $R_2$ ; las unidades se gradúan por medio de  $R_2$  y las decenas con  $R_1$ . Estos potenciómetros se han calibrado a rayos catódicos de manera que se obtienen unidades de voltaje absolutamente equivalentes. Al soltar la llave L el condensador  $C_1$  se descarga a través de las resistencias  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  y del paciente (U). Para obtener una corriente exponencial es necesario conectar en paralelo el condensador  $C_2$  o el  $C_3$ . Cuando se conecta el de menor capacidad ( $C_2$ ), se obtiene la corriente de ascenso exponencial  $E_1$  cuya forma aparece en la Fig 3; mientras que la

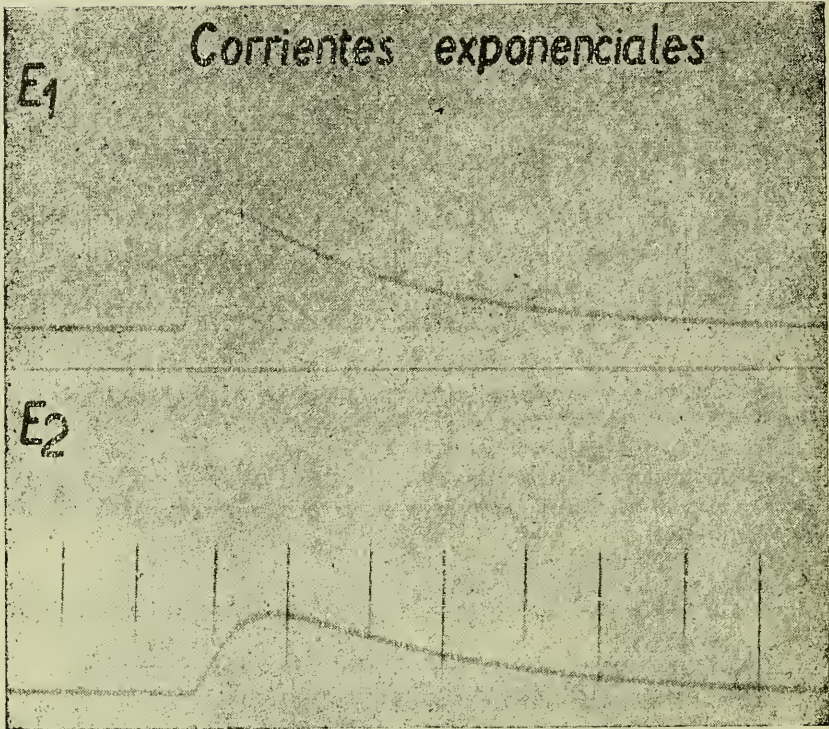


FIGURA N° 3.

Forma de las corrientes exponenciales  $E_1$  y  $E_2$ . Registro con fotoquimógrafo. Ordenadas: voltaje. Abscisas: tiempo en 0.05 seg.

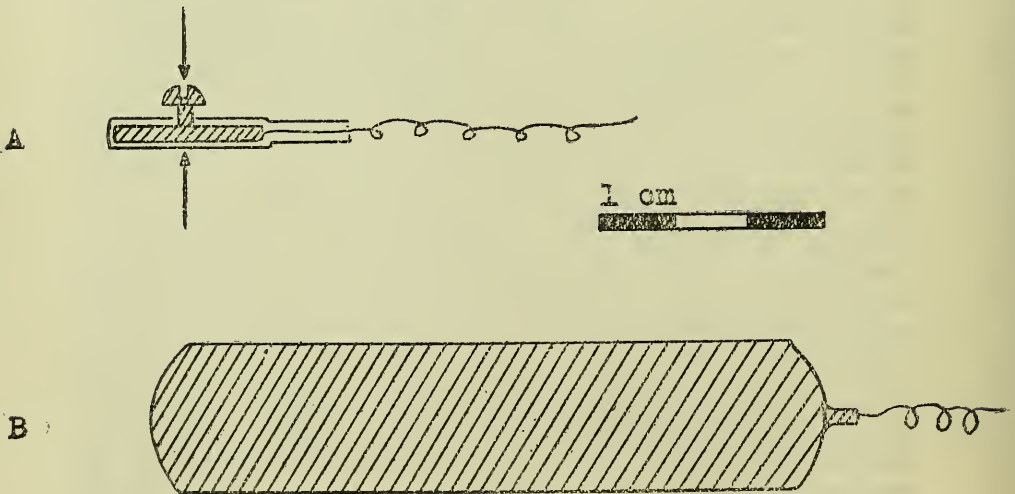


FIGURA N° 4.

Electrodos de estimulación. A) Electrodo diferente. B) Electrodo indiferente. Escala en centímetros.

conexión de  $C_3$ , por medio del selector S (Fig. 2), da una corriente exponencial  $E_2$  de menor voltaje y que asciende más lentamente que  $E_1$ . La relación de voltaje  $E_1/E_2$  es en el presente caso de 1,33.

b) **Electrodos.**—El electrodo “diferente” (Fig. 4A), ideado también en el Instituto, consta de una lámina metálica en cuyo centro se encuentra un pequeño tornillo. A excepción de la cabeza del tornillo todo lo demás se ha aislado cuidadosamente. Con el objeto de fijar este electrodo se coloca la cabeza del tornillo en el sitio de elección y se mantiene en esta posición por el mismo paciente, quien al morder el electrodo lo fija comprimiéndolo en el sentido de las flechas (Fig. 4A). En algunos casos especiales se ha utilizado un electrodo diferente, de igual construcción que el ya descrito, pero que termina en una punta metálica; es particularmente apropiado para la fijación en alguna de las fosetas de molares y premolares.

El electrodo “indiferente” es un gran cilindro metálico (Fig. 4B), que una vez humedecido con una solución salina (NaCl) adicionada de un detergente es mantenido durante toda la medición en una de las manos del paciente.

c) **Técnica de la medición.**—El paciente cómodamente sentado mantiene en una mano el electrodo indiferente previamente humedecido con la solución salina. El electrodo diferente se aplica sobre el diente que se desea estudiar, siendo fijado entre ambas arcadas por el mismo paciente.

Se comienza la medición con el voltaje más bajo, usando la corriente exponencial  $E_1$ . Se aumenta gradualmente la intensidad del estímulo hasta que el paciente acuse la primera sensación en el diente en estudio. En este momento el paciente da una señal oprimiendo un botón que cierra un circuito eléctrico especial y que enciende una pequeña ampollita. Cuando de tres mediciones hechas con un mismo voltaje se obtienen por lo menos dos respuestas positivas se anota en el protocolo la cifra umbral encontrada. En seguida se determina el umbral para la corriente  $E_2$  siguiendo la misma técnica que para  $E_1$ . La única cifra que tiene interés diagnóstico es el cociente de voltaje que se obtiene al dividir los valores obtenidos con las corrientes exponenciales. Este cociente  $E_2/E_1$  es siempre mayor que 1,0.

Esta medición se puede repetir varias veces en el mismo o en distintos puntos del diente tratando de evitar siempre la fatiga del paciente y si esto sucede se interrumpe la medición. La determinación es indolora aún en los casos de pulpitis aguda.

En cuanto a las condiciones de humedad (contacto con la saliva) no es necesario secar el diente; el exceso de saliva es inconveniente por cuanto pueden excitarse por el estímulo eléctrico tejidos extradentarios (encía, mucosa bucal o lingual). Cuando se presenta el caso de dientes sin pulpa, la estimulación de las fibras nerviosas de la encía produce una sensación totalmente distinta de la estimulación pulpar. La excitación de las fibras nerviosas gingivales da una sensación de compresión, semejante a la que se experimenta en la luxación dentaria.

### III.—RESULTADOS EXPERIMENTALES

A) **Estudio comparativo de las diferentes formas de corriente estimulante.**—Ante todo fué necesario elegir entre las diferentes corrientes que se pueden utilizar con fines electrodiagnósticos aquella más apropiada para estos fines. Nos hemos guiado por el siguiente criterio: la forma de corriente óptima será aquella cuyo margen de seguridad sea máximo, es decir, que deberá existir una gran diferencia entre el umbral sensitivo y el umbral del dolor. Para obtener un índice numérico de este factor de seguridad utilizamos el cociente de los umbrales encontrados, según la expresión siguiente:

$$\text{Factor de seguridad: } \frac{\text{Umbral del dolor}}{\text{Umbral sensitivo}}$$

Hemos analizado según este criterio la estimulación con las siguientes corrientes: galvánica, descarga de condensadores, corrientes exponenciales de diferente ángulo de ascenso ( $E_1$ ,  $E_2$ ), corriente farádica y corriente alterna.

TABLA Nº 1.—Estudio comparativo de las diferentes corrientes que se pueden utilizar en el electrodiagnóstico dentario.

TM = término medio aritmético Galv. = galvánica  
 $\sigma_M$  = desviación standard del TM. Cond. = descarga de condensadores  
 $E_1$  = exponencial 1  
 $E_2$  = exponencial 2  
 CV = coeficiente de variación en % Far. = farádica  
 Alt. = alterna

Obs.	Nº Diente	Galv.	Cond.	$E_1$	$E_2$	Far.	Alt.
I	8	1.86	2.80	4.30	4.20	1.08	1.07
II	8	1.60	3.20	2.90	4.20	1.12	1.30
III	24	2.80	2.85	2.58	2.68	1.09	1.07
IV	24	—	2.76	3.90	3.86	1.09	1.16
V	24	2.29	2.50	3.28	3.20	1.14	1.12
VI	25	1.74	1.82	2.19	2.15	1.20	1.20
VII	8	2.50	2.90	2.15	4.30	1.04	1.04
VIII	—	2.60	3.00	6.20	4.31	1.29	1.24
IX	—	2.00	2.92	4.86	4.70	1.41	1.31
X	8	—	8.00	8.50	—	1.20	—
n	—	8	10	10	9	10	9
TM	—	2.17	3.27	4.38	4.00	1.16	1.17
$\sigma_M$	—	0.15	0.53	0.60	0.30	0.03	0.03
CV	—	20	52	43	22.7	9.85	5.95

Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla Nº 1. Se observa que los factores de seguridad son muy variables de un diente a otro, pero que los términos medios demuestran claramente una diferencia notable entre la corriente farádica y alterna por una parte, con la galvánica y todas aquellas que se basan en la descarga de un condensador. La causa de esta diferencia reside en que las corrientes farádica y alterna, por la repetición de los estímulos, produce la estimulación iterativa de los nervios sensitivos. Este tipo de estimulación es particularmente apropiado para provocar dolor. El factor de seguridad en estos casos (farádica y alterna) osciló entre 4 y 41%, con un valor promedio de un 16%. Este estrecho margen nos indujo a eliminar definitivamente estas dos formas de corriente como procedimientos electrodiagnósticos. En cambio, todas las corrientes basadas en el estímulo único tienen un factor de seguridad promedio que oscila entre 200 y 400%, es decir, que sólo al duplicar o cuadruplicar la intensidad umbral se obtiene una estimulación que es desagradable o dolorosa para el paciente. Este amplio margen, especialmente notorio en las corrientes de ascenso exponencial, conjuntamente con las ventajas señaladas anterioremente, han sido los motivos por los cuales utilizamos exclusivamente este tipo de corriente.

**B) Dientes normales.**—En primer lugar se trató de establecer cuales eran los cocientes de voltaje en los diferentes dientes normales. Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla Nº 2, en la cual se ha especificado además del término medio (T. M.), la desviación standard de dicho término medio ( $\sigma_M$ ) y los coeficientes de variación (C. V.) correspondientes. Para mayores detalles acerca del cálculo estadístico véase **Günther** (3).

Se observa que los promedios de los cocientes de voltaje de los diferentes dientes son muy semejantes. El valor más bajo es 1,36 y el más alto 1,65. Estas cifras demuestran que las fibras nerviosas del diente normal presentan el fenómeno de la “acomodación” (4) o “reacción nerviosa” (5), ya que la característica de las relaciones de voltaje del aparato es de 1,33. Toda cifra superior indica cambio del umbral debido a la acomodación nerviosa.

TABLA N<sup>o</sup> 2.—Cociente del voltaje de dientes normales. Las abreviaciones son las mismas de la Tabla N<sup>o</sup> 1.

N <sup>o</sup> del diente	COCIENTE DEL VOLTAJE			N <sup>o</sup> de casos
	TM	$\sigma_M$	CV %	
2	1.52	0.038	4.4	3
3	1.36	0.081	10.3	3
4	1.54	0.070	7.8	3
5	1.38	0.145	21.0	4
6	1.41	0.042	8.5	8
7	1.53	0.072	12.4	7
8	1.45	0.031	10.4	23
9	1.44	0.031	7.6	19
10	1.46	0.039	8.9	11
11	1.40	0.022	4.5	8
12	1.37	0.055	5.7	2
13	1.48	0.050	6.7	4
14	1.37	0.040	6.5	5
15	1.52	0.075	9.8	4
17	1.39	—	—	1
18	1.59	—	—	1
19	1.43	0.061	7.4	3
20	1.60	0.130	16.2	4
21	1.50	0.098	16.0	6
22	1.47	0.041	7.6	7
23	1.40	0.044	9.0	8
24	1.53	0.044	9.1	10
25	1.43	0.031	6.1	8
26	1.40	0.090	1.7	7
27	1.44	0.033	6.9	9
28	1.60	0.160	17.5	3
29	1.39	0.056	7.2	3
30	1.53	0.033	3.7	3
31	1.65	0.057	7.8	3
Encía	1.50	0.044	14.7	24



Al final de la Tabla N<sup>o</sup> 2 aparece el valor término medio encontrado para la encía. El cociente de voltaje promedio es de 1,50, o sea una cifra que no se diferencia en nada del valor encontrado para los dientes. La diferencia entre ambos tipos de estimulación —diente y encía— debe hacerse basándose en la sensación que experimenta el paciente, ya que los cocientes de voltaje son idénticos.

De especial interés metódico son los resultados obtenidos al determinar en forma repetida en un mismo diente los cocientes de voltaje. En la Tabla N<sup>o</sup> 3 aparecen los términos medios de estas mediciones repetidas y el cálculo estadístico correspondiente. Los coeficientes de variación mayores que se han encontrado oscilan entre 10 y 13% lo que demuestra claramente que la variabilidad es muy escasa y que una técnica adecuada permite obtener cifras representativas del fenómeno en estudio.

TABLA N<sup>o</sup> 3.—Mediciones repetidas en dientes normales.

N <sup>o</sup> del diente	Cociente de voltaje			N <sup>o</sup> de mediciones
	TM	$\sigma_M$	CV %	
8	1.42	0.044	11.9	15
9	1.51	0.022	6.3	18
11	1.45	0.032	5.3	6
12	1.42	0.060	8.4	4
13	1.55	0.036	6.2	7
21	1.55	0.034	10.3	18
24	1.48	0.034	3.9	4
30	1.60	0.058	13.1	13

C) **Pulpitis.**—En la Tabla N<sup>o</sup> 4 aparecen los valores encontrados en 11 casos de pulpitis cuyo diagnóstico se había hecho clínicamente. En dicha tabla aparece el número de determinaciones que se hicieron en cada caso. Los términos medios de estas mediciones repetidas oscilan entre 1,03 y 1,23, con una dispersión de los valores individuales muy escasa por cuanto el coeficiente de variación (C. V.) de las pulpitis fué inferior a un 10%. Estas cifras cercanas a 1,0 demuestran que en los casos de pulpitis hay un cambio fundamental en las propiedades de los filetes nerviosos afectados por este proceso. No existe una acomodación nerviosa, sino que por el contrario, estos nervios responden en forma óptima a las corrientes de ascenso exponencial más lento ( $E_2$ ).

TABLA N<sup>o</sup> 4.—Dientes con pulpitis.  
Mediciones repetidas.

N <sup>o</sup> del diente	Cociente de voltaje			N <sup>o</sup> de mediciones
	TM	$\sigma_M$	CV %	
3	1.23	0.005	1.39	10
3	1.17	0.038	9.39	8
5	1.03	0.020	5.23	8
12	1.06	0.007	1.79	7
12	1.05	0.006	1.81	10
16	1.19	0.006	1.51	10
17	1.01	0.025	7.03	8
17	1.11	0.027	7.48	9
17	1.12	0.004	1.07	8
20	1.08	0.025	9.05	15
25	1.13	0.005	1.59	11

Para estar seguro de la diferencia fundamental que hay entre un diente normal y un diente con pulpitis hemos hecho el cálculo estadístico de las diferencias encontradas en mediciones repetidas, según los procedimientos habituales (3). En la Tabla N<sup>o</sup> 5 se especifican los dientes que se han comparado y el resultado del cálculo estadístico realizado en cada caso particular. Se observa que las diferencias (D) encontradas son altamente significativas en todos los casos por cuanto dan cifras superiores a 3,0.

TABLA N<sup>o</sup> 5.—Cálculo estadístico de diferencias entre dientes normales y dientes con pulpitis.

Diente normal N <sup>o</sup>	Diente con pulpitis N <sup>o</sup>	Diferencia (D)
5	5	5.17
12	12	6.00
12	12	6.42
12	5	6.17
5	12	4.96
5	12	5.03
24	25	10.15
13	12	5.88
13	12	13.80
21	20	11.10

#### IV.—DISCUSION

La exploración de la excitabilidad de las fibras nerviosas dentarias por medio de estímulos eléctricos ha seguido la misma evolución que la electrofisiología en general. Desde los trabajos clásicos de **Galvani** y los primeros estudios electrofisiológicos de **DuBois-Reymond** han persistido como procedimientos de estimulación del nervio las corrientes galvánicas y farádicas. Más tarde se hicieron estudios con la corriente alterna.

Por razones fisiológicas debe desecharse la corriente galvánica; estimula solamente en el momento del cierre del circuito y a veces en la apertura de él —cuando la intensidad de la corriente es muy grande— siendo ineficaz como estímulo durante el pasaje de la corriente.

Los aparatos generadores de corriente farádica se caracterizan por producir piques de muy corta duración; por este motivo se requieren voltajes muy altos para excitar nervios de cronaxia larga. Por otra parte, los interruptores mecánicos de estos aparatos funcionan muy irregularmente. La graduación de la intensidad en la mayoría de los estimuladores de corriente farádica y alterna se consigue desplazando el núcleo en el interior de la bobina. Este desplazamiento está graduado en forma lineal —en centímetros— mientras que en el secundario la corriente varía de intensidad en forma exponencial. Esto explica por qué en la mayoría de los casos el estímulo pasa repentinamente de subumbral a supraumbral provocando un dolor intenso al paciente. En algunos de estos aparatos se ha evitado este inconveniente utilizando para la graduación un potenciómetro. Sin embargo, como hemos demostrado anteriormente, la corriente alterna tiene un factor de seguridad sumamente bajo —lo mismo que la farádica— de manera que aún con graduación lineal la intensidad del estímulo pasa repentinamente del umbral sensitivo al umbral doloroso.

**Ziskin y Zegarelli** (6) utilizan un método de electrodiagnóstico dental basado en la estimulación con corriente alterna de 60 ciclos, midiendo en cada caso el microamperaje umbral. Con este procedimiento trataron de excluir el factor “resistencia variable” que invalida todos los procedimientos basados en la medición del voltaje. La técnica preconizada por estos autores tiene dos inconvenientes: 1º—el empleo de la corriente alterna como estímulo y 2º—el umbral expresado en cifras absolutas (microamperes), por cuanto como se ha dicho anteriormente es imposible saber qué fracción de la corriente es utilizada en el proceso de la excitación nerviosa y cual es el microamperaje que ha circulado por los tejidos circundantes. Tan es así que **Ziskin y Zegarelli** (6) encuentran que los umbrales normales de los dientes anteriores con vitalidad varían entre 1 y 20 microamperes y para los posteriores encontraron cifras que oscilan entre 1 y 30 microamperes. Esta misma variabilidad la hemos encontrado nosotros en los dientes normales si se estudian los voltajes umbrales obtenidos con la corriente exponencial  $E_1$  por ejemplo. La dispersión de los valores es extraordinaria, como ser: los dientes N<sup>o</sup> 5 normales dieron valores 1,5

y 74; los dientes N<sup>o</sup> 8 dieron umbrales entre 3 y 73. Esto explica por qué es muy difícil apreciar el límite que separa el diente normal del diente patológico.

Los estímulos únicos son los más adecuados ya que son incapaces de producir dolor, salvo que el voltaje empleado sea demasiado alto. Un método relativamente simple para obtener estos estímulos únicos es la descarga de condensador, fundamento de una de las técnicas más usuales en la determinación de la cronaxia. No hemos utilizado este procedimiento porque el factor de seguridad que hemos encontrado para este método de examen es inferior al de las corrientes de ascenso exponencial; además hay otras razones de orden técnico (características de los condensadores; deformación de las corrientes verticales al atravesar la piel).

Por las razones anteriormente expuestas hemos usado exclusivamente las corrientes de ascenso exponencial que excitan los nervios en idéntica forma y que sólo se diferencian entre sí por la inclinación del ascenso. Como no se miden valores absolutos sino que se determina la relación entre dos umbrales ( $E_1$  y  $E_2$ ) se excluyen todas las influencias que pueden hacer variar arbitrariamente los valores absolutos. El sólo hecho que nosotros hayamos encontrado en todos los dientes cocientes de voltaje ( $E_2/E_1$ ) semejantes habla en favor de la constancia del método.

En las pulpitas las cifras cercanas a la unidad son significativamente diferentes de los valores encontrados en todos los dientes normales.

En mediciones repetidas, tanto en dientes normales como en aquellos con pulpitis, los cocientes de voltaje presentan coeficientes de variación de un 10 a 13% en el peor de los casos. Estas cifras son muy bajas si se considera que las mediciones se han realizado en material humano en el cual hubo que determinar umbrales sensitivos que dependen de múltiples factores de orden psíquico.

## V. — RESUMEN

1<sup>o</sup>—Se hace un estudio comparativo de las diferentes formas de corriente que se utilizan en el electrodiagnóstico dentario y se llega a la conclusión que la corriente más apropiada es el estímulo único de ascenso exponencial.

2<sup>o</sup>—Se describen los detalles técnicos para obtener corrientes exponenciales de inclinación variable. Se preconiza un nuevo tipo de electrodo que permite obtener condiciones constantes de estimulación en el diente.

3<sup>o</sup>—Para caracterizar la excitabilidad de las fibras nerviosas dentarias se utiliza el cociente de voltajes que resulta de las cifras umbrales obtenidas con dos tipos de corriente exponencial.

4º—Se hace un estudio estadístico de los cocientes de voltaje de los dientes normales de distintos individuos y de las mediciones repetidas en un mismo diente. Los coeficientes de variación obtenidos demuestran la escasa variabilidad de los resultados.

5º—Con este procedimiento de exploración eléctrica se pueden diagnosticar con seguridad los casos de pulpitis. Hay una diferencia estadísticamente significativa entre los valores normales y las cifras encontradas en los casos de pulpitis.

6º—El método electrodiagnóstico descrito es técnicamente sencillo, el aparato es de fácil manejo, la medición se hace rápidamente y sin provocar dolor o molestias al paciente.

## S U M M A R Y

The comparative study of the various forms of electric current used in dental electrodiagnosis has shown that the condenser discharges of instantaneous or exponential ascent are the most adequate type of stimulus.

The small margin which exists between the sensitive and the pain thresholds of rhythmic stimuli (faradic or A. C.) makes these unsuitable.

A new method of electrodiagnosis with exponential increasing currents is described. The statistical analysis shows a significant difference between the values obtained in normal teeth and teeth with pulpitis.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.—LAPIQUE, L.—L'excitabilité en fonction du temps. La chronaxie, sa signification et sa mesure. París, Presses Univ. de France, 1926, Pág. 371.
- 2.—GÜNTHER, B.—Estimulación con corriente de ascenso exponencial. Bol. Soc. Biol., Concepción, 1941, 15, 115.
- 3.—GÜNTHER, B.—Cálculo de probabilidades en Biología y Medicina. Ciencia é Invest., 1945, 1, 407.
- 4.—NERNST, W.—Zur Theorie des elektrischen Reizes. Pflüg. Arch. ges. Physiol., 1908, 122, 280.
- 5.—LORENTE DE NO, R.—A Study of Nerve Physiology. New York. The Rockefeller Institute of Medical Research, 1947, 131, 435.
- 6.—ZISKIN, D. E., ZEGARELLI, E. V.—The pulp testing problem: The stimulus threshold of the dental pulp and the peridental membrane as indicated by electrical means. J. Amer. Dent. Ass., 1945, 32, 1439.

