

por su pie; la pierna es proyectada violentamente y ejecuta movimientos de gran amplitud que exceden de mucho el objeto propuesto.

La ataxia que acabamos de describir es sobre todo la ataxia de origen medular. Es fácil de distinguir de la paraplegia de las mielitis por efecto de la conservación de la fuerza muscular que no existe en los paraplégicos.

Una vez reconocida la ataxia, debe buscarse su causa. La ataxia de origen espinal es debida á la *tabes*, que es su causa principal, á la *tabes combinada*, que va acompañada de parálisis, á la *enfermedad de Friedreich*, á la *heredoataxia cerebelosa* y á la *siringomielia*¹.

Ciertas lesiones cerebelósas dan lugar á trastornos parecidos á la ataxia; la marcha es algo vacilante, los enfermos para sostenerse necesitan caminar con las piernas separadas como si marchasen sobre el puente de un buque.

Las *lesiones de los nervios periféricos* dan lugar á trastornos de la marcha que recuerdan los de la ataxia de origen espinal: el enfermo, en vez de talonar, cojea (seudotabes alcohólica, saturnina, arsenical, diabética, neurasténica).

Cuando está en reposo en este caso, en vez de quedarse inmóvil como los atáxicos y de no abandonar el suelo, lo golpea continuamente con los pies.

La ataxia puede localizarse en un lado del cuerpo por efecto de una hemiplegia, como la atetosis y el temblor (*hemiataxia*).

Se da el nombre de *fenómenos atáxicos* á movimientos desordenados, las más de las veces generalizados, que se encuentran en los individuos atacados de enfermedades infecciosas graves. Las relaciones con la ataxia son tan sólo remotas.

P. SAINTON

ELECTRO-DIAGNÓSTICO

El empleo de la electricidad puede proporcionar datos importantes para el diagnóstico de las enfermedades de los sistemas nervioso y muscular. La exploración de la *excitabilidad eléctrica de los nervios motores y de los músculos* permite á menudo, mejor que los demás procedimientos, determinar la topografía de las alteraciones de estos órganos. Permite también reconocer su grado, enseñando que en ciertas formas de paráli-

¹ Véanse los *Trastornos de la marcha*, tomo I, pág. 64.

sis los nervios y los músculos no están atacados por sí mismos, que, en otros casos, presentan tan sólo alteraciones ligeras, y que en otros, por el contrario, son asiento de alteraciones mucho más profundas.

La exploración eléctrica por sí sola no basta siempre para determinar de un modo absoluto el sitio y la naturaleza de las lesiones; pero si se juntan los resultados que proporciona con los que han dado los demás síntomas de la enfermedad, su desarrollo y su evolución, permite á menudo precisar un diagnóstico; es un gran recurso para distinguir las lesiones puramente funcionales de las lesiones orgánicas, y para localizar estas últimas, sea en el sistema nervioso central, sea en las células de las neuronas motoras periféricas, sea en los nervios mismos, ó bien en los músculos. Desde el punto de vista del pronóstico, la exploración eléctrica proporciona también á menudo preciosas indicaciones.

No tan sólo el examen de la excitabilidad eléctrica de los nervios motores y de los músculos puede ser útil para el diagnóstico, si que también el examen de la *excitabilidad de los nervios de sensibilidad general y de los nervios de sensibilidad especial* puede prestar análogos servicios. Desde otro punto de vista, el estado de la resistencia eléctrica del cuerpo puede, en ciertos casos, proporcionar datos importantes.

En ginecología, finalmente, el modo como son soportadas las aplicaciones eléctricas y la manera de reaccionar los órganos después de estas aplicaciones, deben ser observados atentamente y pueden esclarecer el diagnóstico de las alteraciones del útero y de sus anexos; de ello no debemos ocuparnos aquí.

Los diversos modos de aplicación de la energía eléctrica, utilizados en medicina, no tienen igual importancia desde el punto de vista del electrodiagnóstico. Las corrientes *farádicas* y las *galvánicas* ó *voltaicas*¹ son las más frecuentemente empleadas desde este punto de vista y las que proporcionan entonces los datos más importantes. Las aplicaciones *electroestáticas*, denominadas también *franklinización*, pueden ser también empleadas y dan á veces útiles indicaciones. Las *corrientes alternas sinusoidales*, introducidas recientemente en terapéutica, no parecen haber sido utilizadas hasta ahora desde el punto de vista

¹ Las corrientes galvánicas y las corrientes voltaicas se confunden con bastante frecuencia. Tripier ha propuesto, con mucha razón, distinguirlas; ha reservado la expresión de corrientes galvánicas por analogía con los experimentos de Galvani, á los casos en que dos electrodos unidos entre sí por un conductor son aplicados sobre el cuerpo, originándose la energía eléctrica al contacto de los tejidos y de los electrodos; ha denominado corrientes voltaicas, por analogía con los experimentos de Volta, á las corrientes en las cuales la energía eléctrica, desarrollada por un aparato exterior, pilas, etc., es conducida al cuerpo por conductores y electrodos aplicados sobre la piel ó sobre los órganos sometidos á la electrificación. Las más de las veces se confunden todavía las corrientes voltaicas con las precedentes y son llamadas también corrientes galvánicas.

del electrodiagnóstico, aparte de los datos que pueden proporcionar en ciertos casos cuando se aplican con un objeto ginecológico. Finalmente, las *corrientes de alta tensión y de gran frecuencia*, de empleo aún más reciente, no parecen haber proporcionado hasta el presente ninguna indicación para el diagnóstico.

INSTRUMENTACIÓN UTILIZABLE EN ELECTRODIAGNÓSTICO

Antes de ocuparnos de las aplicaciones de la electricidad al diagnóstico, diremos algunas palabras sobre el instrumental necesario, limitándonos a los aparatos farádicos y a los aparatos voltaicos.

Pero antes nos parece útil recordar una ley fundamental, que rige las corrientes eléctricas y debe siempre tenerse presente en la memoria. Esta es la que ha formulado Ohm; *la intensidad de una corriente eléctrica es directamente proporcional a la fuerza electromotriz que produce esta corriente é inversamente proporcional a la resistencia que encuentra*; esto se expresa por esta fórmula:

$$I = \frac{E}{R}, \text{ es decir: Intensidad} = \frac{\text{Fuerza electromotriz}}{\text{Resistencia.}}$$

Actualmente se miden estos diversos elementos refiriéndolos á unidades universalmente adoptadas desde hace unos veinte años.

La unidad de la fuerza electromotriz es el *voltio*. Sin pretender dar de éste una definición exacta, diremos que el voltio corresponde, á poca diferencia, á la fuerza electromotriz de una pila Daniell.

La unidad de resistencia es el *ohm*. Es la resistencia que ofrece, á la temperatura de 0°, una columna de mercurio de 1^m,06 de longitud, y de 1 milímetro cuadrado de sección. La resistencia que las corrientes eléctricas han de vencer en la mayoría de las aplicaciones electrodiagnósticas es siempre bastante considerable; se eleva á centenares y á veces hasta á millares de ohms.

La unidad de intensidad es el *amperio*. Es la intensidad de una corriente producida por una fuerza electromotriz de 1 voltio, atravesando un circuito de 1 ohm de resistencia. Esta unidad de intensidad es con mucho demasiado elevada para el uso médico; se toma generalmente como unidad la milésima parte del amperio, es decir, el *miliamperio*, y á veces hasta la décima parte del miliamperio.

APARATOS FARÁDICOS

Los aparatos farádicos son de dos clases: unos se denominan magnetofarádicos y los otros voltafarádicos.

En los *aparatos magnetofarádicos* (máquinas de Clarke, de Pixii, etc.), la electricidad es engendrada por la rotación de bobinas delante de los polos de un imán ó inversamente por la rotación de un imán delante de las bobinas. La onda eléctrica producida por estos aparatos difiere considerablemente de la onda producida por los aparatos voltafarádicos; la excitación de los nervios y de los músculos es, por lo tanto, notablemente

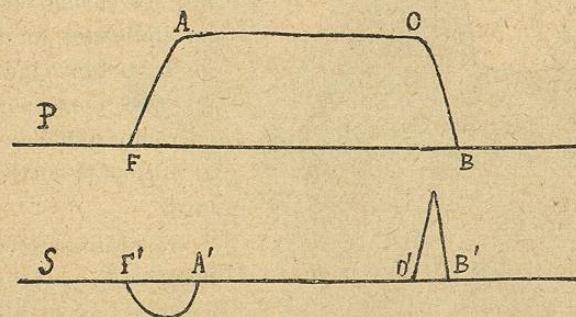


Fig. 134.—Representación esquemática de las ondas de la corriente inductora, ó corriente primaria, P, y de la corriente inducida ó corriente secundaria, S. — FA, período de estado variable de cierre de la corriente inductora, á la cual corresponde la onda inducida de cierre F'A', de sentido inverso; — AO, período de estado permanente de la corriente inductora, durante la cual no hay inducción en la secundaria; — OB, período de estado variable de abertura de la corriente inductora, á la cual corresponde la onda inducida de abertura O'B', del mismo sentido que la corriente inductora.

distinta. Con los aparatos voltafarádicos es ya muy difícil permanecer en condiciones comparables y adquirir una noción exacta del valor de la excitación; la dificultad es mucho mayor en los aparatos magnetofarádicos, y de ahí que estos últimos apenas sean empleados para el electrodiagnóstico.

Los *aparatos voltafarádicos* tienen por común origen el tipo bien conocido de la bobina de Ruhmkorff. En ellos produce la electricidad una corriente voltaica procedente en general de pilas ó de acumuladores, y recorre un alambre enrollado sobre una bobina y forma la bobina inductiva. La corriente inductiva es interrumpida y restablecida alternativamente mediante una disposición apropiada, de modo que, en el momento de cerrarse y en el de abrirse se producen por inducción corrientes indu-

cidas en una segunda bobina. Estas corrientes son las que se emplean generalmente para el electrodiagnóstico. Son alternas, es decir, que la corriente correspondiente al cierre de la corriente inductora tiene una dirección opuesta á la que corresponde á la abertura (véase fig. 134); si bien ambas representan una misma cantidad de electricidad, la primera, por razón de sus condiciones físicas (tensión menor, onda más desplegada), tiene una débil acción fisiológica sobre los nervios y los músculos, mientras que la segunda (tensión más fuerte, onda más breve)

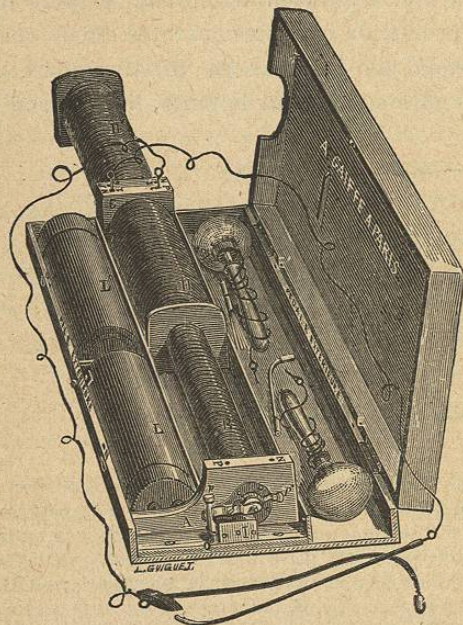


Fig. 135. — Aparato farádico de carrito, transportable, con interruptor del género Neef. Modelo excitado sea por dos pilas de cloruro de plata, L, L, sea por una pila exterior.

pone fácilmente en juego la excitabilidad de estos órganos; del mismo modo los polos indicados en los límites de la bobina inducida son los que corresponden á la corriente inducida producida al abrirse la corriente inductora.

Generalmente en el eje de la bobina inductriz va colocado un haz de hierro dulce cuya imantación y desimantación, en el momento de los estados variables de la corriente inductora, obran en igual sentido sobre la bobina inducida que los cierres y aberturas de la corriente inductora. En estas condiciones, la diferencia de acción

de las ondas inducidas de cierre y de abertura sobre la excitabilidad neuromuscular es todavía más pronunciada. Este haz de hierro dulce, por otra parte, se utiliza frecuentemente para poner en movimiento el interruptor destinado á producir las intermitencias de la corriente inductora.

Interruptores de los aparatos farádicos. — Desde el punto de vista del valor de la excitación, sería de desear poder conocer el número de interrupciones de la corriente inductora en la unidad de tiempo. En efecto, las corrientes farádicas son más excitantes con intermitencias frecuentes que con intermitencias raras; con estas últimas, producen contracciones aisladas de los músculos, y éstos se descontraen completa-

mente y vuelven al estado de reposo en el intervalo de las dos excitaciones; con intermitencias frecuentes, las contracciones se fusionan y ponen á los músculos en estado de contracción tetánica más ó menos completa, según sea el número de intermitencias por segundo.

Los interruptores, contruidos según el tipo establecido por Neef (resorte cuyas vibraciones son mantenidas por el electroimán de la bobina ó por un electroimán independiente, véase fig. 135), pueden producir tan sólo intermitencias frecuentes; por esto los aparatos que los tienen llevan generalmente un segundo interruptor, ó pedal, que se puede manejar con

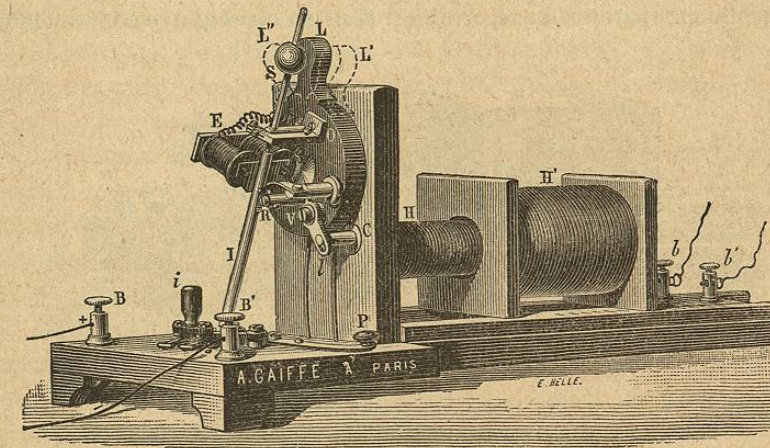


Fig. 136. — Aparato voltafarádico de carrito, de Tripier

la mano para producir intermitencias raras. Sin embargo, el interruptor de Neef es un interruptor bastante bueno; produce rupturas suficientemente francas de la corriente inductora; pero, además del inconveniente de no producir sino intermitencias frecuentes, tiene además el de no permitir fácilmente un conocimiento exacto del número de intermitencias por segundo. En efecto, según la tensión del resorte, y según la excursión que puede tomar en sus vibraciones, las intermitencias que produce varían dentro de límites bastante grandes, comprendidos, por ejemplo, entre veinte y cincuenta por segundo. Cuando se quieren obtener intermitencias frecuentes, cuyo número sea constante y pueda ser fácilmente conocido, conviene producirlas con un diapasón cuyas vibraciones sean sostenidas eléctricamente.

En muchos aparatos empleados hoy día, el interruptor está dispuesto de modo que pueda variarse el número de intermitencias dentro de límites

bastante extensos. El interruptor adaptado al gran carro de Tripier (fig. 136) nos parece uno de los mejores. Está constituido por un péndulo de hierro dulce, que oscila entre las ramas de un electroimán; según la inclinación que se dé á este péndulo y la tensión correspondiente de un resorte con el cual va á ponerse en contacto, pueden obtenerse interrupciones regulares, comprendidas entre 30 y 3000 por minuto. También puede conocerse el número de interrupciones correspondiente á una posición dada del péndulo, pero con la condición de servirse de un manantial de electricidad de resistencia y voltaje constantes ¹.

Este interruptor, á causa de sus dimensiones, no puede colocarse fácilmente en aparatos transportables. Existen otros que se adaptan mejor

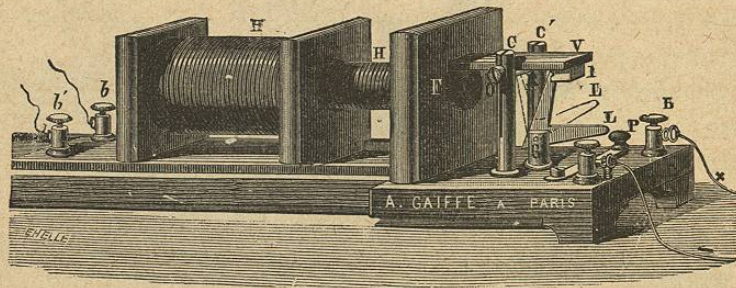


Fig. 137. — Aparato voltafarádico
Otro modelo de carro, con interruptor de Gaiffa

á estos aparatos, como los que están constituidos por una pieza de hierro dulce que oscila en sentido vertical, ó en sentido horizontal, delante del haz de hierro dulce de la bobina inductriz (fig. 137); una palanca pone más ó menos tenso el resorte sobre el cual se verifica el contacto que establece la corriente inductora, limita las oscilaciones de la pieza de hierro dulce, y permite obtener intermitencias que varían por minuto, según los aparatos, entre 60, 180 y 300 por una parte, y 3,000 por otra, pero cuyo número es difícil conocer directamente.

En otros aparatos se ha reducido el número de vibraciones de los interruptores del género Neef, y por consiguiente el número de intermitencias, alargando el temblador por medio de piezas de diversas dimensiones, que se ponen ó se quitan á voluntad; pero el funcionalismo de estos interruptores deja que desear en muchos casos.

También pueden emplearse interruptores movidos por un aparato de relojería, con los cuales es fácil conocer el número de interrupciones por

¹ F. ALLARD. *Thèse de Montpellier*, 1896, y *Archives d'électricité médicale*, 15 Junio 1896.

minuto; funcionan satisfactoriamente cuando se trata de interrupciones espaciadas y poco frecuentes, pero con frecuencia se irregularizan cuando las intermitencias son más frecuentes.

Otro modo de producir interrupciones en número fácil de conocer consiste en emplear un metrónomo provisto de puntas metálicas, que establecen la corriente al sumergirse en vasitos llenos de mercurio; este procedimiento apenas puede servir sino para producir intermitencias espaciadas ó poco frecuentes.

Manantial de la corriente inductora. — Para que las observaciones hechas con las corrientes farádicas sean comparables, es condición importante que la intensidad de la corriente inductora permanezca constante, sea durante una misma observación, sea de una observación á la otra. Conviene, pues, elegir una fuente de electricidad que asegure esta constancia.

Las pilas del género Grenet (zinc, carbón, solución de bicromato de potasa ó de sosa y de ácido sulfúrico), á menudo empleadas, son bastante defectuosas; su fuerza electromotriz desciende notablemente con el desgaste del líquido y la despolarización es imperfecta. Lo mismo ocurre cuando estas pilas son excitadas con una solución de bisulfato de mercurio.

Las pilas de cloruro de plata tienen también análogos inconvenientes, menos pronunciados quizás en el curso de una misma exploración, pero acentuados frecuentemente de una exploración á la otra, cuando durante el reposo de la pila se han formado en ella sales que aumentan considerablemente la resistencia interior.

Las pilas del género Leclanché (zinc, carbón, bióxido de manganeso y solución de clorhidrato amónico ó de cloruro de zinc), son preferibles, á condición de tener una superficie de despolarización bastante extensa. Con el gasto que han de dar, la intensidad de la corriente es bastante constante; pero su resistencia interior puede variar notablemente de una observación á otra.

Las pilas de Lalande y Chaperon (zinc, cobre, óxido de cobre y solución de potasa) convendrían también, pero su fuerza electromotriz es débil.

Las pilas recientemente inventadas, llamadas pilas Junins, que tienen algo de las dos precedentes (zinc, carbón, óxido de manganeso y solución de potasa ó de sosa), parecen muy recomendables para hacer funcionar los aparatos farádicos.

Pero los acumuladores son los que mejor aseguran la constancia de la corriente inductora por razón de su resistencia interior, que resulta muy débil, y de su fuerza electromotriz, que es constante si se tiene cuidado de mantenerlos convenientemente cargados.