

En ciertos interruptores, los contactos se hacen tangencialmente; en estas condiciones, los actos de abrir y cerrar la corriente no siempre son bruscos, limpios y francos, como es necesario cuando del electrodiagnóstico se trata.

La clase de interruptores que nos parece mejor es la llave de Morse (fig. 151, A): su manipulación es cómoda; el cerrar y abrir de la corriente se efectúa con limpieza, y además se puede ramificar el conductor, ya sobre el tope que corresponde al contacto de reposo ó de enderezamiento de la llave, ya sobre el que corresponde al contacto de la llave durante su descenso, disposiciones que tienen una y otra sus ventajas, según las condiciones de exploración en que conviene colocarse. Hay otro interruptor en forma de pedal (fig. 151, B), que ofrece las mismas disposiciones y las mismas ventajas que la llave de Morse.

Inversores. — Los *inversores* son aparatos destinados á variar el sentido de la corriente y por consiguiente á cambiar la polaridad de los

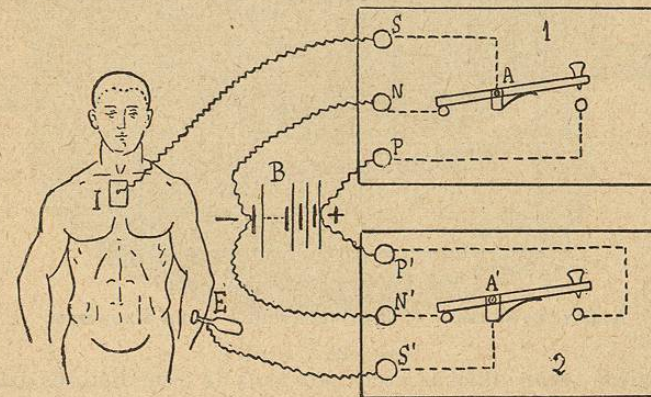


Fig. 152. — Asociación de dos llaves de Morse, formando un aparato interruptor-inversor que permite la exploración en E alternativamente con el polo negativo y el polo positivo.

electrodos aplicados sobre el cuerpo. Existen distintos modelos: inversores de Ampère, de Ruhmkorff, de Bertin, etc. Estos diversos instrumentos pueden emplearse indistintamente cuando se trata tan sólo de cambiar la dirección de la corriente; pero algunos de ellos tienen inconvenientes cuando se trata de producir al mismo tiempo cierres y aberturas de la corriente. En este caso, deben reunir determinadas condiciones: en efecto, es necesario que permitan obtener el cierre y la apertura francas y limpias. Es conveniente poder abrir con facilidad la corriente sin peligro de producir al mismo tiempo su ranversamiento; es conveniente también

que en los ranversamientos de la corriente se pueda evitar el pasar bruscamente de una á otra dirección, y que entre las dos se pueda dejar la corriente abierta durante algún tiempo, y conviene, por último, que sea enteramente fácil su manipulación.

Todas estas condiciones pueden reunirse fácilmente asociando dos llaves de Morse en la forma que indica el adjunto esquema (fig. 152). Los *plots* con los cuales contactan las dos llaves de Morse cuando no se las pone en juego, están unidos entre sí y al mismo polo de la batería, el polo N en la figura. Los otros dos *plots* con los cuales contactan las dos llaves de Morse cuando están bajas, se hallan también unidos entre sí y al otro polo de la batería, el polo P. El eje de la primera llave de Morse va

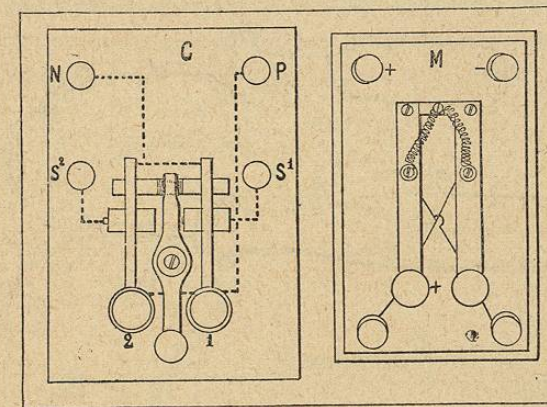


Fig. 153. — Interruptores-inversores
C, interruptor-inversor de Courtade; — M, interruptor-inversor de Mergier

unido á uno de los electrodos, el electrodo indiferente (I), y el eje de la segunda llave va unido al otro electrodo, el electrodo diferente (E). En estado de reposo de las dos llaves, los dos electrodos están, pues, en relación con el mismo polo de la batería, el polo N en el caso representado, y por consiguiente, la corriente de la batería no pasa á través del cuerpo. Si se baja la primera llave, el electrodo indiferente (I) se convierte en positivo, y el electrodo diferente (E) queda negativo, por lo mismo queda establecida la corriente, la que resulta interrumpida cuando se abandona la llave 1, que sube y vuelve á ponerse en contacto con el polo negativo. Al revés, si se baja la llave 2, el electrodo diferente se convierte en positivo y el electrodo indiferente continúa negativo. Se ve, pues, que, al establecer la corriente, podemos á voluntad hacer positivo ó negativo el electrodo explorador, bajando una de las llaves, la llave 1 en el primer caso y la 2 en el segundo. En estas condiciones es muy fácil explorar

alternativamente con el polo N y con el polo P el órgano que está en relación con el electrodo diferente, produciendo cierres y aperturas francas de la corriente sin pasar de un modo brusco de una á otra dirección. Esta disposición de las dos llaves de Morse se encuentra realizada en una misma plancha en el interruptor-inversor de Courtade (fig. 153, C).

Conviene señalar particularmente las condiciones realizadas en esta disposición de las llaves de Morse, al momento de abrir la corriente. Examinando la fig. 152, se ve que el circuito cerrado E I S A N N' A' S E, en el cual se encuentra comprendido el cuerpo y los electrodos aplicados al mismo, queda establecido por las dos llaves y no presenta más que una débil resistencia en la parte exterior al cuerpo.

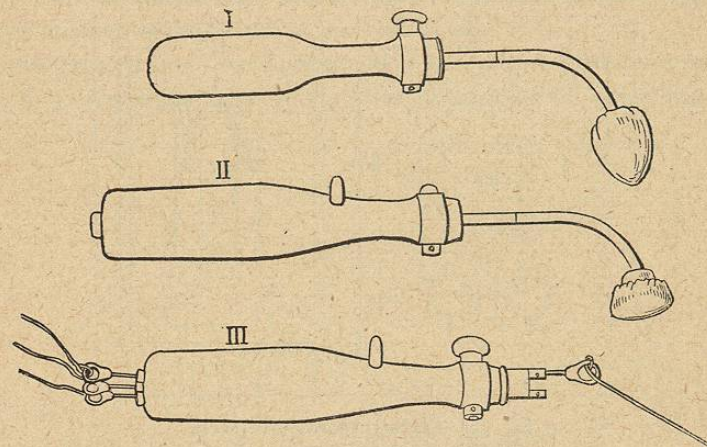


Fig. 154. — Mangos interruptores

I, mango interruptor simple; — II, mango interruptor y ranversor; — III, mango dispuesto para servir como interruptor é inversor sin el electrodo

Además, cuando se ha formado una polarización en los electrodos y en los tejidos durante el paso de la corriente que procede de la batería, la corriente producida por esta polarización en el momento de abrir la corriente de la batería encuentra libre paso en este circuito. Por esto las contracciones obtenidas al abrir la corriente de la pila son, en esta disposición, mucho más fuertes que cuando se emplea un interruptor simple, con el cual no se establece este corto circuito de la corriente de polarización. La disposición instrumental de las dos llaves de Morse asociadas permite demostrar el papel que desempeña la polarización en la producción de las contracciones de apertura ¹.

¹ HUET, *Société française d'électrothérapie*, Noviembre de 1895, y *Archives d'électricité médicale*, Diciembre de 1895.

Existe un aparato, el interruptor-inversor de Mergier (fig. 153, M), que permite, como el anterior, explorar fácilmente de un modo alternativo la excitabilidad de los nervios y de los músculos con el polo N y el polo P. Con este aparato, la corriente de polarización no se encuentra cerrada en circuito corto, quedando, bajo este punto de vista, en las condiciones de la exploración con el interruptor simple. Lo mismo sucede con el metrónomo interruptor-inversor de Bergonié. Igual resultado se obtiene también con el mango interruptor y ranversor (fig. 154, II) que, en opinión nuestra, es mejor no emplearlo directamente como porta-electrodo; con este objeto lo hemos modificado para poder utilizarlo como aparato distinto (fig. 154, III). Es muy cómodo para sostenerlo y manejarlo con una mano, conservando siempre la libertad necesaria para graduar las corrientes por uno de los procedimientos indicados anteriormente.

Electrodos. — En electrodiagnóstico, se emplean como electrodos

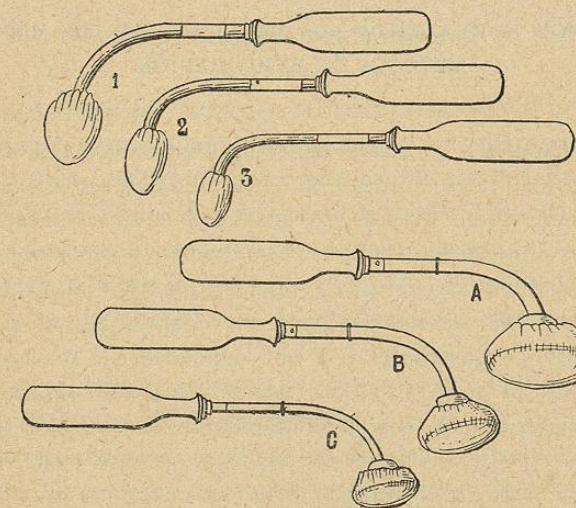


Fig. 155. — Electrodo montados en mangos con tallos aisladores curvos

1, 2, 3, electrodos olivares; dimensiones: 35×25mm (1), 25×15mm (2), 20×12mm (3). A, B, C, electrodos circulares; diámetro: 45mm (A), 35mm (B), (electrodo normal de Erb), 20mm (C), (electrodo normal de Stintzing).

indiferentes electrodos de bastante superficie, 50 á 100 centímetros cuadrados, ó más todavía. Están formados generalmente de placas de estaño, que son maleables y pueden adoptar la forma de la región á la cual se aplican. Es preciso que el metal no toque á la piel por ningún punto; pueden cubrirse de algodón hidrófilo ó de un lienzo que debe empaparse en agua salada ó sencillamente en agua templada. Estas placas están

cubiertas generalmente con piel de gamuza; para dar mayor espesor á la capa que las cubre, y que debe permanecer humedecida, se interpone entre el metal y la piel de gamuza una capa de yesca, de algodón hidrófilo ó de fieltro.

Como electrodos diferentes, activos ó exploradores, se emplean más comúnmente electrodos de carbón ó de metal, de forma circular ú olivar. Al igual que los anteriores, están recubiertos de una funda que debe mantenerse humedecida. Deben tener dimensiones apropiadas á los órganos que han de explorar. Es preferible no unir directamente el electrodo al mango que lo sostiene, sino fijarlo á un tallo aislado bastante largo y encorvado en su extremo (fig. 155), de modo que el mango porta-electrodo y la mano que lo sostiene no oculten á la vista del observador la región que se explora.

REACCIONES NORMALES DE LOS NERVIOS Y DE LOS MÚSCULOS MÉTODOS DE EXPLORACIÓN

Cuando se someten un nervio motor ó un músculo á la acción de una corriente eléctrica, entra en juego su irritabilidad propia, y si la excitación es suficientemente intensa, se producen contracciones, ya en los músculos inervados por el nervio, si la excitación recae sobre éste, ya en el músculo excitado si la excitación se ha dirigido sólo al mismo. En este último caso es difícil señalar la parte que corresponde á la excitación propia de las fibras musculares y la que depende de la excitación de los filetes nerviosos que penetran en el músculo. En estado normal y en gran número de estados patológicos, la excitación de los nervios intramusculares desempeña sin duda alguna un papel importante y aun tal vez preponderante; en otras condiciones patológicas, cuando la excitabilidad de los nervios está abolida, aparece muy manifiesta la excitabilidad directa de las fibras musculares; por último, existen otros casos patológicos en los que debe admitirse, por analogía, á pesar de la persistencia de la excitabilidad de los nervios, que las modificaciones observadas dependen principalmente de la excitabilidad directa de los músculos¹.

Pero estas cuestiones, que son de gran interés desde el punto de vista de la fisiología normal y patológica, tienen una importancia más secundaria cuando se refieren al electrodiagnóstico. Aun cuando la excitación del músculo sea debida, en mayor ó menor parte, á la excitación simultánea de los órganos nerviosos, las modificaciones anormales que

¹ Huert, *Société française d'électrothérapie*, Diciembre de 1897 y Julio de 1898.

aparezcan no dejan de ser muy útiles para el diagnóstico, y como los resultados de la excitación producida sobre los troncos nerviosos son notablemente distintos de los resultados de la excitación directa de los músculos, conviene distinguir en la práctica la excitación dirigida á los nervios y la producida en los músculos.

Las corrientes eléctricas excitan los nervios y los músculos, sobre todo en sus períodos de estado variable; los excitan mucho menos y por mecanismo muy distinto en sus períodos de estado permanente. Así es que las corrientes farádicas y las corrientes voltaicas, que difieren generalmente en su régimen de estado variable, excitan de un modo distinto los nervios y los músculos, más todavía en estado patológico que en estado normal. Por esta razón es necesario muchas veces practicar la exploración electrodiagnóstica de los nervios y de los músculos con estas dos clases de corrientes.

CORRIENTES FARÁDICAS

Reacciones farádicas normales.—En estado normal, con las corrientes farádicas, el músculo excitado ó los músculos inervados por el nervio excitado, entran en contracción cuando la corriente es suficientemente enérgica, es decir, con el método de graduación más generalmente empleado, cuando las bobinas se hallan suficientemente aproximadas. Como ya hemos visto, al abrir la corriente inductora, la corriente inducida es la que provoca principalmente la excitación de los nervios y de los músculos.

Cuando las intermitencias de las corrientes farádicas son largas ó poco frecuentes, espaciadas de varias décimas de segundo, por ejemplo, las sacudidas musculares producidas son aisladas, separadas unas de otras; son isócronas con la apertura de la corriente inductora, existiendo, con todo en esta apertura un tiempo perdido, en relación con el período de excitación latente del nervio ó del músculo, que se cuenta por milésimas ó centésimas de segundo. Cuando las intermitencias son frecuentes, se fusionan las sacudidas musculares, y los músculos quedan en estado de tétanos eléctrico más ó menos completo según la frecuencia de las intermitencias; en el momento en que cesa la excitación, el tétanos se resuelve inmediatamente, cesa la contracción del músculo y éste queda rápidamente en completo reposo. Más adelante veremos las modificaciones que pueden presentarse en estado patológico; antes debemos estudiar los métodos de exploración que pueden emplearse.

Métodos de exploración.—MÉTODO POLAR.—El método que

más comúnmente conviene emplear en la exploración de la excitabilidad farádica de los nervios y de los músculos es el *método polar*. Consiste en colocar sobre una región lejana de la que deba explorarse y situada con preferencia en la línea media del cuerpo, un electrodo de mucha superficie, llamado *electrodo indiferente* (unido al polo P de la bobina), y explorar en puntos favorables los nervios y los músculos cuya excitabilidad quiere conocerse por medio de un electrodo más pequeño, *electrodo diferente ó explorador*, de forma y dimensiones apropiadas (unido al polo N de la bobina).

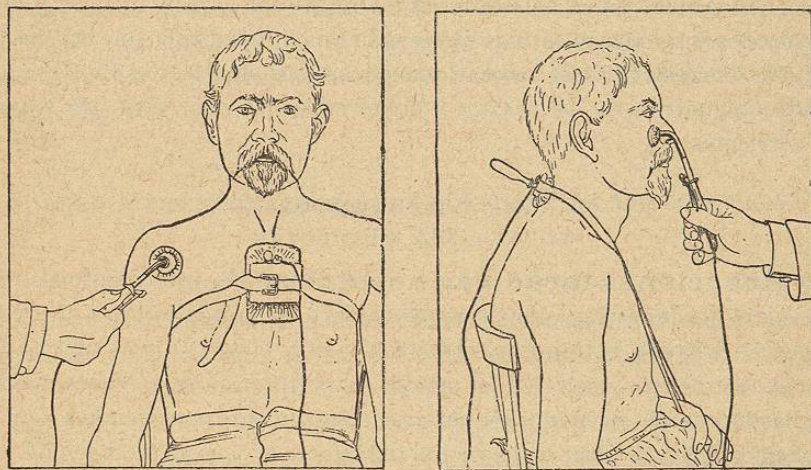


Fig. 156. — Método polar

- I. El electrodo indiferente (placa de 8×11 cm) está aplicado en la región esternal; el electrodo explorador (electrodo normal de Erb) está situado en la parte anterior del deltoides.
- II. El electrodo indiferente (tapón de 6 cm de diámetro) está aplicado en la parte posterior del cuello por medio de una argolla de hueso y una cinta; el electrodo diferente (electrodo normal de Stintzing) está aplicado contra el músculo elevador del ala de la nariz y del labio superior.

Es preferible colocar el electrodo indiferente en la línea media, porque de este modo se obtienen condiciones más rigurosamente semejantes para comparar la excitabilidad de dos órganos simétricos de uno y otro lado del cuerpo.

Esta comparación es tanto más útil cuanto los procedimientos de que se dispone para fijar el grado de excitabilidad farádica de los nervios y de los músculos no constituyen medios para tomar medidas absolutas. Las regiones más favorables son: por delante del pecho, la región esternal, y en la espalda, la región interescapular ó la región lumbosacra. Es fácil

sostener el electrodo aplicado sobre estas regiones con un cinturón elástico (fig. 156, I).

En algunos casos, se puede colocar también el electrodo indiferente en la parte posterior del cuello y hacerlo sostener por el enfermo mediante una cinta unida á una argolla de materia aisladora, hueso, por ejemplo (fig. 156, II). Este procedimiento no es aplicable más que cuando la exploración no exige corrientes fuertes; de lo contrario, ofrece algunos inconvenientes, más todavía con las corrientes voltaicas que con las farádicas. Con estas últimas se producen en los músculos de la nuca contracciones desagradables y molestas; con las corrientes voltaicas, además de esto, los órganos situados en la base del cráneo pueden excitarse por líneas de flujo derivadas, y de aquí la producción de fosfenos, desvanecimientos y vértigos que pueden llegar hasta el síncope.

El electrodo indiferente debe ser siempre de grandes dimensiones. Para la parte posterior del cuello puede emplearse una almohadilla de 6 centímetros de diámetro (30 centímetros cuadrados de superficie aproximadamente); en las otras regiones se emplean, por lo general, placas de estaño recubiertas, como hemos dicho, y de 50 á 100 centímetros cuadrados de superficie ó más. De este modo, penetrando las líneas del flujo en gran superficie en los tejidos, la densidad de la corriente es escasa y la acción sobre los órganos subyacentes y los órganos próximos es poca y generalmente despreciable.

El *electrodo diferente ó explorador* es, por el contrario, de pequeñas dimensiones para aumentar la densidad de la corriente en el sitio en que se aplica y concentrar tanto como sea posible las líneas del flujo sobre el órgano que se explora. Puede emplearse el electrodo adoptado por Stintzing como electrodo normal, de una superficie de 3 centímetros cuadrados (unos 2 centímetros de diámetro). Este electrodo sirve perfectamente para un gran número de músculos y para los nervios situados superficialmente; pero, para los músculos muy voluminosos, los gruesos de las extremidades y del tronco, y para los nervios situados á alguna profundidad, es preferible muchas veces el empleo del electrodo normal de Erb, de 10 centímetros cuadrados de superficie (aproximadamente 3 cm,5 diámetro). Si bien es cierto que el electrodo normal de Stintzing concentra mejor las líneas del flujo sobre el órgano que se explora, hace, en cambio, el examen más largo y difícil, puesto que basta una ligera desviación para que la parte más densa de la corriente pase por fuera del punto donde conviene que recaiga la excitación. En otros casos, sobre todo para la exploración de los músculos pequeños de la mano, de los músculos y nervios de la cara, conviene, por el contrario, emplear un