

ELECTRODIAGNOSTICO

POR EL

Dr. Alberto Stucchi

Versión tomada de las clases del Profesor Dr. Alberto Stucchi, en el curso de Fisiología Diagnóstica, por **Bernardo Peláez**, Practicante mayor a la cátedra

SUMARIO: Electro-diagnóstico, definición. — Instrumental y útiles necesarios — Umbral de excitación y puntos éxcito-motores — Técnica - Electro - Fisiología farádica y galvánica. — Forma y duración de la contracción muscular normal. — Tétano fisiológico. — Fórmula normal de Erb-Electro-Patología Galvánica y Farádica. — Alteraciones cuantitativas y cualitativas. — Hiper, hipo e inexcitabilidad farádica y galvánica. — Reacción miástica de Jolly y miotónica de Thomsen. — Reacción de Erb, Rich, Tiemick-mann, Remak, Doumer, Guillarducci. — Cronaxia — Sus fundamentos. — Experiencias de Du Bois Reymond, Hoerweg y Weiss. — Procedimientos para su estudio; método de Cluzet, Bourguignon, Lapieque y de Strohl. — Utilidad del estudio de la cronaxia.

Se puede definir el electrodiagnóstico, como el conjunto de conocimientos de electro fisiología y de electro patología aplicados a la clínica, es decir, con un fin diagnóstico y pronóstico.

El electrodiagnóstico, en su acepción común, solo comprende el estudio de las reacciones neuro musculares, es decir, la respuesta de los músculos y nervios a la excitación por el agente eléctrico; choque de inducción y corriente galvánica, en sus estados de cierre y de apertura. Pero en un más amplio sentido, el electrodiagnóstico se utiliza también en ginecología y en el estudio de la resistencia eléctrica del cuerpo humano, método hoy casi abandonado, así como en la investigación del vértigo voltaico, que en estos últimos tiempos empieza a cobrar cierta importancia clínica.

A fin de ser lo más claro y sintético posible cabe, desde ya,

hacer un distingo entre el electrodiagnóstico clásico, es decir, aquel que, como lo veremos luego, se funda en buscar el umbral de contracción en intensidad, y la cronaxia o sea la investigación del umbral de tiempo; método, este último, cuya aplicación clínica no tiene aún sanción definitiva, siendo por ello que hasta el presente esté poco difundido, por lo menos entre nosotros.

En el presente esquema se encuentran los tópicos más indispensables que se deben conocer acerca de este importante capítulo, y al mismo tiempo él será útil para fijar ideas y evitar confusiones. A fin de ser más didáctico, dividiré su estudio en la forma gráfica que lo hace Nogier, mencionando: 1°. lo que se debe tener, 2°. lo que se debe saber, 3°. lo que se debe hacer; seguidamente estudiaremos la electrofisiología y la electropatología farádica y galvánica, y, por último, expondremos algunas breves nociones acerca de la cronaxia.

Lo que se debe tener.—

Ante todo, se debe disponer de una fuente galvánica (sector de la usina, batería de acumuladores o de pilas); y farádica (con secundario de hilo mediano).

Son preferibles para el manipuleo y el examen a domicilio, los tableros mesas o pantostatos, a los murales o verticales. Todos ellos contienen reóstato o reductor de potencial, miliamperímetro, inversor e interruptor de corriente, etc. Se tendrán además reóforos, electrodos esponjosos, uno de gran tamaño (200 a 300 Cmt. cuadrados) que servirá de electrodo indiferente, y otros pequeños de 1 a 2 C. edos. (tapones u olivares) montados de preferencia en mango interruptor, que servirán de electrodos activos. El local de examen debe ser templado. Su temperatura en invierno no debe ser menor de 20 a 22 grados, y además muy bien iluminado a fin de que se puedan apreciar las menores contracciones musculares. Se debe poseer también un juego de condensadores, un sillón o chaise-longue, agua caliente para lavar la región y embeber los electrodos, etc.

Lo que se debe saber.—

La contracción eléctrica de los músculos debe obtenerse llevando la excitación por sus puntos excito motores. El punto excito motor de un nervio, es la parte más superficial de dicho nervio; y el de un músculo, es el punto por donde entra su nervio.

La intensidad de la corriente excitante debe elevarse hasta obtener el umbral o suelo de la excitación, el que puede definirse diciendo: que es la máxima contracción que se obtienen, con el mínimun de intensidad.

Existen cuadros o mapas indicadores de los puntos excito-motores de los músculos y nervios, confeccionados primero por Duchenne de Boulogne y luego, modificados y perfeccionados por Erb, Ziemsen, Castex, Chatsky y otros, que constituyen un ayuda-memoria y poderosa guía, sobre todo, para los recién iniciados en estos exámenes, con la única reserva que se debe tener muy en cuenta para no incurrir en error, de que, ellos son exactos y precisos tratándose de personas sanas o normales, lo que constituye una excepción en la práctica; de ahí, la observación y consejo de Zimmer, de que "la exploración y obtención de los puntos excito-motores, es una de las partes más delicadas del electrodiagnóstico, y, por consiguiente, se le debe dedicar gran atención y cuidado"

Lo que se debe hacer.—

El enfermo estará sentado o acostado y los músculos a examinar relajados. Refiriéndome al método monopolar exclusivamente, por ser él casi universalmente usado, el electrodo indiferente debe ser colocado de preferencia en la nuca, o en la región intercapular, o en la lumbar, según que se examinen los músculos y nervios de la cara, del torax o miembros superiores, o los del abdomen y miembros inferiores respectivamente.

El examen debe comenzarse por el lado sano, y con intensidad mínima, aumentando ésta hasta obtener el umbral de contracción, llevando el electrodo activo a los nervios y luego a los músculos, en los puntos excito-motores, como queda dicho, haciéndolo actuar

alternativamente como polo negativo y positivo y provocando las sacudidas de cierre y de apertura con cada uno de ellos, interrumpiendo espacialmente la corriente. Después de las anotaciones respectivas, se hace lo mismo con el lado enfermo.

Se utiliza primero la corriente farádica porque es la más excitante, y, además, no polariza los tejidos, luego se terminará el exámen con la corriente galvánica.

Tratándose de la determinación de la cronaxia, deben colocarse las resistencias correspondientes, como se verá al final, y se aislarán perfectamente el enfermo y el operador.

ELECTRO-FISIOLOGIA FARADICA Y GALVANICA

Cuando se excita en su tronco un nervio motor por un choque de inducción, se produce la contracción en masa de todos los músculos inervados por él; en cambio si la excitación se lleva directamente sobre el músculo, solo se produce la contracción de este músculo. La intensidad de la sacudida es mucho mayor en el primer caso (excitación indirecta) que en el segundo (directa), y su carácter es normalmente la de ser brusca e instantánea.

Ahora bien; cuando para producir esta excitación en un nervio o músculo normal, usamos la corriente galvánica en sus estados de cierre y de apertura, aparecen, a medida que se aumenta lenta y progresivamente la intensidad, una serie de sacudidas, tanto para los nervios motores como para los músculos, y cuyo orden, es el siguiente:

- 1° Sacudida al cierre de la corriente con el polo negativo.
- 2° " " " " " " " " " positivo.
- 3° " a la apertura de la corriente con el polo positivo
- 4° " " " " " " " " " negativo

Este orden de sacudida, así como la intensidad con que se producen, tiene el valor de una ley general, y se expresa por la fórmula normal de Erb:

$$SCN > SCP > SAP > SAN$$

$$3M. A \quad 5M. A \quad 7M. A \quad 12 \text{ a } 15 M. A.$$

Conviene notar, sin embargo, a fin de evitar falsas interpretaciones que existen algunos nervios y músculos que hacen excepción a esta ley general. Así, por ejem. en los nervios mediano, radial y peroneo, la apertura con el polo positivo se produce con una intensidad igual o menor que la de cierre con el mismo polo; es decir, que hay alteración en el segundo y tercer término de la fórmula, o sea: $SCN > SCP = 0 < SAP > SAN$.

En los músculos deltoides, largo supinador, aductor, glúteo, vasto interno y largo peroneo lateral, hay predominio del cierre con el polo positivo sobre el cierre con el negativo, es decir, está alterado el primer término de lo fórmula:

$$SCN = 0 < SCP$$

La contracción del músculo es igualmente rápida e instantánea como en el caso anterior.

Para estudiar la forma y la duración de la contracción muscular es menester inscribir la sacudida. Para ello se usa un miógrafo, el de Marey por Ejm., en combinación con un diapason cronográfico para la inscripción del tiempo, y de una señal de Depretz, para marcar el comienzo de la excitación. Ella tiene la forma que nos ofrece la figura N° 1 y presenta tres fases. La fase I corres-

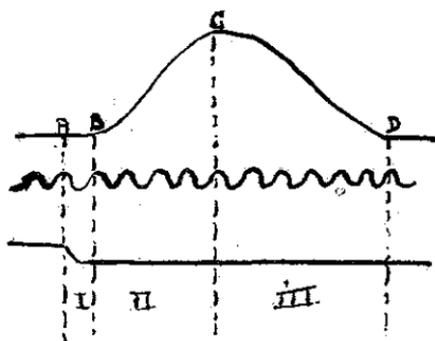


Figura N.º 1

ponde al tiempo perdido o período de excitación latente, de 1/100 de segundo de duración, según lo indica el diapason, y corresponde al tiempo que transcurre entre el momento en que la electricidad se lanza sobre el músculo y aquel en que este empieza a contarse. La fase II correspondió al período de energía cre-

ciente —tiempo B C— el músculo empieza a contraerse y llega a un máximum C, tiene $4/100$ de segundos; y la fase III, o período de energía decreciente, de $6/100$ de segundo de duración y en donde la contracción, partiendo de este valor máximum, decrece progresivamente hasta un valor cero (tiempo C. D.).

Si en lugar de una sola excitación se lanza sobre el músculo una serie muy espaciada de choques de inducción, él responderá con una sacudida a cada una de ellas y tomará la forma que se ve en la figura N°. 2.

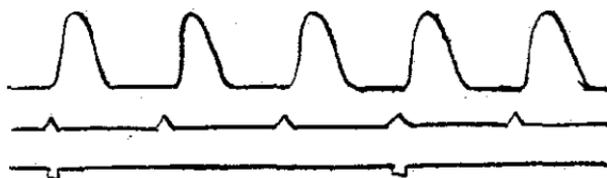


Figura N°. 2

Esto sucede únicamente cuando las excitaciones permiten al músculo un tiempo de reposo, por lo menos, igual al de contracción, es decir, $1/10$ de segundo, pero si las excitaciones son más frecuentes, pueden atacar al músculo en las fases II o III de la contracción —tétano incompleto— y se produce el máximum de acortamiento del músculo.

El tétano, como se ve, puede presentar diversos grados según cual sea el número de excitaciones en la unidad de tiempo. Así, por ejem., regulando el interruptor de la bobina, de modo que produzca 12 a 15 interrupciones por segundo, se obtiene el tétano incompleto, figura N°. 3, mientras que con 20 a 30 interrup-

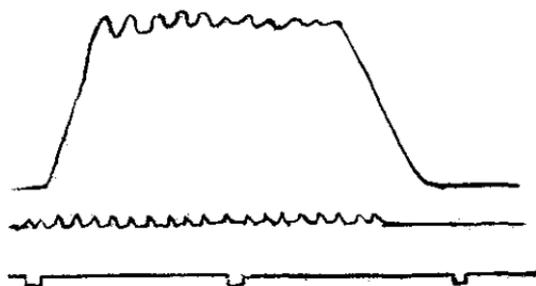


Figura N°. 3

ciones se obtiene el tétano fisiológico completo, (figura N.º. 4). Bajo su influencia el músculo se relaja y se produce más o menos rápidamente la fatiga fisiológica.

A medida que aumenta el número de excitaciones tórnase tanto más violento el tétano, pero esto hasta cierto punto, pues, según

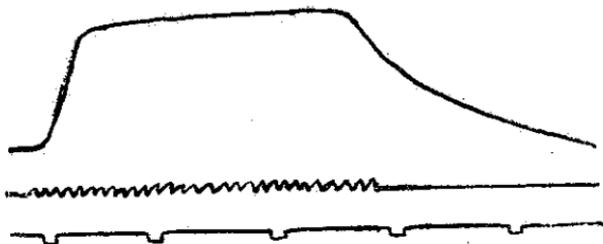


Figura N.º. 4

las investigaciones de D. Arsonval, hay un límite de excitación, a partir del cual, la tetanización disminuye para extinguirse completamente de 3.000 a 10.000 excitaciones por segundo. Este es el fundamento de la inexcitabilidad sensitiva y motriz de las corrientes de alta frecuencia, como lo veremos al estudiar este punto.

ELECTRO PATOLOGIA FARADICA

Las alteraciones que pueden presentar los nervios y los músculos a la excitabilidad por la corriente farádica, pueden ser, cuantitativas y cualitativas. Las primeras, mucho menos graves, consisten, en aumento, disminución o pérdida de la excitabilidad. El aumento de excitabilidad —hiper-excitabilidad— consiste, en que, la contracción mínima o umbral de excitación, se obtiene con una intensidad de corriente menor que la necesaria para contraer un músculo o nervio sano. Generalmente se la observa en las parálisis cerebrales recientes, calambres profesionales, tétano, enfermedad de Little, hemi-corea y otras.

La disminución de la excitabilidad —hipo-excitabilidad— o reacción de Duchenne es la reacción antagonista y contraria a la an-

terior. Está caracterizada por el aumento de la intensidad de la corriente excitante para producir la contracción mínima. Se la observa generalmente en la esclerosis en placas, en las parálisis hísticas y cerebrales antiguas, en la parálisis agitante, neuritis periféricas reumáticas o a frigore, etc.

La abolición completa de la excitabilidad —necitabilidad,— es el último grado de la reacción de Duchenne. Se la constata generalmente en las miopatías avanzadas y en aquellos casos en que hay reacción de degeneración de los nervios y de los músculos.

Las modificaciones cualitativas se refieren a la forma de la sacudida, tienen siempre una interpretación pronóstica seria y pueden revestir modalidades o formas diversas. Las principales son: la miasténica o de Jolly, y la miotónica de Thomsen.

La reacción miástica o de agotamiento, señalada primero por Benedikt y estudiada luego más profundamente por Jolly, de ahí su nombre, consiste en lo siguiente: si se faradiza un músculo o un nervio motor, debe usarse corriente tetanizante, se observa a los pocos segundos fenómenos manifiestos de fatiga muscular, es decir, que la contracción del músculo se debilita rápida y gradualmente después de cada excitación, hasta desaparecer completamente. Después de un cierto tiempo de reposo, el músculo recobra su contractilidad y también se observa el fenómeno muy visible, de que una vez obtenido el agotamiento por una corriente de intensidad determinada se pueden aun obtener algunas sacudidas usando una corriente de muy débil intensidad.

La reacción de Jolly es un signo casi patognomónico de la miastenia grave pseudo paralítica o enfermedad de Erb. Se la puede obtener experimentalmente provocando extasis venoso por compresión de los tejidos. (método de Bier).

La reacción miotónica, o más propiamente, el síndrome de Thomson, es casi una reacción inversa u opuesta a la anterior. Se caracteriza esencialmente por una excitabilidad normal del nervio y por una hiper excitabilidad farádica y galvánica del músculo, y además, por las siguientes modificaciones cualitativas: 1º. Inversión del primer término de la fórmula de Erb, o sea $SCP = 0 < SCN$. 2º. La sacudida muscular es lenta y tiende a volverse tónica, pro-

longándose más allá de la excitación. Así, excitaciones poco frecuentes que dan contracciones normales en un músculo sano, son tetanizantes en sujetos que padecen de esta enfermedad. Esta re-

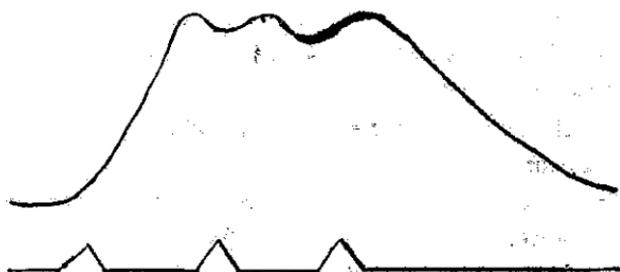


Figura N° 5

acción constituye uno de los síntomas más importantes de la miotenia congénita o enfermedad de Thomsen.

ELECTRO-PATOLOGIA GALVANICA

Las alteraciones o modificaciones a la excitabilidad galvánica de los músculos y nervios, son también cuantitativas y cualitativas.

Las primeras consisten en aumento (hiper excitabilidad), disminución (hipo-excitabilidad) o abolición (inexcitabilidad), términos que tienen el mismo significado que en electro patología farádica, y que se presentan, por lo general, en los mismos casos que esta. Únicamente conviene dejar bien establecido que se dice que hay inexcitabilidad galvánica, cuando, usando una corriente de 30 M. A. no se obtiene ninguna contracción. Hay que destacar, también, que la abolición de la excitabilidad galvánica, término final de la hipo-excitabilidad, tiene una gravedad pronóstica grande, pues, cuando un músculo, excitado en su punto motor, no responde a la corriente galvánica, es más que probable estén destruidas la casi totalidad de sus fibras, y si tampoco hubiera contracción a nivel de su tendón (reacción longitudinal), es porque funcionalmente está muerto.

Las alteraciones cualitativas tienen un valor diagnóstico y pro-

nóstico mucho más grande que las anteriores. Se refieren a la forma de la sacudida y caracterizan la reacción de degeneración.

Estas alteraciones pueden presentarse de variadas formas y constituyen reacciones especiales que pueden dividirse en tres grupos o categorías:

1°. Modificaciones referentes a la polaridad (reacción de Erb, Rich y Tiemich-Mann).

2°. Modificaciones referentes a la forma y duración de la reacción (Reacción de Remak).

3°. Modificaciones que se refieren al sitio de la excitación (reacción de Doumer-Remak y de Guillarducci).

Las modificaciones referentes a la polaridad se basan en modificaciones en los términos de la fórmula de Erb y en modificaciones de la intensidad. Pueden presentarse tres casos:

1°. En la reacción de inversión de Erb, hay igualdad o inversión de los dos primeros términos de la fórmula normal, es decir, que en los nervios y en los músculos el umbral de excitación aparece primero al cierre con el positivo, o conjuntamente al cierre con el negativo, es decir, que: $SCP > o = SCN > SAP > SAN$.

Esta reacción se observa, como hemos visto anteriormente, en ciertos músculos sanos; fuera de estos casos, su existencia es siempre signo de alteración o degeneración de los filetes nerviosos motores, puesto que en las lesiones puramente musculares jamás se producen.

2°. En la reacción de compresión de Rich, el último término de la fórmula pasa a ser 2° y, además, no se necesita una fuerte intensidad (15 M. A.), para producirla, es suficiente de 2 a 3 3er. término o sea: $SCN > SAP > SCP > SAN$.

3°. En la reacción de Tiemich-Mann hay hiper-excitabilidad en todos los términos de la fórmula, y, además, inversión del 2°. y 3er. término o sea: $SCN > SAN > SCP > SAN$.

Las alteraciones referentes a la forma y duración de la contracción muscular caracterizan la reacción de Remak. La contracción en vez de ser brusca, rápida e instantánea, tórnase perezosa y lenta, como arrastrada, y casi vermicular. La curva obtenida con el miógrafo, (Fig. 6) muestra un aumento de la duración en el

acertamiento del músculo, lentitud en el ascenso y descenso de la curva, y, en fin, disminución manifiesta de su altura máxima.

La reacción de Remak no se encuentra nunca en un músculo sano y su existencia es signo inequívoco de degeeración.

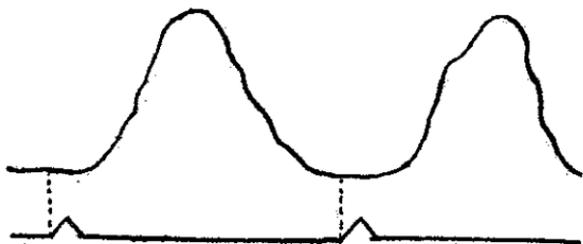


Figura N° 6

Las alteraciones referentes al sitio de la excitación, constituyen las reacciones de Doumer-Remak y la de Ghilarducci.

La reacción de Doumer-Remak o reacción longitudinal, se caracteriza por la migración del punto éxito-motor, y consiste en lo siguiente: es sabido que el máximo de contracción con el mínimo de intensidad, se obtiene excitando el músculo en su punto excito-motor; ahora bien, en ciertos estados patológicos, el umbral de excitación no se encuentra en este punto sino en otro próximo al tendón.

La existencia de esta reacción, tiene suma importancia por cuanto, según sea más o menos considerable la migración del punto excito-motor hacia el tendón, el pronóstico será más o menos sombrío, pues, cuando la migración llega al tendón mismo, implica la muerte del músculo, y, por consiguiente, su inexcitabilidad.

Sin embargo, según las experiencias de Ghilarducci, un músculo en estas condiciones, por ejemplo el biceps, puede aún, ser excitable a distancia por más que no lo sea en todo el trayecto del punto excito motor al tendón, ni aún en el tendón mismo, colocando, por ejemplo el electrodo activo en el dorso de la mano. De ahí, que esta reacción sea conocida con el nombre de reacción a distancia o de Ghilarducci.

Esta reacción tiene gran importancia pronóstica, porque ella indica el período casi final de la contracción muscular, y, a su vez,

su ausencia implica la muerte anatómica del músculo. También se acompaña de lentitud en la sacudida a cada excitación, lentitud que se acentúa cada vez más, a medida que el proceso de degeneración aumenta.

Veamos ahora algunas breves nociones acerca de la cronaxia.

CRONAXIA

Según las experiencias de Du Bois Reymond, la excitación, o mejor, la respuesta del músculo a la excitación eléctrica, solo se produce por la variación de la intensidad de ésta, no jugando ningún papel el tiempo durante el cual pasa la corriente

Si representamos por una línea ascendente A-B el tiempo que tarda en establecerse esa corriente, por B-C el tiempo que actúa y por C-D el que tarda para volver a cero su valor anterior, veremos que el músculo solo responde en los períodos A-B, C-D y no durante el paso B-C. (Figura 7)

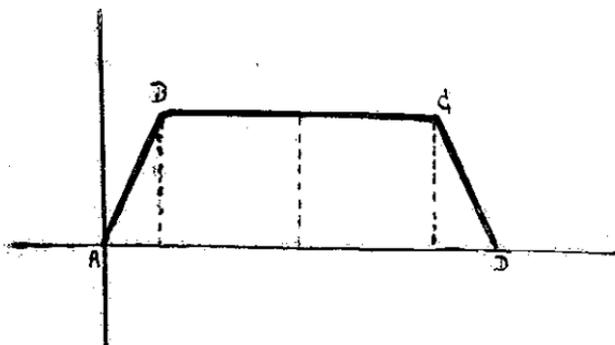


Figura N° 7

Esto era lo único real y cierto para Du Bois Reymond. Poco tiempo después se vió lo erróneo de sus conclusiones, puesto que ese tiempo de pasaje desempeña un papel importante, según lo demostraron las experiencias de Hoorweg, quien estudió los efectos de la descarga de los condensadores sobre los músculos y llegó a esta conclusión: de que el tiempo durante el cual la corriente eléctrica pasa por el músculo tiene influencia en la excitación. Años

más tarde son controlados estos experimentos por el profesor Weiss, quien utiliza lo que llamó reóstato balístico o pistolete. Responde este aparato al dispositivo siguiente: dos puntos A y B están unidos a una fuente de corriente continua; un circuito de utilización comprendiendo el nervio o músculo que se examina, N, está unido por una parte al punto A, directamente y por otra parte a un punto D el que por intermedio de un hilo de resistencia D-C está unido al punto B. Ambos puntos A y B se unen también mediante otro hilo de resistencia. (Figura N° 8).

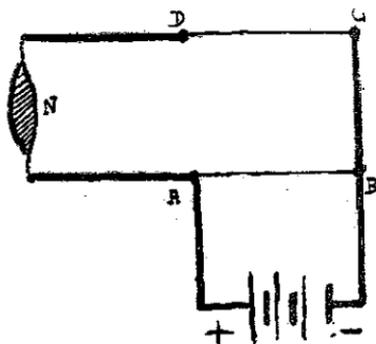


Figura N° 8

Supongamos que el hilo A-B, que une esos puntos, tenga una resistencia nula, entonces toda la corriente pasará por él y nada por el circuito A-N-D-C-B. Cortemos bruscamente el hilo A-B; la corriente pasará ahora por A-N-D-C-B vale decir, por el órgano que se examina N. Cortemos luego el hilo D-C; el paso de la corriente a través del órgano N se interrumpe. Tenemos entonces que la corriente ha pasado justamente el tiempo que se demora para cortar ambos hilos.

Para poder producir estas dos secciones sucesivas durante un tiempo muy corto, se sirvió Weiss de una carabina a ácido carbónico donde la bala corta sucesivamente los dos hilos. Esta bala tiene una velocidad de 130 metros por segundo. Un simple cálculo permite saber que para una separación de los hilos de un centímetro, el intervalo de corte de ellos será de 0,000.077 de segun-

do, es decir, que este es el tiempo durante el cual obrará la corriente sobre el órgano que se examina.

Veamos ahora las conclusiones a que llegó Weiss experimentando con este aparato. Haciendo variar la distancia entre los dos hilos, hace variar proporcionalmente el tiempo de pasaje y cerrando el circuito de utilización sobre un galvanómetro de resistencia elevada, Weiss constata que el tiempo A-B de la Fig. N° 7 es despreciable pudiendo darse cuenta de la influencia del tiempo de pasaje B-C. Pero faltaba estudiar el tiempo de ruptura C-D. Para ello utiliza un pistolete con cuatro hilos donde se producen cuatro cortes sucesivos, en lugar de dos, observando ahora que toda interrupción producida en el tiempo de pasaje de la fase continua, B-C, disminuye la excitación y que es necesario ahora aumentar la intensidad para obtener el umbral de excitación, pero que la cantidad de corriente total, que se precisa, para el mismo efecto, es siempre igual. Esto se ve claro en la figura N° 9 donde observamos que la suma de las dos figuras A-E-F-G más H-I-K-D es igual a la A-B-C-D.

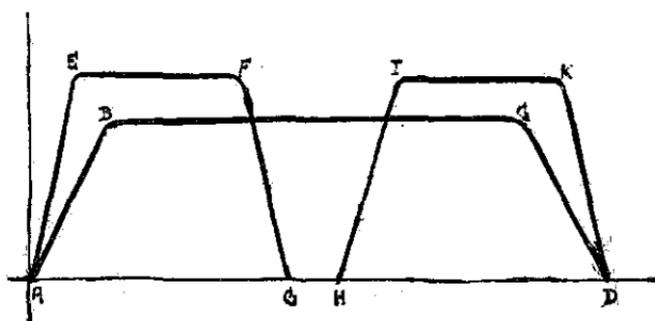


Figura N° 9

De aquí surge la primera ley de Weiss, que dice: "Cuando las excitaciones eléctricas son de la misma duración, se precisa, para llegar al umbral de excitación, poner en juego la misma cantidad de electricidad".

Pero las condiciones de la experiencia no son siempre las mismas y si por alguna razón propia del sujeto, la duración de la excitación varía, la cantidad de electricidad necesaria para producir el umbral de excitación fisiológica variará igualmente.

Continuando con sus experiencias pudo ver Weiss que para excitar un nervio se necesitaba siempre la misma cantidad de electricidad, pero que era necesario agregar siempre una nueva cantidad para oponerse al retorno al estado primero y que esa nueva cantidad era proporcional a la duración de la acción. Un ejemplo hidráulico nos aclarará bien este punto. Si consideramos un vaso A provisto de un robinete R y de un nivel superior N. Para llegar al nivel precisaremos una cantidad de líquido a , que podemos suponer de cinco litros, que es siempre constante. Si abrimos el robinete R, al mismo tiempo que vertemos el líquido en el recipiente, necesitaremos una cantidad de líquido a , mas otra q para compensar la pérdida que se realiza por R. y que tiende a llevar al vaso al estado primero, es decir, a estar vacío. (Figura N°. 10).

El gasto de R es igual a un valor b por segundo; si el tiempo

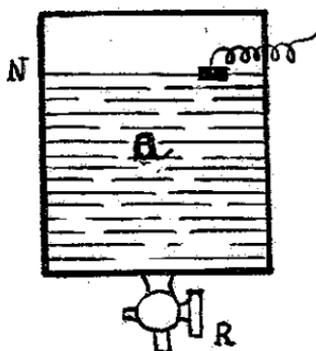


Figura N°. 10

para llenarse es t , habrá que verter una cantidad bt de exceso, de donde tenemos que Q será igual a a , más bt , siendo Q la cantidad total de líquido

Si reemplazamos el vaso por el músculo y el líquido por la corriente eléctrica, tenemos explicada la segunda ley de Weiss, que dice: Cuando para producir la respuesta mínima se emplea una excitación eléctrica sobre un nervio o sobre un músculo, esta excitación debe emplear una cantidad de electricidad constante, más una cantidad proporcional a la duración de la descarga.

Ahora bien, volviendo al caso anterior, a representa la cantidad constante de líquido o de electricidad, b representa la fuga de R , de donde, la relación a/b representa el tiempo que emplea la cantidad de límite en pasar por el escape. Esta relación a/b llamada característica de excitabilidad por Cluzet y CRONAXIA por Lapique; se expresa numéricamente en fracciones de segundo.

Si tenemos un recipiente de pequeña sección y de gran pérdida basta una cantidad pequeña de a ; pero para compensar la pérdida grande se necesitará una cantidad b elevada; la relación a/b será pequeña. Si tenemos, en cambio, un recipiente de gran sección y de pérdida pequeña, se necesitará una gran cantidad de a una pequeña de b , pues la pérdida es pequeña; la relación a/b será muy grande. La experimentación ha enseñado que fisiológicamente el músculo es como el primer recipiente y que patológicamente es parecido al segundo. Esta relación a/b es lo que se estudia mediante los procedimientos que veremos a continuación.

PROCEDIMIENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CRONAXIA

Para evitar complicaciones M. y Mme. Lapique han reemplazado todos estos cálculos por un modo empírico de considerar las cosas. Así ellos consideran que la excitabilidad está caracterizada por dos parámetros: la reobase y la cronaxia, siendo la reobase el umbral de excitación galvánico clásico y la cronaxia el tiempo de pasaje necesario para obtener el umbral de la contracción con una intensidad doble de la reobase.

La técnica es parecida a la del electrodiagnóstico clásico, colocando un electrodo grande e indiferente y uno pequeño con el cual se explora los puntos motores el que deberá ser impolarizable.

METODO DE CLUZET. — Cluzet utiliza una serie de condensadores de capacidad variable, comprendida entre 0,005 y 10 microfaradios. Un sistema de llaves permite poner en juego la totalidad o una parte de los condensadores; una llave especial permite cargar o descargar las capacidades. Hay además una llave que sirve para cambiar el signo de los electrodos. Fig. N° 11.

El aparato se carga con una fuente de corriente continua de

un potencial constante; por consiguiente, siendo constante el potencial y variables las capacidades, la duración de la descarga y la cantidad de electricidad son proporcionales a la capacidad. Así, si una capacidad de 2 Mfd se descarga en $1/200$ de segundo, una

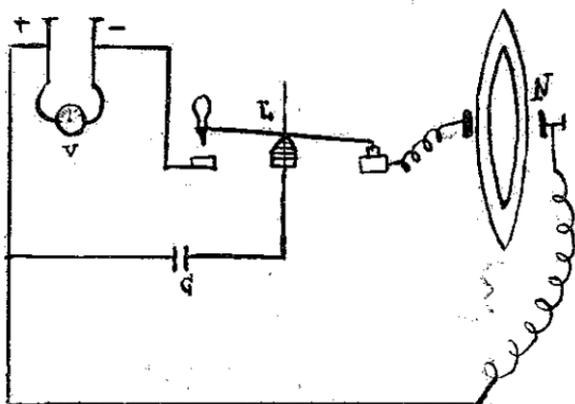


Figura N° 11

de 0,025 lo hará en $1/16.000$ de segundo. Un músculo normal se contrae con capacidades débiles, mientras que uno alterado nos hará poner en juego otras mayores, y esto proporcionalmente al grado de alteración.

Para la técnica se utilizan los supradichos electrodos, explorando primero el lado sano y después el enfermo. Si se contrae el músculo con capacidades comprendidas entre 0,01, 0,08 puede decirse que está normal.

Con una capacidad de 0,1, o mayor, existe hipoexcitabilidad, lo que sumado a una contracción lenta, igualdad o inversión de la fórmula, desplazamiento del punto motor, etc nos permite afirmar una RD que variará según el grado de estas reacciones. Y si el músculo ni el nervio responden a ninguna excitación, se colocarán en el circuito resistencias cuyo valor varía entre 1000 y 3000 Ohms con el objeto de alargar el tiempo de descarga, si se usa el método bipolar y no responden, recién se puede afirmar la existencia de una RD.

METODO DE BOURGUIGNON y LAPICQUE Estos auto-

res utilizan la propiedad de los condensadores de dar una descarga proporcional a su capacidad. Si conocemos la capacidad C de los condensadores y la resistencia R del circuito de descarga, se puede, introduciendo el producto RC en la fórmula, conocer el tiempo exacto de la descarga de los condensadores.

Para ello será necesario introducir una resistencia fija y bien conocida e independiente del sujeto que se estudie, cuya propia resistencia es esencialmente variable. Para ello colocamos al sujeto en derivación con una serie de resistencias conocidas las que sirven para enmascarar la del sujeto. Fig. N° 12.

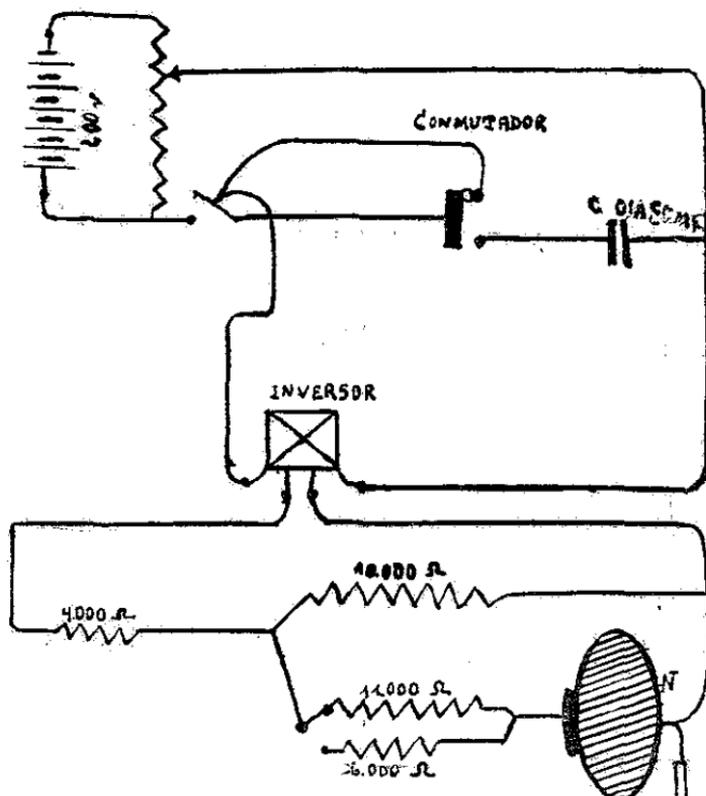


Figura N° 12

Lapicque llama a la cronaxia con π ; la capacidad del condensador correspondiente a la cronaxia es llamada por Bourguignoc

Cr. Conociendo R y Cr, la fórmula de la cronaxia sería:

$$\pi = R Cr \times K \quad \text{o} \quad T = RC \times K$$

E es una constante determinada experimentalmente por varios autores, y cuyo valor es de 0,37 para Lapique y de 0,31 para Cluzet, habiéndose adoptado la primera cantidad.

T, es la cronaxia o tiempo útil, R la resistencia total del circuito y C la capacidad mínima que provoca el umbral de contracción con el voltaje reobásico doblado.

En el circuito de Bourguignon la resistencia es constante pudiéndose considerar por lo tanto:

$$T = C \times K$$

Pero sabemos que:

$$T = a/b$$

de donde:

$$T = c \times K = a/b$$

que es la relación de Weiss. Bastará pues la capacidad encontrada expresada en microfaradios por la constante $K = 0,37$ (expresada en microfaradios, 0,004) para conocer la cronaxia.

Veamos en la práctica como se procede: consideremos un músculo cualquiera cuyo umbral galvánico sea, por ejemplo, de 30 voltios. Esta será la reobase.

Con el doble de este voltaje o sea con 60 voltios observamos que obtenemos la contracción con una capacidad de 0.01 de Mfd. (microfaradio). Luego tenemos:

$$T = 0,01 \times 0,004 = 0,0004 \text{ mfd}$$

siendo 0,0004 la cronaxia T. Esto reducido a 1/1000 de segundo sería 0,4 que es el resultado final

METODO DE STROHL. — El egersímetro del profesor Strohl es un aparato mecánico que reemplaza al pistolete de Weiss y en donde se sustituye la carabina de ácido carbónico por un peso que

en su caída produce la interrupción de la corriente. En este aparato el peso cae por una especie de tubo que le sirve de guía y es amortiguada su caída al llegar a la parte inferior por una cámara neumática que está dentro del mismo tubo. Este peso produce en su caída el corte de los hilos cuya distancia mutua puede variarse a voluntad conociendo así el tiempo de pasaje de corriente.

Observando el esquema fig. N° 13 basta para darse cuenta de la distribución del aparato.

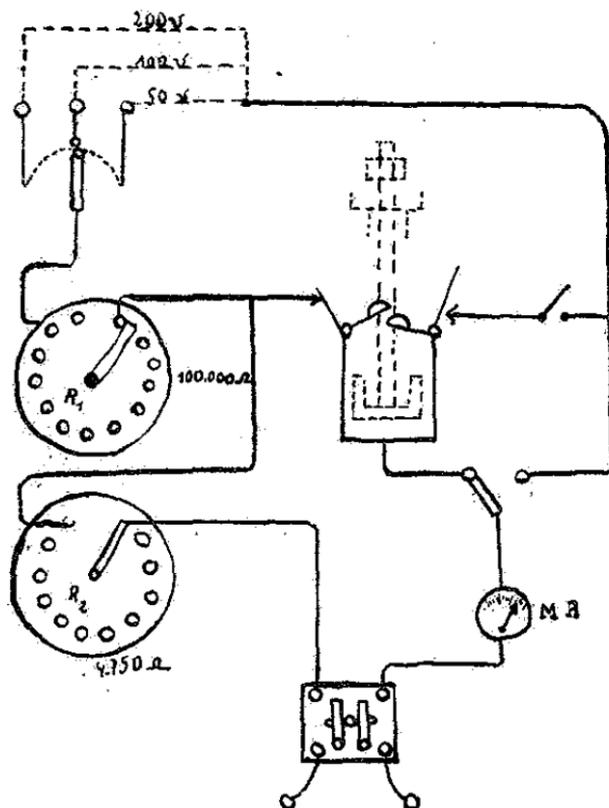


Figura N° 13

Utilidad del estudio de la cronaxia.—

Hasta ahora hemos visto como se estudia y en qué se basa la

cronaxia, veamos ahora cual es la utilidad que se puede sacar de ella.

Gracias a este medio de exploración se ha enriquecido la electrofisiología con algunas leyes.

1°. La cronaxia de un músculo sano en el hombre es la misma sobre el nervio, sobre el punto motor y por excitación longitudinal, lo que significa que el músculo sano es homogéneo.

2°. En un segmento de miembro la cronaxia es la misma para todos los músculos sinérgicos de una misma función.

Los flexores tienen una cronaxia algo más pequeña que los extensores y esto en la relación de $1/2$. Los extensores se dividen en dos grupos: los extensores propiamente dichos que tienen una cronaxia doble de los flexores y los sinérgicos de la flexión, que tienen la misma cronaxia que los flexores.

3°. En una misma función, los músculos del segmento proximal tienen una cronaxia menor que los del segmento distal en la relación de $1/2,5$.

Existen tablas especiales donde están las cronaxias normales correspondientes a cada músculo y que pueden ser fácilmente consultadas. La cronaxia viene expresada con la cantidad reducida de $1/1000$ de segundo y la letra G que expresa esta; es decir que para el ejemplo dado al hablar del método de Bourguignon sería así 0,49.

La cronaxia expresa todas las propiedades de los nervios y de los músculos, tanto normal como patológicamente. Nos permite sacar conclusiones fisiológicas y no anatómicas, ya que los nervios y músculos se agrupan para ella según su función.

Se ha visto que el músculo patológico es heterogéneo y presenta dos cronaxias; una en el nervio y otra en el músculo. También se vió que las lesiones de un lado que se observan en un nervio repercuten sobre la cronaxia del otro lado. Es lo que se llama reacción de repercusión y que se ve en primer término en los músculos inervados por nervios que tienen la misma cronaxia que el lesionado.

En fin, que se hace un verdadero estudio de la fisiología motora sacando conclusiones diagnósticas y pronósticas.

CUADRO ESQUEMATICO

ELECTRODIAGNOSTICO

Lo que se debe tener	{ Fuente galvánica y farádica. Reductores, Miliamperímetro, luz, temperatura, etc. Inversores, electrodos, chaisé-longue, condensadores, etc.
Lo que se debe saber	{ Fisiología neuro muscular. Umbral de excitación, puntos éxito-motores, (mapas). Leyes de Weiss, relación a/b (cronaxia).
Lo que se debe hacer	{ Posición del enfermo (ralajación muscular). Colocación del electrodo indiferente. Método monopolar y polar. Empezar el examen por la corriente farádica y sano. Hacer las anotaciones correspondientes. Colocar r tencias, aislación del enfermo y el médico, buscar la re se, etc.
Electrofisiología farádica	{ Forma de la contracción. Duración de la contracción. Tétano incompleto. „ completo.
Electropatología farádica	{ Cantidad { Hiper-excitabilidad. Hipo-excitabilidad (Reacción de Duchenne) Inexcitabilidad. Calidad { Reacción mástica de Jolly (Enf. de Erb, Basedov „ miotónica de Thomsen (miotonia congén
Electrofisiología galvánica	{ Reacción normal { Cierre Paso de la corriente Apertura Fórmula normal de Erb: $SCN > SCP > SAP > SAN$
Electropatología galvánica	{ Cantidad { Hiper-excitabilidad (fenómeno de Erb) Hipo-excitabilidad Inexcitabilidad Modificaciones polares { $SCP > = SCN > SAP > SAN$ (Reacción de Erb). $SCN > SAN > SCP > SAP$ (Reacción de Rich) $SCN > SAP > SCP > SAN$
	{ Modificaciones en la forma de la contracción { Reacción de Remak (C. lenta, rezosa, arastrada). Modificaciones del lugar de la excitación { Reacción de Ghilarducci, o reac longitudinal. Reacción de Doumer-Remak, o acción a distancia.
Cronaxia	{ Relación a/b pequeña (fisiológicamente) Relación a/b, grande (Patológicamente)