

# Breve historia de la electroencefalografía

Leonardo Palacios

## RESUMEN

Se presenta una breve historia de la electroencefalografía, partiendo de las investigaciones de Luigi Galvani en 1770, de los posteriores trabajos de Emil du Bois Raymond, quien publicó un libro en dos volúmenes titulado "Investigaciones sobre la Electricidad Animal" entre 1848 y 1849.

Las primeras descripciones sobre la existencia de actividad eléctrica del cerebro, fueron efectuadas por el médico inglés Richard Caton, profesor de fisiología en la Real Escuela de Medicina de Liverpool.

Posteriormente se citan los trabajos y avances más significativos en el área, hasta llegar a la prominente figura de Hans Berger bien llamado "padre de la electroencefalografía y de la Psicofisiología", de quien se hace una reseña bibliográfica y un breve análisis de sus aportes al campo de la neurofisiología.

Se presenta para finalizar, el desarrollo de la electroencefalografía posterior a 1930, incluyendo la electrocorticografía y la video-electroencefalografía. (Acta Med Colomb 2002; 18: 104-107).

## SUMMARY

A brief story of encephalography is presented. Starting from Luigi Galvanizes research in 1.770 and other re-

search carried out by Emil du Bois Raymond who published a two-volume book titled "Research about Animal Electricity" between 1848 and 1849.

The English doctor Richard Caton, physiology teacher in the Royal School of Medicine in Liverpool, developed first descriptions about the existence of electrical activity in the brain.

Afterwards, research and other more significant advances in this area are cited until Hans Berger called "the electroencephalography and psychophysiology father". In this part it is included a complete bibliography and a brief analysis of his work in the neurophysiology field.

Finally, the development of electroencephalography after 1930 is presented, including the electrocorticography and the video electroencephalography. (Acta Med Colomb 2002; 18: 104-107).

## INTRODUCCIÓN

Estas breves líneas resumen la historia de un medio diagnóstico con el que sin duda todos aquellos que trabajamos en neurociencias hemos tenido contacto, y consideramos que conocer un poco acerca de su descubrimiento y sus descubridores nos permitirá acercarnos mejor a su comprensión y análisis.

El EEG fue inventado por Hans Berger en 1924. Sin embargo su historia se inicia desde mucho antes. Teniendo en cuenta que el EEG es una manifestación de los ritmos eléctricos del cerebro, debemos remontarnos al año de 1770 en el cual el italiano Luigi Galvani publicó sus observaciones sobre la electricidad animal. Este científico italiano demostró la existencia de "electricidad animal intrínseca", pero sus observaciones no tuvieron mayor impacto por más de cincuenta años a pesar de que su sobrino, Luigi Giovanni Aldini las confirmara en 1794, al igual que Frederick Von Humboldt en 1797 y Carlo Matteucci en 1830. La poca aceptación de estas observaciones se debió en parte, a la influencia de Volta, importante científico quien de manera incorrecta consideraba que todos los hallazgos se debían al efecto ocasionado por un estímulo eléctrico proveniente de la batería sobre dos metales disímiles (1, 2).

El interés por el fenómeno eléctrico intrínseco en los nervios y músculos motivó al científico alemán Emil du Bois Raymond, quien escribió un libro de dos volúmenes titulado "Investigaciones sobre la electricidad animal", en 1848 y 1849. El segundo volumen tiene una descripción completa sobre el registro de potenciales del músculo sobre la piel, y esta-

bleció las bases de la electromiografía clínica (2).

Las primeras descripciones sobre la existencia de una actividad eléctrica del cerebro, fueron efectuadas por el fisiólogo inglés Richard Caton, profesor de fisiología en la Escuela Real de Medicina de Liverpool, que demostró gran interés en los estudios de Raymond. Caton también había recibido influencia de Edouard Hitzig y Gustav Theodor Fritsch quienes habían demostrado la evidencia de respuestas motoras locales luego de la estimulación eléctrica en varias áreas de cerebros de perros. Dichos investigadores llegaron a producir convulsiones en los canes después de aplicar sobre el cráneo intensos estímulos eléctricos. El científico inglés sostuvo la hipótesis de que los estímulos periféricos podían evocar respuestas eléctricas cerebrales focales. Dicha hipótesis le permitió obtener en 1874 financiación de la Asociación Británica de Medicina para poder confirmarla. En su histórica publicación sobre actividad eléctrica cerebral en el *British Medical Journal* en 1875, comparó su trabajo con el que había realizado algunos años antes un neurocirujano inglés, David Ferrier. Dicho estudio también demostraba en perros respuestas motoras discretas y locales, después de estimulación cortical. Reviste gran importancia el hecho de que en esta publicación Caton fue el primero en observar la actividad eléctrica cerebral, continua y espontánea. Se refirió a “corrientes eléctricas en la sustancia gris”. Dos años más tarde haría un publicación más detallada en la misma revista. La importancia del trabajo de Caton es enorme y causa admiración teniendo en cuenta las muy difíciles condiciones experimentales en las cuales realizó sus trabajos (1, 2).

El fisiólogo ruso Danilewski trabajando en forma independiente,

y contemporáneo con Caton realizó también estudios galvanométricos en cerebros de perro curarizados pero sólo publicó sus observaciones en 1891 (1).

Aproximadamente 15 años después de los descubrimientos de Caton, Aldof Beck, estudiante de medicina y el Profesor Cybulsky, su mentor en la Universidad de Cracovia en Polonia, inspirados por los trabajos de Hitzig y Fritsch realizaron nuevas propuestas para intentar otros métodos de localización funcional en el cerebro. Debe advertirse que ninguno de los dos conocía los trabajos de Caton. En su tesis doctoral en 1891, Beck se preguntaba si existían corrientes eléctricas en el cerebro y en la médula espinal, y en caso de que así fuese, si dichas corrientes tuviesen modificaciones durante la actividad. Aunque ya existían galvanómetros desde cuando Caton realizó sus experimentos, la respuesta de frecuencias del equipo que utilizaron Beck y Cybulsky no permitía reconocer espigas epileptiformes y la amplificación permitía apenas registrar actividad electroencefalográfica colocando electrodos sobre la corteza cerebral. La tesis de Beck describe la observación de potenciales evocados visuales. Describió también la supresión de la actividad continua de fondo al aplicar diferentes estímulos sensoriales. Su última publicación conjunta fue realizada en 1895 (2).

El vienés Fleisch Von Marxow confirmó la actividad eléctrica rítmica recogida en la superficie de cerebros de perros, mediante electrodos impolarizables y describió su desaparición en la anestesia clorofórmica profunda.

El ruso Sechenov publicó sus observaciones sobre los fenómenos galvánicos en el bulbo de la rana, describiendo descargas espontá-

neas modificables por tetanización del nervio ciático.

A comienzos de este siglo, los rusos Pavel Kaufman (1912) y Pradvich Neminski (1913) fueron los primeros en establecer que los potenciales eléctricos cerebrales se pueden recoger a través del cráneo intacto. Previamente realizaron experimentos con perros a los que se les realizaban craneotomías, y con electrodos colocados sobre la corteza cerebral, registraron actividad electroencefalográfica epileptiforme que además fue registrada por primera vez fotográficamente (1, 2).

Kaufman describió la existencia de dos períodos bioeléctricos durante la anestesia: el primero de aumento de potenciales (fase de excitación) y el segundo con disminución de los mismos (fase de depresión). Neminski, utilizando un galvanómetro de cuerda describió por primera vez los distintos ritmos cerebrales captados en cerebros de perro de acuerdo con su frecuencia (10 a 15, 20 a 32 ciclos por segundo) bautizando dichas oscilaciones con el término “electrocerebrograma” (1).

Sin embargo, no cabe duda que el padre de la EEG humana, fue Hans Berger, Jefe de la Unidad de Psiquiatría de la Universidad de Jena (Alemania) quien después de una prolongada serie de estudios en 1902 efectuó el 6 de julio de 1924 el primer registro de las oscilaciones rítmicas del cerebro de un joven de 17 años, a través del orificio de una trepanación decompresiva utilizando un galvanómetro de cuerda (1-3).

Berger se doctoró en la Universidad de Jena donde permaneció en la clínica psiquiátrica hasta su retiro en 1938. Desde muy temprano quiso estudiar las relaciones entre los procesos materiales y los

procesos cerebrales. Estaba convencido de que la relación mente cuerpo no era tan distante, y que existían procesos que unían de manera muy cercana al uno con el otro. El resultado más importante de sus inquietudes y de los estudios que llevó a cabo fue el descubrimiento de electroencefalograma.

Inicialmente estaba pobremente equipado para la investigación que pretendía. Tenía poca experiencia como neurofisiólogo y sus conocimientos electromecánicos eran limitados. Utilizó galvanómetros de cuerda relativamente primitivos, destinados a registrar potenciales de mucho mayor voltaje como en el electrocardiograma. Sus primeros intentos por registrar la actividad bioeléctrica cerebral fueron un fracaso pero progresivamente logró mejorar. Se sabe que intentó entre 1902 y 1910 reproducirlos en diferentes animales, pero falló. (2, 4).

Pudo observar que obtenía mayor éxito al registrar cráneos que habían sufrido lesiones y tenían defectos entre el cuero cabelludo y el cerebro. Logró su primer registro en un individuo de 17 años con un defecto en la tabla ósea del cráneo, el 6 de Julio de 1924. Posteriormente pudo hacer registros en sujetos con el cráneo intacto. Su hijo Klaus fue utilizado para 73 registros entre los 15 y los 17 años de edad. De hecho los primeros registros electroencefalográficos publicados, fueron precisamente éstos. Utilizó diferentes tipos de electrodos (agujas de zinc, de platino, de pomo y de otros materiales) colocados en o sobre el cuero cabelludo. Los mejores resultados fueron obtenidos cuando se fijaban en la frente y en el occipucio (4).

Para realizar registro electroencefalográfico en humanos, utilizaba electrodos de aguja y un galvanómetro de cuerda con un espejo

en el que se reflejaba luz que a su vez permitía la exposición de papel fotográfico de bromuro de plata que se movía a 3 cm por segundo (la misma velocidad que utilizamos hoy en día). Durante los siguientes años acumuló varios registros electroencefalográficos de individuos con cráneos intactos, incluyendo 73 trazos de su hijo Klaus. Sólo entonces, en 1929 sometió a publicación su histórico artículo. Entre dicho año y 1938 se publicó en los "Archiv Fur Psychiatric Und Nerven Krankheiten" una serie de trabajos de este autor en las cuales se efectúan las primeras descripciones de los ritmos cerebrales humanos y sus modificaciones en condiciones fisiológicas y patológicas. Berger bautizó a sus registros con el nombre de Electroencefalograma (que reemplazó al de electrocerebrograma ideado por Neminski ya que está compuesto por dos raíces griegas en lugar de una griega y otra latina) (1-4).

A pesar de ser consciente de la importancia del descubrimiento, Berger esperó cinco años para publicarlo. Probablemente inseguro de sus resultados, continuó repitiendo pruebas muchas veces, en diferentes sujetos, incluso sobre sí mismo.

En 1929 publicó su descubrimiento: actividad eléctrica cerebral espontánea en humanos. Como cuidadoso investigador que era, describió en su publicación los trabajos de Caton, al igual que los de Beck y Cybulsky. En su publicación menciona: "En consecuencia, creo que he descubierto el Electroencefalograma del hombre y que lo revelo aquí por primera vez".

En 1930 realizó 1.133 registros en 76 personas y preparó un segundo informe. Designó con letras del alfabeto griego los dos tipos de ondas que había observado desde el principio en los trazados

realizados a seres humanos. Las de mayor voltaje y menor frecuencia fueron denominadas ondas alfa, las de menor voltaje y mayor frecuencia, ondas beta (4).

En 1931 se refirió a la frecuencia con la que se observa actividad electroencefalográfica anormal en pacientes con epilepsia y registró por primera vez actividad de punta-onda (2).

Los trabajos de Berger fueron mirados con escepticismo en el ambiente médico hasta que el prestigioso fisiólogo inglés ED Adrian y su colega HC Matthews en la Universidad de Cambridge, confirmaran sus observaciones utilizando amplificadores termoiónicos en 1934. Confirmó la presencia de las ondas alfa en región occipital y bautizó dicha actividad con el nombre de ritmo de Berger. Su publicación apareció en la revista "Brain" en el número de noviembre de 1934. Herbert Jasper realizaba una pasantía en la Universidad de la Sorbona cuando se enteró de los trabajos de Berger, cuando regresó a Rhode Island trabajó con Leonard Carmichel y corroboró todos los hallazgos de Berger y lo publicó sólo dos meses después de la publicación de Adrian, en la revista "Science" en el número de enero de 1935 (2).

Los trabajos de Berger fueron publicados en inglés por Peter Gloor en su libro Hans Berger on the Electroencephalogram of Man en 1969. Dicha obra incluye además una excelente biografía del científico alemán (3).

Es muy triste observar como un individuo que se encontraba haciendo importantes aportes a la ciencia fue maltratado por el régimen Nazi. En efecto, Berger no compartía las ideas de dicho movimiento y fue destituido de su cargo. Sumido en una profunda de-

presión, se suicidó. Adolph Beck fue otra víctima. Después de una vida de honores, se retiró como rector de la Universidad de Cracovia y como Jefe de su departamento de Neurología. En 1942, siendo ya un hombre mayor y enfermo, incluso estando hospitalizado, fue detenido por los nazis con el objeto de transportarlo a un campo de concentración. Previo a esto, se suicidó con una cápsula de cianuro que le fue entregada, al igual que a los demás miembros de la familia, por su hijo médico (2, 6).

El primer registro de actividad eléctrica cerebrales poniendo los electrodos en contacto directo con la corteza cerebral (electrocortico-grafía) fue llevado a cabo por Fostering y Altenburger en 1935 (1).

El fisiólogo y electroencefalografista Alexander Forbes trabajó intensamente en las etapas iniciales de la amplificación con tubos de vacío. Los amplificadores empezaron a utilizarse muy rápidamente en los electroencefalógrafos a escala global. En el laboratorio de electroencefalografía del "Boston City Hospital", los Dres. Frederick Gibbs, Halowell Davis y William Gordon Lennox demostraron en 1935 la presencia de com-

plejos de punta onda interictal y durante crisis de ausencias. En 1936 Lennox y Gibbs registraron descargas focales en pacientes con epilepsia focal. La literatura sobre electroencefalografía empezó a multiplicarse y para 1941 el Index de Literatura Científica colocaba los artículos de electroencefalografía en una lista aparte (2).

En Francia deben citarse los trabajos de Bertrand, Guillaín y Delay, y posteriormente los de Henri Gastaut quien formó la Escuela de Marsella cuyos aportes en el campo de la epileptología son incontables (1).

Los esfuerzos para registrar en forma simultánea electroencefalografía y eventos ictales se iniciaron en 1938, cuando en una reunión de la Asociación Americana de Psiquiatría Schwab mostró imágenes en movimiento sincronizadas con un trazado electroencefalográfico. Jasper y Hunter lograron posteriormente realizar con una sola cámara registro simultáneo del EEG y de la actividad del paciente mediante un ingenioso sistema de espejos colocado sobre el paciente y sobre el trazado electroencefalográfico. En los años 50 la televi-

sión hizo que el proceso fuese menos complicado (5, 6).

En 1960 los transistores que habían sido inventados en 1947, reemplazaron los amplificadores con tubos de vacío en los electroencefalógrafos logrando un mejor registro gráfico. Los mismos transistores hicieron posible el manejo computarizado de todos los aspectos de la electroencefalografía (2, 5, 6).

#### REFERENCIAS

1. **Palacios L, Palacios E.** La epilepsia a través de los siglos. Bogotá: Editorial Horizonte 1999.
2. **Goldesohn E.** Historical perspectives and Future Directions. En, Willie E., ed. The Treatment of Epilepsy, principles and practice. Pennsylvania : Lea & Febiger 1993: 173-184.
3. **Gloor P.** Hans Berger on the Electroencephalogram of Man. Amsterdam: Elsevier Publishing Company 1969.
4. **Stevens LA.** Exploradores del cerebro. Barcelona: Barral Editores 1971: 235-281.
5. **Delgado Escueta AV, Enrile Bascal F, Treiman DM.** Complex partial seizures on closed-circuit television and EEG: a study of 691 attacks in 79 patients. *Ann Neurol* 1982;11:292-300.
6. **Delgado Escueta AV, Nashold B, Freedman M, Keplinger MS, et al.** Video taping epileptic attacks during stereoelectroencephalography. *Neurology* 1979; 29:473-489.