

se funda la interesante acción de la electrolisis. Al hablar del tratamiento de los aneurismas, os indiqué ya las beneficiosas aplicaciones que en aquellos casos se podían hacer de la electrolisis; no insistiré, pues, más sobre ello, y únicamente os indicaré las importantes observaciones del profesor Le Fort, que ha demostrado cuán numerosas son las aplicaciones de las modificaciones íntimas determinadas en nuestros tejidos por las corrientes continuas. Empiezo por el estudio de la acción fisiológica de las corrientes eléctricas, acción que desempeña un papel importante en el tratamiento de las enfermedades del sistema nervioso. Examinaremos sucesivamente esta acción sobre el sistema muscular y el sistema nervioso sobre la circulación y, por último, sobre la nutrición.

Acción fisiológica de la electricidad.

Acción sobre el sistema muscular.

Respecto del sistema muscular sabemos desde las experiencias de Galvani (1), experiencias reproduci-

(1) Desde la experiencia de Galvani, experiencias hechas por Nobili, Matteucci y Du Bois-Reymond han demostrado la existencia de la corriente propia de la rana, que se encuentra, por lo demás, en los músculos de todos los animales y del hombre, pero que se debilita según ocupe el sujeto un grado más elevado en la escala animal. En el mismo individuo, el músculo da una corriente tanto más activa, cuanto más enérgicamente esté destinado a obrar durante la vida.

Estas experiencias han demostrado además que cada punto de superficie longitudinal de un músculo es positivo con relación al punto de la superficie trasversal, sea natural ó artificial.

Dos hipótesis se han creado para

(a) Hermann, *Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskel*, Berlin, 1867, et *Grundriss der Physiologie des Menschen*. Berlin, 1867, 2.^a edición.—Du Bois-Reymond, *Conférence à l'institution royale de la Grande-Bretagne (Revue des cours scientifiques)*, 4.^o año, núm. 3, 1867).—Onimus et Legros *Traité d'électricité*, pág. 100.

explicar estas corrientes eléctricas en los tejidos. Unos, como Hermann, han sostenido que había que atribuir las á las reacciones químicas que ocurrían en el músculo. Cada músculo contiene, en estado normal, una sustancia llamada *inógena*, que se descompone en ácido carbónico, y en un cuerpo albuminoideo, la miosina, siendo esta descomposición la que daría lugar á la corriente eléctrica. Otros, como Du Bois-Reymond, han defendido otra hipótesis, basada en el estado molecular electro-motor de los músculos. Estas moléculas electro-motrices constituirían pequeños centros de acción química, volviendo las partes homólogas del mismo lado y obrando eléctricamente uno sobre otro (a).

das por Matteucci y Marianini, y sobre todo por Du Bois-Reymond, que existe una corriente muscular propia, no solamente del músculo de la rana, sino también de los músculos de toda la serie animal. Esta corriente, que se ha descrito con el nombre de *corriente propia de la rana*, ha sido explicada de diferente manera. Unos, como Hermann, han invocado las acciones químicas que ocurren en el músculo, y en particular la que sufre una sustancia, no aislada todavía, que ha descrito con el nombre de *inógena*; otros, por el contrario, como Du Bois-Reymond, han sostenido la hipótesis del estado muscular electro-motor de la sustancia muscular, representando cada molécula un elemento de pila que obra sobre las moléculas vecinas.

Todas estas teorías é hipótesis, que estuvieron muy en boga hace una quincena de años, están hoy abandonadas; porque la cuestión es más compleja de lo que antes se creía, y el descubrimiento de los fenómenos electro-capilares y el de las corrientes de polarización nos han demostrado cuán difícil era la explicación de la corriente muscular.

Respecto á los fenómenos electro-capilares (1),

(1) Becquerel ha estudiado fenómenos que ha descrito con el nombre de *electro-capilares*. Ha demostrado que dos disoluciones de naturaleza diferente, conductoras de electricidad, separadas por una membrana orgánica ó por un espacio capilar, constituirían un circuito electro-químico, que podía dar lugar á efectos químicos y mecánicos.

Este hecho, aplicado al organismo humano, demuestra que la mayoría de los elementos anatómicos presentan todos los elementos de un par electro-capilar. Existiría, pues, en nuestro cuerpo, un número considerable de pares electro-capilares

que darían lugar á corrientes de acción continua durante la vida, y algún tiempo después de la muerte.

Becquerel ha estudiado también la corriente formada por los huesos, los músculos y los nervios, é insiste, sobre todo, sobre las corrientes electro-capilares que se verifican entre la sangre y el líquido muscular. Ha demostrado que la parte de los capilares puesta en contacto con la sangre arterial, es el polo negativo, y el que corresponde á la serosidad y los tejidos, el polo negativo de un par electro-capilar.

En la sustancia nerviosa, Bec-

De los fenómenos electro-capilares.

Becquerel fué el primero que indicó su realidad, demostrándonos que, cuando dos soluciones de naturaleza diferente están separadas por una membrana orgánica ó un espacio capilar, se producen fenómenos eléctricos. Nuestro organismo reproduce en innumerable cantidad las condiciones de estos fenómenos electro-capilares, y se comprende el papel que pueden desempeñar en el sér vivo. En cuanto á las corrientes de polarización se ha demostrado últimamente que, cuando se hacia pasar por un músculo una corriente durante cierto tiempo, si se hacia cesar, se producía entonces en el músculo una corriente en sentido inverso y de mayor intensidad: esto es lo que se ha descrito con el nombre de corriente de polarización.

De las corrientes de polarización.

Estos son, como veis, hechos que nos demuestran cuán múltiples son los orígenes de la electricidad que determina el organismo vivo. Sea lo que fuere, cuando por una acción eléctrica, y en particular por una corriente de inducción, excitamos un músculo, determinamos en él contracciones enérgicas, y estas contracciones son las que buscamos en el tratamiento de las parálisis musculares.

Acción sobre el sistema nervioso.

Las observaciones que acabo de hacerlos á propósito del sistema muscular son perfectamente aplicables al sistema nervioso. Lo mismo que los músculos, los nervios tienen una corriente eléctrica propia; lo mismo que las fibrillas musculares, las fibrillas nerviosas pueden ser asiento de corrientes electro-capilares, é

querel ha demostrado que la corriente se dirige de la sustancia blanca á la sustancia gris. Ha indicado además, que por la influencia de los efectos químicos electro-capilares se producía un fenómeno

que ha descrito con el nombre de *cementación*, fenómeno que consiste en la introducción y salida de ciertos elementos del interior del cuerpo, y sin que por ello pierda nada de su forma (a).

(a) Becquerel, *Phénomène électro-capillaire* (Acad. des sc., de 1867 á 1870).—Legros et Onimus, *Traité d'électricité médicale*, pág. 117.

igualmente que la masa muscular, la masa nerviosa experimenta polarizaciones (1). Se ha querido comparar la corriente nerviosa con la corriente eléctrica: en el día está abandonada esta comparación; y lo que sabemos es que, bajo la influencia de ciertas corrientes, como las corrientes farádicas, las propiedades del nervio sensitivo ó motor reaparecen y determinan contracciones del grupo muscular por que se distribuye el nervio. También sabemos que por la influencia eléctrica modificamos el estado molecular del nervio, y hacemos así desaparecer las mas rebel-des neuralgias.

La acción de las corrientes sobre la circulación es de las mas activas; ya la corriente obra directamente sobre el vaso sanguíneo, cuya contracción determina, ya obra sobre los centros vaso-motores, ora de una manera directa, ora de una manera indirecta, y en este concepto la electricidad estática puede dar efectos análogos á los de la hidroterapia. Cuando colocamos á un enfermo sobre el banquillo aislador, y despues de haberle puesto en comunicación con una máquina eléctrica estática, obtenemos manojos de chispas de ciertas partes del cuerpo, producimos en él una revulsión de la piel análoga á la del frío, es decir, que á una acción vaso-constrictiva sucede otra vaso-dilatadora, que da lugar al enrojecimiento de los tejidos.

Acción sobre la circulación.

Existe un efecto fisiológico todavía mas activo de

(1) Se ha asimilado la corriente nerviosa á la corriente eléctrica. Du Bois-Reymond ha conseguido demostrar que existen en los nervios corrientes análogas á las de los músculos. Se ha sostenido también, que bajo el punto de vista histológico los nervios estaban compuestos de una serie de discos que gozaban de uno á otro el papel de ele-

mento eléctrico. En el día se está de acuerdo en rechazar la identidad que se ha querido establecer entre la corriente eléctrica y la corriente nerviosa, fundándose en la velocidad de esta corriente, que es diez veces menor que la del sonido, y menor todavía que la de la electricidad que se trasmite, por ejemplo, por un hilo telegráfico.

Accion
sobre
la nutricion.

la electricidad que el que acabo de indicaros; me refiero al efecto sobre la nutricion. Bajo la influencia de las corrientes continuas se reanima la nutricion, y los tejidos cobran su nueva vida; aunque no tengamos una explicacion absolutamente cientifica de este efecto nutritivo, resulta probablemente de una doble accion, accion directa sobre los nervios tróficos y accion molecular íntima: estas dos causas obran con probabilidad sobre cada uno de los átomos de los cuerpos vivos cuya vitalidad aumentan.

Tales son, en resúmen, los efectos que se pueden obtener de la electricidad, ya bajo el punto de vista físico, ya bajo el químico ó el fisiológico. Para conseguir nuestro objeto podemos utilizar los diferentes aparatos que vamos á examinar: estáticos, voltáicos y farádicos.

Cuando queramos modificar la sensibilidad cutánea y la nutricion general, utilizaremos la electricidad estática; cuando queramos, por el contrario, localizar la electricidad en un grupo muscular, ó bien cuando deseemos provocar contracciones en ciertos músculos, nos serviremos de los aparatos farádicos; por último, si queremos obrar sobre el estado molecular de ciertos nervios ó dar nueva actividad á ciertos tejidos, emplearemos las corrientes continuas.

Réstame ahora exponeros la técnica, como hoy se dice, de los aparatos estáticos, voltáicos y farádicos. Pero si lo teneis á bien, en esta cuestion cederé la palabra al doctor M. Bardet, pues que ha tenido la amabilidad de prestarme su valioso concurso en esta cuestion y que os expondrá mejor que yo la maniobra y la práctica de estos diferentes aparatos y la eleccion que de ellos puede hacerse.

M. Bardet toma la palabra en estos términos:

«SEÑORES:

»No existe aquí cuestion de competencia; nuestro ilustre maestro acaba de probaros su perfecta competencia en las cuestiones eléctricas. Grande honra es pues para mí el que me invite á tomar la palabra ante vosotros, mas nunca sabré agradecerle lo suficiente esta gran prueba de confianza.

Técnica
de la
electricidad.

»Como habreis comprendido perfectamente por las excelentes explicaciones que M. Dujardin-Beaumont acaba de daros, la electricidad es una, y solo difieren los medios de aplicacion. Estos medios de aplicacion son los que me hacen molestaros breves instantes.

»Teneis ante vosotros todos los principales aparatos empleados en la práctica de la electroterapia; como veis, su número es grande, pero M. Dujardin-Beaumont ha hecho que podais ver todos los modelos ó al menos los principales, á fin de que comprendais en seguida su manejo y os sea mas fácil hacer una buena eleccion de ellos.

»Os recuerdo primeramente las consideraciones que deben presidir á la eleccion del medio eléctrico que habeis de emplear en terapéutica.

Eleccion
de los aparatos.

»¿Se trata de obtener una accion general ó de someter por completo el individuo á la influencia eléctrica? Es preciso en este caso echar mano de la electricidad bajo su forma estática. Esta electricidad, como recordareis, posee una tension infinita, pero la cantidad de flúido producido por las máquinas estáticas es muy débil, casi nula. Obtendreis, pues, efectos mecánicos enérgicos, efectos de difusion considerable; de aquí los fenómenos curiosos observados en el empleo de la electricidad estática.

»Los aparatos de induccion permiten, si puedo expresarme así, estatizar la electricidad suministrada

por la pila, ó si lo creéis preferible, trasformar la corriente de cantidad obtenida de la pila en corriente de tension. Permiten obtener efectos mecánicos locales muy interesantes, pero la tension es demasiado débil para poder obtener efectos generales comparables con los de las máquinas estáticas.

»Si se quieren obtener efectos profundos de nutricion en la intimidad de los tejidos, se emplearán las corrientes de cantidad que la pila produce.

»Pero si es fácil definir las condiciones que deben dirigir el empleo de estos tres modos de accion del fenómeno eléctrico, lo es menos decir, sin entrar en algunos detalles, las condiciones que hacen ser á un aparato propio para el empleo terapéutico. Este es justamente el objeto de esta conferencia. Vamos, pues, á estudiar rápidamente las tres clases de aparatos que es posible emplear en electroterapia.

Máquinas
estáticas.

»1.º *Máquinas estáticas.*—¿Qué máquina se debe elegir? Aquí teneis cuatro modelos: la antigua máquina eléctrica que todos conoceis y que no es otra que la de Ramsdem,—la máquina de Holtz,—la máquina Carré, y por fin, la máquina de Voss, que es de invencion reciente. Observad la marcha de estos aparatos; la longitud de la chispa y la rapidez de su produccion indican la energía del aparato; como veis, la máquina de Holtz es la que produce el maximum. Vienen despues por órden, la de Carré, la de Voss, y por último, la de Ramsdem. Pero para que la comparacion sea fácil y completa he escogido aparatos cuyo precio de compra es casi idéntico.

»Pero, señores, el empleo de la electricidad estática es delicado; no basta que una máquina produzca mucha, es preciso que marche por todos los tiempos. Mas, la máquina de Holtz y la de Ramsdem, la primera sobre todo, son muy caprichosas. No las empleeis nunca, pues tendreis muchos dis-

gustos. Quedan las máquinas de Voss y la de Carré. Poco diré de la primera, la tengo poco estudiada; pero á primera vista no me parece de uso práctico. La máquina de Carré, por el contrario, es excelente bajo todos los puntos de vista. Esta es, pues, la que os aconsejo escoger. El modelo que empleo es el número 2, el disco de cautchouc tiene 49 centímetros de diámetro (fig. 1).

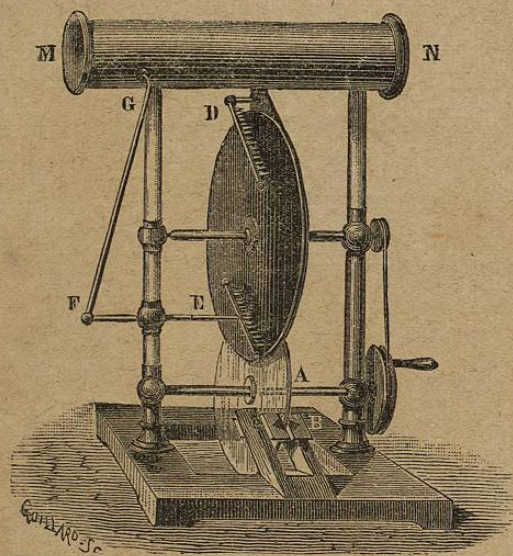


Fig. 1.

»Una cuestion importante es el buen aislamiento del banquillo que recibe al enfermo. Debe ser grande, capaz de tener encima una silla ó una banqueta, estar muy elevado sobre piés de cristal sólidamente montado. (El que yo empleo tiene 40 centímetros de altura). Para unir al enfermo con la máquina, se utiliza un tubo de cobre bastante grueso que el sujeto tiene en su mano.

»Los excitadores que se emplean para localizar la corriente en tal ó cual parte del cuerpo, son los que os presento. Representan, como veis, puntas ó bolas

Aplicacion
al
enfermo.

segun que se quiera obtener el soplo eléctrico ó la chispa. Podeis, por lo demás, daros cuenta de la manera como opero en el enfermo colocado en el banquillo.

»Cuando os sirvais de la electricidad estática, será conveniente que tomeis algunas precauciones. Como acabais de ver, el baño eléctrico se toma completamente vestido y no hay ninguna necesidad de hacer desnudar al enfermo. Los ramilletes y chispas se obtienen perfectamente á través de los vestidos; pero, sin embargo, ciertas prendas pueden dificultar la aplicacion de las corrientes estáticas.

»Ante todo, el sujeto, si es una mujer, no debe llevar corsé con ballenas de acero, porque la chispa seria muy dolorosa cuando naciere entre la expresada pieza metálica y el excitador. Además, el vestido ha de ser ancho y sin adornos, porque todas las puntas formadas por los pliegues y los adornos de encaje ó de metal que pueden encontrarse en el traje, serán otras causas de pérdida de flúido. En todos los casos, sean hombres ó mujeres, los vestidos deben estar secos. En fin, no olvideis nunca hacer dejar al paciente el reloj, llaves, portamonedas, en una palabra, toda pieza metálica; porque sin esta precaucion las chispas sacadas de estos objetos serian dolorosas y podrian ocasionar accidentes en los sujetos muy excitables (1).

Aparatos de induccion.

»2.º Aparatos de induccion.—La eleccion de un

(1) Tres ó cuatro excitadores son necesarios para la electrizacion estática:

1.º Un excitador de metal (cobre nikelado) formado por un vástago metálico, terminado por un disco erizado de puntas.

2.º Un excitador metálico provisto de un mango aislador que el operador tiene en la mano y ter-

minado por una bola metálica. Un anillo soldado al vástago metálico de esta bola, permite atarle una cadenilla que va á parar al suelo. Se puede disponer esta cadenilla pasándola por un anillo de cristal que se tiene en la mano izquierda, en tanto que se tiene el excitador en la derecha. Esta disposicion tiene por objeto aislar al operador

aparato de induccion es muy importante, porque segun que esté bien ó mal montado, los efectos serán favorables ó desfavorables.

Generalmente hay, sobre todo, que desconfiar de los pequeños aparatos, las oscilaciones son demasiado reducidas y las interrupciones demasiado rápidas. En todo aparato de induccion bien construido las interrupciones deben poder ser muy lentas ó muy rápidas, á voluntad. Cuando se quiere obtener una revulsion, las interrupciones han de ser muy rápidas. Cuando, por el contrario, se faradiza un músculo para ejercitarle, se tiene la ventaja de moderar el número de las interrupciones; pudiéndose entonces aumentar la intensidad de la corriente sin que por esto sean dolorosos los efectos.

»Los grandes aparatos que aquí teneis, construidos por MM. Gaiffe y Trouvé, llenan estas condi-

é impedir que experimente el choque de retroceso de las chispas obtenidas en el enfermo.

3.º Un excitador metálico de punta.

4.º Un excitador formado por un mango de madera terminado por una bola tambien de madera.

El excitador de puntas múltiples sirve para obtener lo que los antiguos llamaban *viento ó soplo eléctrico*. La impresion determinada con él es muy ligera y procura una sensacion de frescura muy agradable, particularmente en la cara. El fenómeno es por lo demás puramente metálico y producido por una verdadera corriente de aire de las moléculas aéreas electrizadas. Es preciso, sin embargo, reconocer que al mismo tiempo se produce una neutralizacion permanente en las partes afectadas, y por consecuencia, lo que se llama en física una diferencia potencial entre las partes afectadas y el

resto del cuerpo. Con el soplo histórico se han podido repetir todas las experiencias obtenidas en las históricas por medio de la aplicacion de metales.

El excitador de punta única produce un soplo mas enérgico y ramilletes bastante considerables en razon misma de la localizacion más mínima del fenómeno.

La bola de madera permite obtener una accion mas enérgica que la de los citados de punta única, pero menos viva que la del excitador de bola metálica que permite obtener chispas.

La chispa se acompaña siempre de conmocion general mas ó menos fuerte, al mismo tiempo que de una accion local caracterizada por trastornos vaso-motores que determinan enrojecimientos y arborizaciones vasculares visibles, sobre todo, en los individuos de piel fina y en las mujeres de temperamento histórico.