

necesarias fuertes corrientes farádicas de tensión elevada para producir ligeras sensaciones que quedan aún veladas y alteradas por las sensaciones simultáneas determinadas en los nervios de la piel y de la sensibilidad general. Las corrientes voltaicas, al contrario, aún débiles, producen casi siempre sensaciones especiales en relación con el aparato sensorial examinado. El aparato de la visión figura en este sentido entre los más excitables.

Cuando se dirigen débiles corrientes voltaicas de una sien á la otra, de la nuca á la frente, de la nuca á los párpados, etc., se produce en el momento del cierre y de la apertura de la corriente, y aun con simples fluctuaciones de potencial, una sensación luminosa, breve y rápida que ilumina como un relámpago el campo visual; generalmente esta sensación luminosa va acompañada de otra coloreada. Esta varía á menudo según los individuos, pero es la misma para un mismo individuo; es sin embargo diferente según la acción de uno ó de otro polo y el momento de esta acción generalmente es la misma cualitativamente en NF y en PO, la misma en PF y en NO. Cuando las corrientes son más fuertes, la sensación luminosa puede persistir algunos instantes después del cierre, y se desvanece, pero poco á poco; la reacción de apertura, al contrario, generalmente es breve y no persistente. Con las corrientes algo fuertes, la sensación luminosa es más clara en el centro y más oscura en la periferia; el disco luminoso central tiene un diámetro de 4 á 6 milímetros; su forma es circular, romboidal ó poligonal; no coincide con el eje visual, sino que aparece á un lado, el derecho en el ojo derecho, el izquierdo en el ojo izquierdo; la parte menos clara que le rodea, el halo, es á menudo coloreada diferentemente: para unos, el centro será rojo, la corona azul; para otros, el centro es amarillo, el halo lila ó azul, ó aún el centro será azul y el contorno azul más pálido, etc. Según Neftel, la reacción óptica para la corriente voltaica se compone de dos efectos: una sensación de luz (relámpago) y una sensación de color; unos aprecian más claramente la primera; otros perciben mejor la segunda; algunas veces una ú otra puede faltar. Para Neftel también la acción del polo positivo consistiría en disminuir la presión intraocular y la del polo negativo en aumentarla.

¿A qué se debe atribuir esta reacción óptica producida por la corriente voltaica? Algunos autores, Bénédikt, Althaus, la han referido á una excitación refleja provocada por intermedio del trigémino; pero más generalmente se atribuye á una excitación directa del aparato nervioso visual: retina, expansiones nerviosas ó tronco del nervio óptico. Por otra parte, el bulbo ocular y los medios transparentes del ojo constituyen una vía de conductibilidad que facilita el acceso de las corrientes directas ó

derivadas en la retina y las expansiones ópticas. Nuevas investigaciones de Hoche (de Estrasburgo) han demostrado que la excitabilidad voltaica de la retina y del aparato nervioso óptico era mucha, y que un electrodo de 10 centímetros cuadrados colocado sobre los párpados cerrados, y el electrodo indiferente en el esternón, el minimum de las sensaciones voltaicas luminosas aparecía con corrientes muy débiles, de 1/50 á 1/5 de miliamperio. La primera sensación luminosa aparecía no en NF, sino en PF; NF y NO ocupan un rango intermedio y PO sigue en última línea. Sin duda es por estas razones que las corrientes derivadas pueden llegar á producir estas sensaciones luminosas estando uno de los electrodos colocado en las mejillas, la nuca, el cuello, á veces el dorso ó el esternón, aun cuando el segundo electrodo se halle muy separado.

El método de exploración de las sensaciones voltaicas luminosas del aparato óptico debe ser un método polar: uno de los electrodos se colocará sobre los párpados cerrados, el otro en la nuca ó en el esternón. Aun en estas condiciones, por las razones ya aducidas, podrán producirse sensaciones en el ojo no sujeto á examen; para evitarlo, se colocará el electrodo indiferente en la sien del mismo lado del ojo que se explora. Lúchase con todo en este examen con grandes dificultades para que den cuenta exacta de las sensaciones que experimentan las personas en observación; una habitación á media luz y la oclusión de los ojos facilitan el resultado.

Deberían investigarse las modificaciones cuantitativas ó cualitativas de la excitabilidad voltaica del aparato óptico que pueden producirse en las afecciones del ojo y de sus medios transparentes, en las alteraciones de la retina, de la papila, del nervio óptico, en las lesiones cerebrales con trastornos visuales, etc. Muchas observaciones se han practicado en estos diversos sentidos. En un caso de hemianopsia, Brenner ha observado que el círculo luminoso voltaico era incompleto, truncado; se han obtenido resultados parecidos en casos de desprendimiento de la retina. Con bastante frecuencia se ha encontrado que las reacciones voltaicas ópticas seguían el mismo sentido que el poder visual, estando como aumentadas ó disminuídas. En un caso de parálisis histérica hemipléjica, Neftel ha observado que la reacción voltaica óptica faltaba no sólo en el lado paralizado, sí que también en el lado opuesto. Rosenthal ha encontrado asimismo en casos de anestesia histérica con ambliopía, disminución de la reacción voltaica óptica en el lado de la anestesia. Empero, de todos estos hechos, no se desprenden con todo aún leyes generales utilizables para el electrodiagnóstico.

OÍDO. NERVIO ACÚSTICO. — En estado normal, la exploración de la  
DIAGNÓSTICO MÉDICO. T. II. — 68.

excitabilidad voltaica del aparato auditivo es mucho más difícil que la del aparato visual á causa de la situación profunda de los órganos del oído y del nervio auditivo en los huesos del peñasco, exigiendo el empleo de fuertes corrientes, que provocan al mismo tiempo la excitación de los nervios de la vista, de los del gusto, de los nervios y de los músculos faciales y aun del cerebro. Pero el aumento patológico de la excitabilidad del aparato auditivo ha facilitado que pudieran conocerse las leyes que rigen aquella excitabilidad y que han podido ser comprobadas en personas en estado normal.

La exploración del aparato auditivo se practicó primero por medio de un electrodo fino introducido en el oído externo lleno de agua (Brenner); pero este modo de proceder tiene el inconveniente de ser doloroso, y además el agua contenida en el oído externo dificulta á menudo el examen por los ruidos que determina. Por ello Erb ha sustituido este procedimiento por otro consistente en la aplicación de un electrodo húmedo de dimensiones medias inmediatamente por delante del oído externo apoyando algo sobre el trago, quedando aplicado el electrodo indiferente como anteriormente en la nuca, el esternón, la mano, etc.

En estado normal, la excitación del aparato auditivo solamente da lugar á ruidos en el acto del cierre en el polo negativo, y en la apertura en el polo positivo: zumbidos, silbidos, tañido de campana, etc., según la intensidad de la corriente. No obstante, en muchas personas no se obtiene con frecuencia reacción alguna apreciable á causa de la dificultad de provocar la excitación del nervio auditivo; pero cuando se logra una reacción, el ruido provocado es más fuerte y de mayor duración en NF que en PO. Con corrientes fuertes el ruido de NF es más prolongado, continúa algún tiempo durante ND, decreciendo poco á poco; en PF y en NO no se produce ningún ruido en estado normal, pero pueden aparecer, siendo generalmente más débiles que en NF y en PO en estado patológico, en los casos de hiperexcitabilidad del nervio auditivo. De igual modo que en el aparato nervioso visual, se han referido por algunos las sensaciones producidas por la excitabilidad voltaica del aparato auditivo á una acción refleja provocada por la excitación del trigémino; pero generalmente se admite que son debidas á la excitación directa de los órganos nerviosos acústicos, sin que se haya podido aún determinar la parte que en ello tomen el nervio acústico, sus ramificaciones y sus expansiones terminales.

El simple hecho de que las sensaciones sonoras aparezcan fácilmente con corrientes voltaicas relativamente débiles y sin provocar una excitación simultánea algo pronunciada de los nervios próximos, nervios de la vista, nervios del gusto, nervio facial, etc., indica que la excitabilidad

del aparato auditivo está aumentada. El aumento simple de esta excitabilidad se caracteriza, pues, por la reacción más fácil del aparato acústico sin modificación de la fórmula normal; el aumento de la reacción auditiva está sobre todo acentuada en NF; existe también, pero menos marcada en PO. No sólo la excitabilidad se pone más fácilmente en juego, sí que también los sonidos provocados son más fuertes, más vivos y más prolongados; cuando el aumento ha adquirido alguna proporción, el ruido se prolonga indefinidamente mientras dura el paso de la corriente con el polo negativo.

Cuando existe hiperexcitabilidad del nervio acústico, se puede observar lo que Brenner ha denominado *reacción paradójica* del auditivo. Consiste en que el oído no explorado reacciona, manifestándose también por

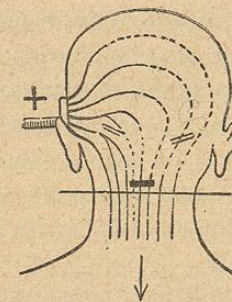


Fig. 162.—Esquema de la distribución de la corriente en el cráneo cuando se opera en un oído con el polo positivo. Radiación del polo negativo virtual conforme á un corte transversal del cuello (según Erb)

ruidos, cual si el electrodo indiferente estuviese aplicado sobre él, esto es, en el momento del cierre de la corriente cuando el oído explorado y que lleva un electrodo se examina con el polo positivo, y en el momento de la apertura cuando se examina con el polo negativo.

Erb explica esta reacción paradójica por la acción producida en el oído libre por el polo virtual, y el esquema adjunto (fig. 162) hace comprender que el oído no explorado reacciona conforme á la ley general de la excitación de la acústica. En las afecciones unilaterales del oído, cuando la exploración recae en el oído sano y mientras éste continúa silencioso, aparecen en el oído enfermo libre ruidos que coinciden con PF y NO á nivel del oído sano. Conviene estar prevenido respecto de este hecho y no creer que existan por ello modificaciones cualitativas de la excitabilidad del nervio acústico.

La hiperexcitabilidad voltaica del aparato acústico se observa á veces en personas que no sufren ó no se quejan de ninguna afección del oído

ó que ignoran que sus oídos están enfermos; con frecuencia depende de afecciones auriculares diversas, y cuando estas afecciones se prolongan cámbiase en disminución y luego sigue la pérdida de la excitabilidad.

La hiperexcitabilidad voltaica del aparato acústico se observa también en los casos de zumbidos nerviosos del oído. Se presenta asimismo en las fracturas del cráneo, tumores intracraneales, afecciones del sistema nervioso central, del cerebro ó de la médula, en la tabes, etc., en el síndrome de Ménière. Con bastante frecuencia la hiperexcitabilidad auditiva coincide con trastornos del aparato visual. Jolly y Fischer la han observado varias veces en alucinados del oído, á veces con anomalías cualitativas. Puede presentarse en personas con buena salud cuyo aparato auditivo ha sido excitado largo tiempo y varias veces por la corriente voltaica.

La disminución de la excitabilidad voltaica del acústico es difícil de calcular, pues que, como hemos visto anteriormente, sólo con dificultad se logran á menudo, ó no pueden obtenerse, las reacciones voltaicas del acústico en personas con buena salud. Cuando la afección es unilateral, se puede reconocer más fácilmente esta disminución de excitabilidad; ofrécese en las afecciones antiguas del oído ó en afecciones graves generalmente incurables.

Diversas anomalías cualitativas se han observado en la ley de la excitabilidad acústica ó en la calidad de los ruidos provocados, acompañadas ó no de hiperexcitabilidad; pero no se trata en tales casos más que de hechos aislados sin aplicación electrodiagnóstica general. El examen eléctrico de los oídos, por otra parte, se descuida á menudo, tanto á causa de las dificultades que ofrece como por las molestias que ocasiona á las personas en que se practica.

**NERVIOS DEL GUSTO.** — Cuando una corriente voltaica afecta la mucosa bucal, provoca una sensación gustativa salada, metálica ó ácida. Ésta aparece con corrientes en extremo débiles; también se tiene ocasión de observar sensaciones gustativas producidas por corrientes derivadas cuando uno de los electrodos es aplicado en las proximidades, más ó menos cerca de la cavidad bucal, en las mejillas, la nuca, la cabeza, el cuello, á veces aun en el esternón ó el dorso. Pero las sensaciones gustativas son más claras y acentuadas cuando la corriente principal pasa transversalmente de una á otra mejilla ó se dirige directamente á la lengua ó á la mucosa bucal; aparecen no sólo al cierre y á la apertura de la corriente, sino además mientras tiene lugar su paso. La sensación se acusa más en el lado del polo positivo, donde es ácida, metálica, que en el del polo negativo, en que es salada, hasta alcalina, según algunos autores. Esta

diferencia en la sensación producida en los dos polos es un medio fácil, empleado con frecuencia para distinguir éstos. ¿A qué deben atribuirse estas sensaciones gustativas? Se ha querido atribuir las principalmente á la acción de la electrolisis, pero generalmente se consideran debidas á una excitación directa de los nervios del gusto.

Para explorar la excitabilidad de los nervios del gusto, se emplea especialmente el método polar: el electrodo indiferente se coloca en la nuca, el esternón, la mano, etc., y el electrodo explorador en una de las mejillas (electrodo húmedo) ó sobre la mucosa lingual ó bucal (se emplea generalmente entonces una punta seca, metálica). Puede también explorarse la mucosa lingual ó bucal con dos puntas bastante aproximadas entre sí, provistas de una envoltura aisladora, y descubiertas solamente en el extremo. Las modificaciones cualitativas de la excitabilidad de los nervios del gusto no son apenas conocidas. El aumento de la excitabilidad es difícil de calcular á causa de la mucha excitabilidad que existe ya en estado normal, y que es fácilmente despertada por corrientes en extremo débiles; no puede casi utilizarse para el diagnóstico más que la disminución ó abolición de las sensaciones gustativas voltaicas: se ofrecen principalmente en las alteraciones del nervio lingual ó del trigémino y en algunos tumores intracraneales; acompañan á menudo á la anestesia histérica; se ha observado también la disminución de la excitabilidad gustativa en algunos casos de parálisis facial.

**NERVIOS DEL OLFATO.** — Las reacciones eléctricas de los nervios olfatorios son poco conocidas y ofrecen escaso interés. Estos nervios son, por otra parte, relativamente poco excitables y no reaccionan apenas cuando las corrientes no actúan directamente sobre ellos. Se ha provocado algunas veces su excitación por medio de un electrodo introducido en la cavidad nasal, llena de agua tibia, y se ha comprobado de tal modo que en NF y en PO se producía una sensación olfativa especial. Con corrientes dirigidas exteriormente sobre la raíz de la nariz se ha observado algunas veces también la producción de sensaciones olorosas, ya ácidas, ya amoniacales. En el estado actual de la ciencia, no puede tratarse, pues, de electrodiagnóstico respecto de los nervios del olfato. Es probable que se encontraría disminución ó pérdida de las reacciones eléctricas de los nervios olfatorios en los casos en que existe anosmia, como en ciertas fracturas de la base del cráneo, tumores cerebrales, anestesia histérica, etc.

## RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CUERPO HUMANO

El cuerpo humano, revestido de la epidermis, ofrece al paso de la corriente eléctrica una resistencia siempre bastante considerable, que varía en diversas condiciones<sup>1</sup>. Esta resistencia, en efecto, no es la misma según la región en que se apliquen los electrodos. Varía también con la intensidad de la corriente, con la duración de su aplicación, con las dimensiones de los electrodos y con la naturaleza y temperatura del líquido con que se mojan. Varía también según diversas condiciones fisiológicas y patológicas; se ha concedido, en este último caso, á las modificaciones de la resistencia eléctrica algún valor semiológico para caracterizar algunas afecciones.

Pero, antes de emprender este punto del electrodiagnóstico, importa precisar en qué consiste esta resistencia eléctrica del cuerpo. Apliquemos, por ejemplo, en la región posterior del cuello, á nivel de la parte inferior de la región cervical, un electrodo impolarizable ó un electrodo usual, que tenga 30 centímetros cuadrados de superficie, y coloquemos un electrodo igual, de las mismas dimensiones, en la parte anterior del pecho, en la zona media del esternón. Tomemos de la batería una fuerza electromotora bastante débil, 10 voltios, por ejemplo, y cerremos la corriente en los electrodos aplicados sobre el cuerpo con una presión constante. Observaremos que la intensidad alcanzada desde el primer momento por la corriente queda débil, esto es, que la *resistencia inicial* opuesta por el cuerpo es elevada; luego, á medida que pasa la corriente, aumenta su intensidad progresivamente durante un tiempo variable, algunos minutos, un cuarto de hora ó más, es el *período de decrecimiento de la resistencia*; después la intensidad de la corriente permanece constante, la resistencia ha llegado á un *mínimum*, pero no pasa de ser casi siempre un *mínimum relativo*. Si se aumenta la fuerza electromotora tomada de la batería se ve, en efecto, que aumenta la intensidad de la corriente, conforme á la ley de Ohm; pero el aumento de la intensidad es generalmente mayor que el que habría producido el solo aumento de la fuerza electromotora, es que al mismo tiempo la resistencia disminuye

<sup>1</sup> No podemos entrar en detalles sobre el estudio difícil y complejo de la resistencia eléctrica opuesta por el cuerpo humano. Hallaránse excelentes indicaciones acerca de ello en: CASTEX, *Résistance électrique des tissus et du corps humain, à l'état normal et pathologique*, Tesis de Montpellier, 1892; y DOMENICO D'ARMAN, *La conducibilità elettrica del corpo umano*, Venecia, 1894. Se encontrarán también los principales datos bibliográficos referentes á este asunto.

de nuevo. Este aumento de la intensidad continúa algunos instantes, *nuevo período de decrecimiento de la resistencia*, para dar lugar de nuevo á una intensidad constante, correspondiente á un *nuevo minimum relativo* de la resistencia. Prosiguiendo el experimento, se puede observar cómo la resistencia sufre aún nuevos decrecimientos y alcanza nuevos *mínimums relativos*; pero llega un momento en que la resistencia no decrece ya, ha conseguido un *mínimum absoluto*.

Stintzing y Graeber han demostrado que la intensidad de la corriente empleada tiene suma influencia respecto de la manera como responde la resistencia. Con corrientes de débil intensidad, inferior á medio ó á un miliamperio, la resistencia presenta un período de decrecimiento bastante prolongado y sólo lentamente alcanza su *mínimum relativo*. Con corrientes de mediana intensidad, de uno á cinco miliamperios, la resistencia disminuye con mayor rapidez, ofrece un período de régimen decreciente más breve, y alcanza con más prontitud un *mínimum relativo inferior* al obtenido con una corriente débil. Por último, con corrientes de mayor intensidad, 5 á 15 miliamperios ó más, la resistencia decrece todavía más de prisa y alcanza rápidamente un *mínimum* que corresponde al *mínimum absoluto* ó que no le falta mucho para serlo.

La disminución de la resistencia así obtenida dura bastante tiempo; pero no se conserva generalmente el valor del *mínimum absoluto* si se emplean de nuevo corrientes débiles.

La resistencia opuesta por el cuerpo varía con las dimensiones de los electrodos. La resistencia decrece más rápidamente y alcanza un *mínimum* relativamente inferior, permaneciendo iguales las otras condiciones, con electrodos anchos que con electrodos pequeños. Si los dos electrodos no son de iguales dimensiones, la resistencia aparece más débil cuando el electrodo mayor corresponde al polo positivo que cuando corresponde al negativo.

La resistencia no aparece de igual modo en las diversas regiones del cuerpo. Relativamente débil en la cara y en el cuello, es más fuerte en el tronco y mayor todavía en los miembros. Según las regiones, la resistencia inicial es, pues, más ó menos elevada; su período de régimen decreciente es también más ó menos prolongado y los *mínimums relativos* son notablemente diferentes según los puntos de aplicación de los electrodos. En la palma de las manos y la planta de los pies, la resistencia difiere extraordinariamente: en estos puntos, la resistencia inicial es á menudo menos elevada que en las otras regiones, pero no ofrece un período de régimen decreciente tan marcado; es al contrario bastante constante, á veces hasta aumenta ligeramente mientras dura el paso de la corrien-