

VISION PARA LOS CIEGOS (Historia de tres descubrimientos)

POR

TOMAS BARRAQUER, M. D.

Madrid . España

I — El Electroencefalograma como prueba del funcionamiento, principalmente físico, de la retina.

Sabido es que el cerebro, en reposo, produce en el encefalograma, lo que los encefalografistas llaman *Ondas Alfa*; sabido es, que las *Ondas Alfa* son bloqueadas y casi desaparecen al percibir el sujeto de la experiencia cualquier sensación, lo mismo un contacto en su piel, que una presión o estímulo en cualquier parte de su cuerpo. También son bloqueadas si iluminamos la retina de una persona sana. El problema estaba en saber qué ocurriría si iluminábamos una retina desprendida y era interesante saberlo porque la retina, una vez que se desprende carece de todas las sustancias químicas que, según los partidarios de "las teorías químicas", sirven para la visión de los colores. En efecto, estas sustancias *no las produce la retina*, sino la capa pigmentaria que no se desprende con ellas. Yo pensé que, si la retina desprendida, es decir, sin sustancia ninguna, al ser iluminada bloqueaba las ondas alfa del electroencefalograma era una prueba del funcionamiento físico de la retina. Y con la natural ansiedad hizo esta prueba, en mi presencia y la de otros compañeros médicos, el doctor Oliveros en el Servicio de Encefalografía del Hospital Central de la Cruz Roja, y el resultado fue enteramente positivo.

Este experimento ha sido repetido por el doctor Palomar Petit, de Barcelona, y por el doctor Sánchez Salorio, de Santiago de Compostela, haciéndolo sobre retinas no parcial, sino totalmente desprendidas, en las cuales no se puede invocar como causa de error la acción de la luz difusa, sobre las porciones no desprendidas de la retina.

II — *Excitación de las vías ópticas por corrientes alternas. Percepción de las mismas y de su inducción.*

Hay temas de investigación que no debemos, los oftalmólogos, abandonar en manos de los fisiólogos. Cajal señaló siempre la importancia de los hechos nuevamente adquiridos y, me atrevo a preveer, que las consecuencias del que voy a relatar pueden ser incalculables.

Son conocidos de todos vosotros los trabajos de *excitación* de las *vías ópticas* y, especialmente, de la Retina, *por corrientes continuas*, por lo que omito una relación detallada de las mismas. Solamente recordaré que, ya en el año 1755, *Le Hay*, inició el estudio de la acción excitadora de las corrientes continuas y observó el efecto de una descarga eléctrica entre la cabeza y la pierna, con una botella de *Leyden*, en un joven afecto de cataratas, el cual percibió, en ese momento, una súbita iluminación, como un relámpago. Después han sido muchos los experimentos realizados con *corrientes continuas*, midiéndose el dintel de la excitación (*Rheobase*) y también las constantes de tiempo (*Cronaxia*). Pero desde estos trabajos y los de *Bourguignon* hasta los de *Granit* y sus colaboradores, procurando estudiar la excitación de células aisladas, hay una larga serie de la cual sería imposible hablar en el corto espacio de esta Comunicación. Sólo diremos que, colocando un electrodo de pequeña superficie en una región cualquiera del ojo (sobre la córnea anestesiada o sobre el párpado, con el ojo cerrado) y otro electrodo en cualquier parte del cuerpo, se observa iluminación del campo visual manifiesta en el momento de abrir y de cerrar el circuito, en un choque de inducción y en la descarga de un condensador. Si la corriente es ascendente (*Anodo Corneal*) se ilumina el campo con una luz azulada, quedando oscura la mancha ciega y si la corriente es descendente (*Cátodo Corneal*) entonces la iluminación es rojiza y la mancha ciega, dicen algunos, aparece azulada o sea del color complementario.

He hecho experiencias semejantes con corrientes alternas y el resultado ha sido singular. Se observa una gran zona del campo visual iluminada por una claridad semejante a la que se percibe cuando hay un ataque de jaqueca oftálmica o teicopsia. Es una luz amarilla de la clase de la que los franceses llaman "pappillote", con un círculo amarillo de una luz sumamente intensa, y que ocupa la parte central de la región inferior de la zona iluminada que tal vez corresponda a la mácula. Estos fenómenos se perciben fácilmente con una *corriente alterna de cuatro y medio voltios y 20 períodos*. Estas son las mejores condiciones para producir el fenómeno y hay que poner entre los polos y la piel un poco de algodón mojado en una solución de cloruro de sodio.

Aunque este resultado fue enteramente satisfactorio y se hizo patente de un modo extraordinariamente brillante, la duda de su obtención no era para mí tan

inquietante como las que a continuación expondré y ésto obedecía a la causa de que era enteramente lógico pensar que si la corriente continua era percibida en el momento de abrirla y cerrarla, la corriente alterna, con su frecuente inversión de los polos, se estuviera percibiendo casi constantemente, es decir, con una iluminación —repito— de las llamadas “papillotantes”.

El resultado del siguiente experimento, por mí realizado era, también, lógico esperar que fuera positivo, por el siguiente razonamiento que me habían sugerido el funcionamiento de los aparatos de radio. Es sabido que las ondas que se perciben en la antena de los mismos son de tan pequeña intensidad que no alcanzan, por sí mismas, a hacer vibrar los altavoces del mismo aparato, pero sí es capaz de imprimir sus características y ello por inducción a otra corriente, la del aparato, es decir, la que toma de la red urbana o de las pilas que lo alimentan, la cual ya sí es capaz de hacer vibrar al aparato. Y como lo hace inducida ya por la que viene de la antena y esta capta lo que le envía la antena emisora, reproduce todos los sonidos que esta le envía.

Era mi objeto averiguar si la luz que se percibía al atravesar —como he dicho antes, el aparato visual una corriente alterna— era susceptible de cambiar de forma *al ser inducida aquella corriente por otra y si ésta inducción era percibida por el sujeto en el que llevaba a cabo mi segundo experimento*. El resultado fue positivo. La forma de la zona iluminada en el campo visual del mismo, cambió y también su color. Solamente con que se varíe el número de períodos de la corriente, que es el principal carácter de la inducción, el fenómeno se produce. He repetido el experimento en varios sujetos: enfermos, médicos, ayudantes, enfermeras y en mí mismo y el resultado ha sido constante, repitiéndose, en cada uno, las indicadas variaciones. Su constancia fue tan rotunda que no hay duda alguna acerca de su realidad.

Es un hecho afirmado por los fisiólogos *la correspondencia de cada punto de la retina con un punto determinado de la corteza cerebral* de tal manera que las imágenes dibujadas en la primera son reproducidas por las corrientes nerviosas en la segunda.

En el experimento antes citado era, seguramente, a nivel de la retina donde se percibía y también a nivel de la retina, se percibía la inducción. Por entonces me fue imposible, en trabajos realizados con el Dr. Oliveros, excitar directamente la corteza cerebral; creía sin embargo, que era posible hacerlo, siendo cuestión esencial hallar las intensidades óptimas en las corrientes que se pueden emplear y su multiplicación o disminución, así como del enfoque a mayor o menor profundidad del campo de acción de las mismas. Esto lo demuestra cómo atraviesan el cráneo las corrientes del electroencefalograma y cómo, en el microscopio electrónico no se usan lentes, sino campos magnéticos, para formar imágenes.

¿Podrían, el día de mañana, las corrientes que excitan la corteza cerebral ser inducidas por las ondas de la televisión? Creo firmemente que sí. Y creo, también, que ese día lo que parecerá extraño será el haber tardado tanto en averiguarlo y conseguirlo. *Y el resultado será que aquel que hubiera perdido sus ojos recibiera las imágenes del mundo exterior por la excitación directa de la corteza cerebral.*

Los que vivimos actualmente hemos sido testigos de innumerables descubrimientos que, en su iniciación, parecieron ambicioso en demasía. Luego los hemos visto convertidos en nuestros habituales compañeros y los usamos corrientemente. Su magia se ha desvanecido ante su simplicidad tecnificada. Se que no es fácil llegar a esta meta que acabo de señalar y que hará falta el concurso no solo de los médicos sino de hombres versados en otras muchas ciencias. Y con la tenacidad de todos, se hará posible esto que hoy nos parece una arriesgada hipótesis.

Fue también mi deseo investigar si se podía dar forma a la zona iluminada mediante excitación de la retina y a este efecto cambié de forma el reoforo que ponía sobre la córnea o sobre el párpado superior con el ojo cerrado y observé que si dicho reoforo era de forma circular también era redonda la zona que se veía iluminada. Después lo substituí por un estilete revestido de algodón impregnado en suero fisiológico y entonces aparecían en la zona iluminada líneas en la misma dirección en que había colocado el estilete vertical, horizontal u oblicua.

III — *Excitación dentro de la Corteza del área Visual*

Hasta aquí he descrito mi Teoría Física de la Visión¹, con el primero y segundo descubrimiento referidos ya.

A continuación voy a describir el último. Son todos tres interrogantes que he hecho a la Naturaleza, tres ejemplos del método experimental propugnado por Rogelio Bacon, el gran filósofo de la experimentación y su homónimo Francisco Bacon, también célebre filósofo y Primer Ministro de Inglaterra, el cual dice: "El gran arte de la investigación de la Naturaleza, en forma de ensayos, es saber hacer preguntas correctas, o sea, las que pueden ser contestadas. Toda la interpretación correcta de la Naturaleza tiene lugar mediante ensayos correctamente organizados. La mente debe dar aquí el dictamen del ensayo y el ensayo debe dar el dictamen del fenómeno".

Este Experimento lo he llevado a cabo el día 8 de febrero de 1964.

Obstinado en buscar la manera de encontrar una corriente que, atravesando el cráneo, llegara a excitar la zona visual de la corteza cerebral provocando sen-

1 Ver Arch. Soc. Amer. oftal-optom., Vol. 4 Pág. 23.

saciones luminosas, llegué al convencimiento de que con las corrientes continuas era imposible, las débiles, tal vez por su escasa potencia, las fuertes por su peligro y por la molestia que originan. Llegué a pensar que sería mejor hacer los ensayos con sujetos trepanados y, a este objeto, solicité el auxilio de algunos cirujanos que dispusieran de casos.

Era, sin embargo, para mí evidente, que tenía que existir alguna corriente que atravesara el cráneo, pues si no el electroencefalograma no podría hacerse y, por esta razón y semejanza con el electroencefalograma, había de ser una corriente muy débil. Entonces ensayé una corriente alterna de unas características especiales, que tenían muy pequeña amplitud de variación sobre las distintas zonas del cráneo y *al llegar a determinados puntos de dicha superficie el éxito coronó mis esfuerzos al encontrar lo siguiente:*

Teniendo los ojos cerrados se percibe una luminosidad en forma de *ondas oscilantes* como la que se ve en la pantalla de la televisión cuando no hay imagen. Con los ojos abiertos esta "luminosidad oscilante" se *superpone* a lo que estamos viendo y parece que está todo sumergido en un medio líquido, en movimiento.

Es de notar que si uno de los polos se coloca encima del globo ocular y el otro sigue en la posición anterior, el fenómeno es mucho menor y casi desaparece, lo cual indica que el ojo, con sus elementos nerviosos, no toma parte en la producción del fenómeno de percepción luminosa, el cual se debe a la excitación directa de la corteza cerebral. Esta corriente no necesitaba prescindir del cráneo para excitar la corteza cerebral, sino que por caminos perfectamente definidos, encontraba paso franco por el que abordaba la *zona visual* que, con tenacidad, era el objeto de mis ensayos.

Estos ensayos fueron repetidos en numerosas personas sanas, de distintas edades y características, así como en ciegos con atrofia del nervio óptico, con la misma respuesta positiva.

Tengo que explicar que usé en mis experiencias la corriente alterna, de 4 ó 5 voltios y de 20 a 30 períodos, observando que cuando el número de los períodos aumenta, la sensación luminosa va disminuyendo, hasta desaparecer a los 40 ó 50 períodos.

Los puntos donde se colocan para esta experiencia los polos son: uno de ellos por debajo del borde orbitario inferior, precisamente, en la salida del nervio infraorbitario, rama del trigémino; y el otro en la línea media de la bóveda craneana, en el lugar de la unión de los huesos parietales con el occipital y, también, un poco por adelante de éste punto. También se percibe luz poniendo éste polo detrás del pabellón de la oreja, en el peñasco.

Fue para mí una gran sorpresa y una gran satisfacción este hallazgo pues creo que abre la puerta a numerosas investigaciones. Por de pronto, me están construyendo un aparato en el cual, colocados los polos en los sitios debidos, el circuito se cerrará por una célula fotoeléctrica, con lo cual los ciegos se darán cuenta de si se encuentran en un ambiente oscuro o iluminado y de si algún obstáculo se interpone entre ellos y un foco luminoso.

En varios países, merced a los progresos de la Electrónica, están haciendo estudios para que los ciegos puedan ponerse en contacto con el mundo ambiente y creo que el hallazgo de estos puntos y de ésta corriente ha de facilitar mucho esas tareas. El cosmos y sus misterios y el hombre con los suyos, tienen sus barreras que los separan, es el triste problema de la individuación de los filósofos, pero han de tener sus puntos de unión, porque el hombre, al fin y al cabo, es un fruto de la Naturaleza, y la Naturaleza va siendo cada día más un dominio del hombre. Para la electrónica no parece haber misterios, ni imposibles; el "marcapaso" transmite al miocardio una pulsación cada segundo, con una capacidad para funcionar indefinidamente dentro del través. Es lo probable que los órganos agotados o inútiles puedan ser reemplazados por piezas electrónicas. Electrónicamente podremos activar la vista o el oído o el tacto si sus estructuras nerviosas están alteradas.

Estoy seguro de que estamos muy cerca del día en que se pueda inducir esta corriente por las ondas de la televisión, y que la corteza cerebral haga de pantalla receptora.

Ese día los ciegos habrán recobrado la visión del mundo.

Por el momento me están construyendo un equipo en el cual el circuito se cerrará o abrirá por la acción de una célula fotorresistente de sulfuro de cadmio que excitará un microrrelé (SCD) cuando incida luz sobre ella, y lo desbloqueará cuando haya oscuridad. Esto permitirá a los ciegos orientarse hacia la luz y detenerse cuando se interponga algún cuerpo opaco. Son numerosísimas las posibilidades que se abren con este descubrimiento que requiere la colaboración de médicos, físicos, técnicos en electrónica, etc.

Plaza de las Salesas, 10.

Al estudiar los casos del grupo "empeoramiento" —que por lo demás, al menos, se mejoraron un poco oftalmológicamente—, se observó una eliminación renal limitada; la insuficiencia caracterizada no se detectó más que en 3 casos. En un caso, se averiguó que el enfermo no había recibido ninguna terapia con Decanoato de Nor-androstenolona: se trata pues de un control insuficiente. No se ha establecido ninguna relación clara con las modificaciones del colesterol; en 3 casos, faltó la disminución habitual de la tasa de colesterol. 10 de los 11 casos, que reaccionaron con un descenso de la tasa albumínica, presentaron un aumento, a menudo considerable, de la gamma-globulina; el compuesto alfa-1 aumentó en 5 casos (muco-polisacáridos). El alfa-1 y la beta-globulina no se modificaron en nada.

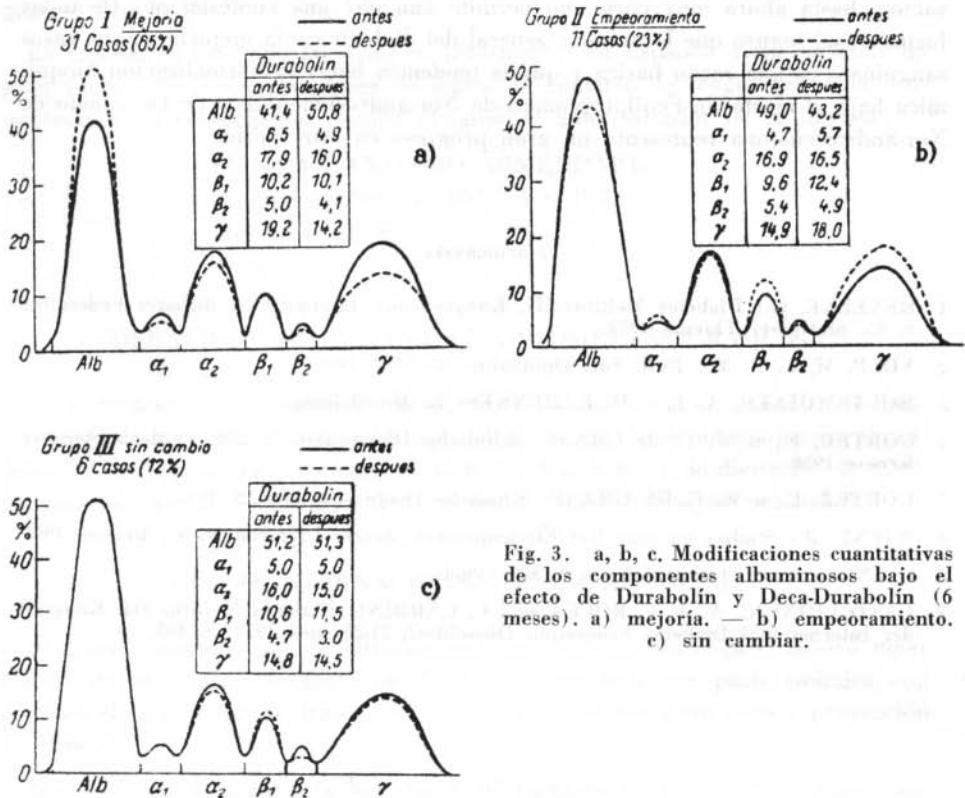


Fig. 3. a, b, c. Modificaciones cuantitativas de los componentes albuminosos bajo el efecto de Durabolin y Deca-Durabolin (6 meses). a) mejoría. — b) empeoramiento. c) sin cambiar.

Por lo que se refiere a las glicoproteínas, podemos decir que hemos observado a menudo un descenso del compuesto *alfa* 2 que, por regla general, seguía un camino paralelo en 21 casos (44%) al de la mejoría advertida en la fracción proteínica *alfa* 2.

RESUMEN

Al buscar una terapéutica de la retinopatía diabética, se descubrió el Durabolín y especialmente el Deca-Durabolín; esos dos productos pueden proporcionar una amplia mejoría de numerosas alteraciones patológicas de los procesos metabólicos; antes de todo, son aptos para regularizar las variaciones de las grasas sanguíneas y producir un notable mejoramiento de las alteraciones proteínicas. Por esas razones, nos parece importante utilizar, en las retinopatías diabéticas, desde el principio y durante largo tiempo, una hormona anabolizante como Decanoato de Nor-androstenolona. A la pregunta de si se puede curar o al menos prevenir la retinopatía diabética con esos esteroides anabólicos, el tiempo de observación, hasta ahora muy corto, no permite aun dar una contestación. De todas formas, está seguro que la mejoría general del diabético y la mejoría de sus vasos sanguíneos es una razón básica y que la tendencia hacia la normalización bioquímica bajo el efecto de Fenilpropionato de Nor-androstenolona y de Decanoato de Nor-androstenolona representa un gran progreso en este sentido.

BIBLIOGRAFIA

- 1 HEVELKE, G.: Diabetes Mellitus III. Kongreß der International diabetes Federation S. 95. Stuttgart: Thieme 1959.
- 2 VOLP, M. L. E. M.: Bull. Soc. Ophthalm. 72, 596 (1959).
- 3 HOUTSMULLER, A. J., u H. E. HENKES: In Bearbeitung.
- 4 GORTER, E., u W. C. de GRAAF: Klinische Diagnostiek S. 290. Leiden: Stenvert-Kroese 1956.
- 5 GORTER, E., u W. C. DE GRAAF: Klinische Diagnostik 1956, S. 294.
- 6 WIENE, R.: Studies on agar Gel Electrophoresis Arscia Uitgaven N. V., Brüssel 1959.
- 7 GIVNER: Amer. J. Ophthal. 49, 2, 360 (1960).
- 8 CASTGLIONI, C. A., F. F. ROCCA und C. CARBINI: Diabetes Mellitus III. Kongreß der International Diabetes Federation Düsseldorf, 21-25. Juli 1958, S. 103.