

Estudio de los potenciales evocados visuales y de la correlación de la actividad electroencefalográfica entre distintas áreas en sujetos normales

G. OTERO, G. FERNÁNDEZ, J. RICARDO Y T. HARMONY

Lab. de Neurofisiología, C.N.I.C., Habana

Recibido en: Dic. 1969

ABSTRACT. Average VEP were recorded from 50 subjects in a state of wakefulness. The record was taken from monopolar and bipolar leads with electrodes placed on the skull in the Grey Walter arrangement. The subjects maintained their eyes closed during stimulation. Cross correlation of EEG activity was measured with a Polarity Coincidence Correlator device on symmetrical leads before and during photo-stimulation. Latency distribution of the different waves of AEP showed peak concentration at 50, 100, 125 and 175 msec. in all leads, at 75, 150 and 200 msec. on frontal and occipital areas and between 80 and 85 msec. in parietal regions. There was no latency or amplitude difference between homologous regions. Cross correlation values showed normal distribution and there were significant differences between the average value recorded before and during photo-stimulation.

RESUMEN. Se estudiaron los potenciales evocados visuales (PEV) en 50 sujetos normales, en condiciones de vigilia, sin prestar atención a la fotoestimulación y con los ojos cerrados. Se usaron derivaciones monopolares y bipolares, de acuerdo a la distribución de electrodos de Grey Walter. La correlación cruzada de la actividad electroencefalográfica se obtuvo mediante un correlador de polaridad, en las mismas derivaciones, antes y durante la fotoestimulación. En el análisis de los P.E.V., encontramos agrupamiento de ondas en los 50, 100, 125 y 175 mseg. de latencia, en todas las derivaciones. En frontales y occipitales en 75, 150 y 200 mseg. y entre 80 y 85 mseg en parietales. No se observaron diferencias significativas de amplitud y latencia en regiones homólogas. Los valores de correlación cruzada obtenidos siguieron una distribución normal, encontrándose diferencias significativas entre los promedios registrados antes y durante la fotoestimulación.

INTRODUCCION

La actividad electroencefalográfica ha sido estudiada desde el punto de vista de su ritmicidad, amplitud y frecuencia. Se han realizado, además, estudios de autocorrelación y correlación cruzada de intervalos pequeños. Esta técnica se ha aplicado al estudio del origen de las distintas ondas eléctricas del cerebro.

El equipo utilizado por nosotros en este trabajo determina el índice de correlación entre dos zonas. Considerando fundamentalmente la polaridad de las distintas ondas, permite conocer de forma sencilla, relaciones de simetría entre diferentes regiones.

La primera parte de este trabajo está dedicada al estudio de la correlación cruzada de la actividad electroencefalográfica en un grupo de sujetos normales y las variaciones que puedan aparecer en el curso de estimulación luminosa iterativa.

En esta población, se obtuvieron, además, los potenciales evocados visuales, haciéndose un análisis de la configuración, simetría y distribución topográfica de los mismos.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 50 sujetos humanos, de ambos sexos, asintomáticos y con electroencefalograma normal, entre 18 y 55 años de edad (promedio de 26 años).

Las condiciones del experimento fueron las siguientes:

El sujeto se encontraba en reposo, en una habitación en penumbra, sin aislamiento acústico, despierto, relajado, con los ojos cerrados.

Se colocaron electrodos en el cuero cabelludo siguiendo la distribución de Grey Walter. Derivaciones monopolares en las áreas frontales, parietales, occipitales y temporales, con el electrodo indiferente en la oreja ipsilateral y bipolares fronto-parietales, parieto-occipitales, occipito-temporales y tempro-frontales.

El equipo utilizado consistió en un Polígrafo ALVAR de 17 canales que se empleó, además, como amplificador de las señales entregadas a una computadora de promedio de transientes CAT 400 y a un correlador de polaridad Neuro-Data Inc. que mide el índice de correlación entre dos señales que se le entreguen. Se empleó además un fotoestimulador Soneclat ALVAR.

El estudio se dividió en dos partes:

- 1) Registro electroencefalográfico continuo y lectura de la correlación cruzada para las distintas derivaciones usadas (las ya mencionadas, así como entre fronto-parietal y parieto-occipital izquierda y derecha). La lectura se realizó utilizando una constante de tiempo de 10 y una frecuencia de análisis de 1 Kc. en zonas simétricas.
- 2) Durante la segunda parte del estudio el sujeto mantuvo los ojos cerrados mientras se le aplicaba estimulación luminosa mediante destellos de 250 microseg. de duración, 5000 lux de intensidad y entre 70 y 90 estímulos por minuto. La lámpara se colocó a 50 cm del nasio del sujeto.

Se registraron los potenciales evocados visuales simultáneamente con la lectura de la correlación. El EEG en este caso se utilizó por breves períodos para comprobar el estado de conciencia del sujeto. Se promediaron 200 potenciales evocados con

un tiempo de análisis de 250 mseg. Se midió la latencia de cada pico. Considerando significativas las diferencias de latencia mayores de 5 mseg., durante los primeros 100 mseg. y mayores de 20 mseg. en el resto de la respuesta. En relación con la amplitud, se tomaron como significativas las diferencias mayores del 50%. Esta comparación se realizó entre regiones homólogas.

Con los valores de correlación obtenidos en cada derivación, se trazaron histogramas de distribución de frecuencia; se calcularon el promedio y error standard de la media para las cifras encontradas durante la estimulación luminosa y antes de la misma. Se aplicó el test de Student, para comparar las correlaciones obtenidas en ambas condiciones.

RESULTADOS

Los histogramas de distribución de frecuencia de los valores de correlación cruzada obtenidos en las diferentes derivaciones se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

Como se puede observar, se encontraron diferencias significativas entre los promedios de correlaciones obtenidos, antes y durante la estimulación fótica, correspondiendo a esta última el promedio mayor.

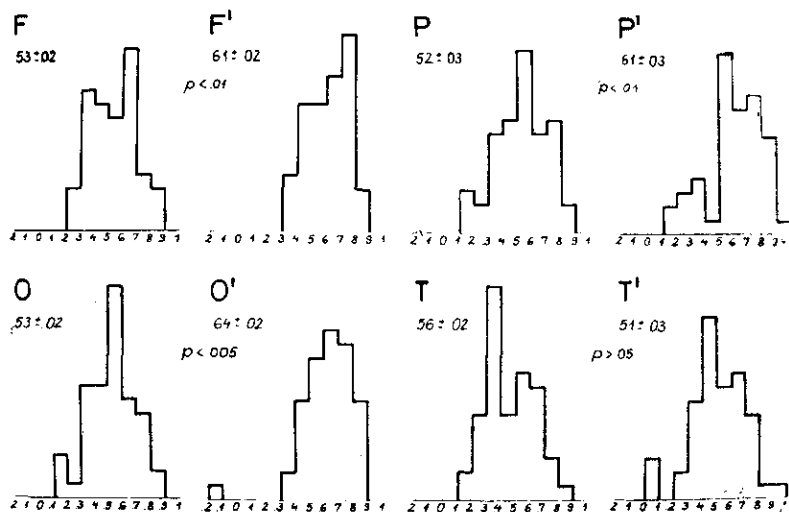


Fig. 1. Histogramas de distribución de frecuencias de los valores de correlación cruzada en los 50 sujetos. F, P, O, T: Derivaciones monopolares frontales, parietales, occipitales y temporales respectivamente. F', P', O', T': Las mismas derivaciones durante la fotoestimulación

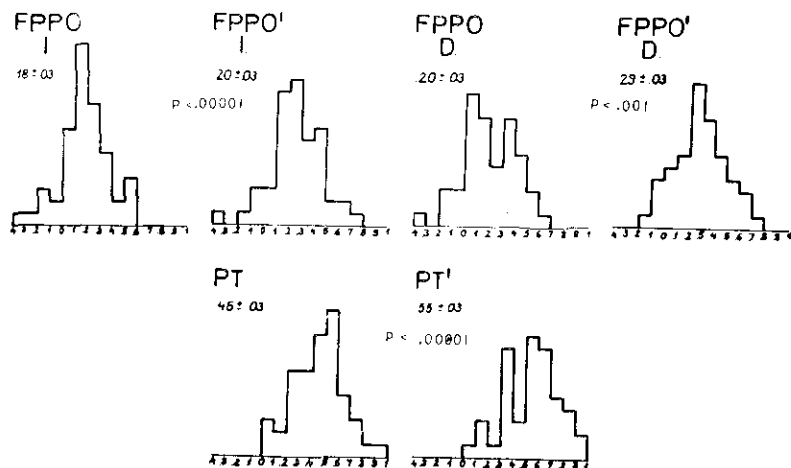


FIG 2. Histogramas de distribución de frecuencias de los valores de correlación cruzada en los 50 sujetos. FP, PO, OT, TF: Derivaciones bipolares fronto-parietales, parieto-occipitales, occipito-temporales y temporo-frontales, respectivamente. FP', PO', OT', TF': Las mismas derivaciones durante la fotoestimulación.

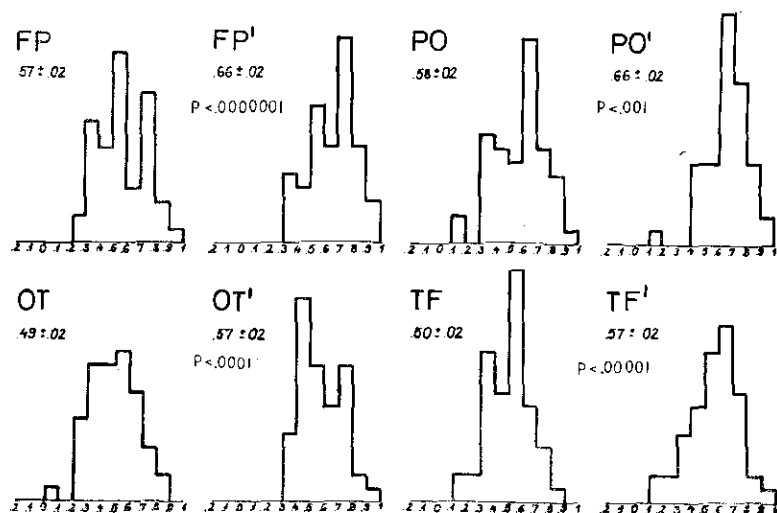


FIG. 3. Histogramas de distribución de frecuencias de los valores de correlación cruzada en los 50 sujetos. FPPO, PT: Derivaciones bipolares fronto-parietal-parieto-occipitales y parieto-temporales. FPPO', PT': Las mismas derivaciones durante la fotoestimulación.

Las correlaciones que se obtuvieron en las derivaciones monopolares antes de la estimulación fueron muy semejantes. Entre los bipolares, los valores más altos correspondieron a las fronto-parietales y parieto-occipitales.

Durante el período de la estimulación fónica el mayor incremento de correlación se observó en las derivaciones occipitales monopolares y en las fronto-parietales y parieto-occipitales.

Los valores de correlación cruzada se agruparon de acuerdo al sexo, encontrándose, en ambos casos, una distribución normal. No hubo diferencias significativas entre ambas poblaciones.

Con respecto a la edad, el 80% de los casos eran menores de 30 años, no existiendo una distribución normal para los mayores, por lo que no pudo efectuarse el estudio estadístico para determinar si existían diferencias significativas.

En la Fig. 4 se muestra la distribución de las latencias de los diferentes picos de los potenciales evocados, por derivaciones en los 50 sujetos. En el gráfico se evidencia que las ondas aparecen concentradas en determinadas latencias. Sobre 50, 100, 125 y 175 mseg. en todas las derivaciones (Fig. 5). En frontales y occipitales se observa agrupamiento sobre 75 mseg. En las parietales monopolares el mayor número de picos se concentra entre 80 y 85 mseg. En las derivaciones frontales y occipitales se acumulan ondas sobre 150 y 200 mseg. No se observaron diferencias significativas de amplitud y latencia en derivaciones homólogas.

DISCUSION

El análisis de la correlación cruzada hace posible cuantificar el grado de similitud del EEG en dos áreas de la corteza, revelar su ritmo común y las relaciones temporales de los biopotenciales.

El incremento de la correlación entre áreas corticales homólogas durante la estimulación luminosa iterativa revela una mayor sincronización de la actividad espontánea, la cual podría deberse a un fenómeno de habituación. Se ha descrito, que la fase inicial de este fenómeno se acompaña de sincronización de la actividad cortical, probablemente determinada por un efecto corticofugo inhibitorio sobre los sistemas activadores ascendentes (*Fernández Guardiola y cols., 1964*).

Voronin y Sokolov (1960) han resaltado que en las áreas de proyección específica, la estimulación repetitiva de la vía produce una desincronización de la actividad de base. Sin embargo de acuerdo con los resultados obtenidos por *Morrell (1967)* en registro electrocorticográfico en humanos, el área de desincronización es muy

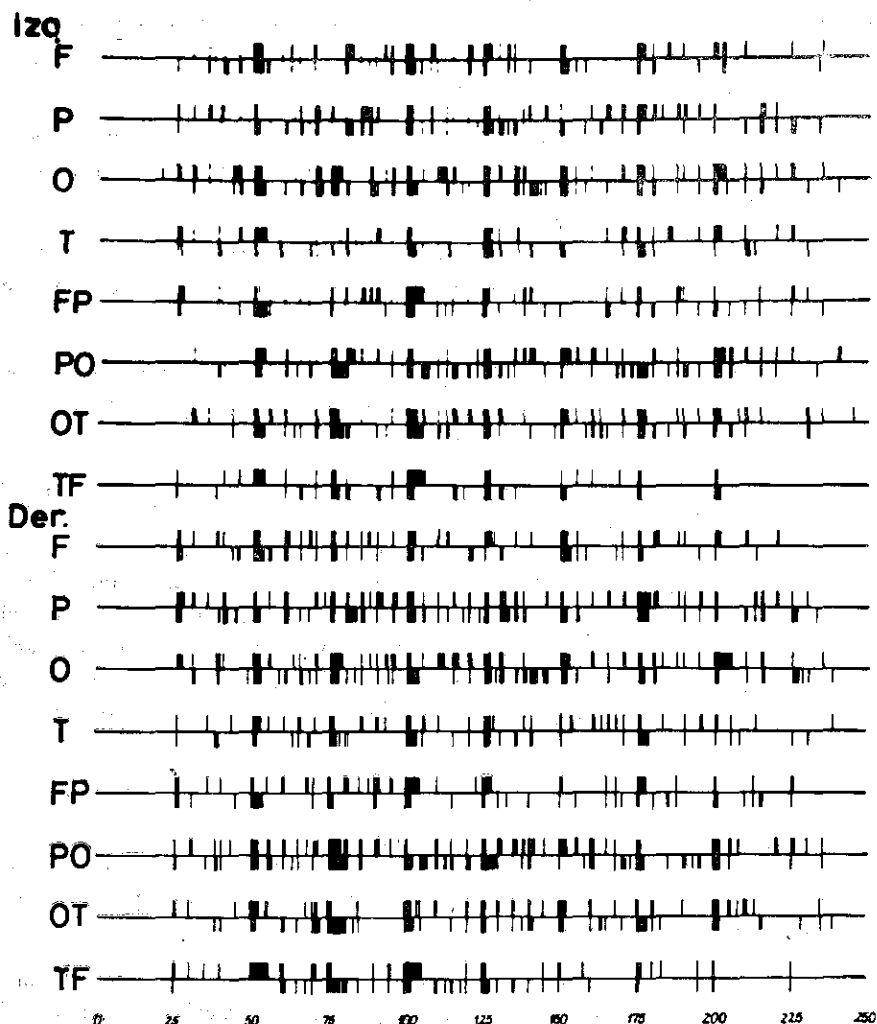


FIG. 4. Distribución de las latencias de las ondas de los potenciales evocados en los 50 sujetos. Cada línea vertical representa una onda, positiva hacia arriba y negativa hacia abajo.

pequeña, por lo que con electrodos situados en el cuero cabelludo ese fenómeno quedaría enmascarado por la actividad sincrónica de las áreas vecinas.

Los potenciales evocados visuales en el hombre han sido objeto de numerosos estudios en los últimos años (Gigánek, 1961; Creutzfeldt, 1967; Kooi, 1964; Jonk-



FIG. 5. Curva promedio de 200 potenciales evocados visuales registrados en la derivación occipital monopolar. Las ondas se encuentran sobre 50, 75, 100, 125, 150 y 200 mseg. de latencia. Tiempo de análisis 250 mseg.

man, 1967; Gastaut, 1967 y otros), observándose discrepancias en los resultados obtenidos en cuanto a la latencia, amplitud y polaridad de las respuestas, Kooi y Bagchi (1964) muestran una tabla de 12 autores cuyos valores difieren.

A pesar de las diferencias en los parámetros de estimulación y de las distintas condiciones experimentales, muchos autores agrupan las diferentes ondas de las respuestas evocadas dentro de la clasificación de Cigánek (1961).

Todos los trabajos de la literatura al respecto, sin embargo, destacan la gran individualidad en la configuración de las respuestas evocadas, la que se ha evidenciado en los resultados de este trabajo también. En nuestros casos, esta variabilidad conlleva, muchas veces, la ausencia de algunas ondas de las descritas. Por lo tanto el cálculo del valor promedio de la latencia de los distintos picos sólo puede efectuarse en aquellos sujetos cuyas respuestas muestran todas las ondas.

Los valores de latencia alrededor de los cuales se agrupan la mayor cantidad de casos en nuestro estudio, coinciden con los señalados por Cigánek, encontrándose el resto muy disperso.

Gastaut (1967) afirma que existe gran especificidad en la respuesta evocada por diferentes estímulos, en las distintas áreas corticales, ya que las primeras ondas (I, II, III) no las recoge en regiones más anteriores.

Nuestros resultados arrojaron una amplia distribución de los potenciales evocados visuales, siendo llamativo el hecho de que las ondas de 75, 150 y 200 mseg. de latencia se registran en derivaciones frontales y occipitales fundamentalmente. Estos resultados coinciden con lo planteado por Creutzfeldt y cols. (1967).

Jonkman (1967) encuentra que los picos I y II tienen el máximo de amplitud en la región occipital, pero, sin embargo, el pico III y los componentes tardíos varían considerablemente. Señala además, que en los potenciales evocados registrados en las derivaciones frontales, los primeros componentes se deben a electroretinograma y los más tardíos a movimientos oculares. Kooi y Bagchi (1964) sin embargo, encuentran en algunos sujetos, ondas de origen cortical en regiones frontales en 150 y 200 mseg. que se propagan a las regiones centrales.

Todo lo anterior revela la dificultad que ofrece el estudio de los potenciales evocados, dada su variabilidad.

En base de nuestros resultados y la bibliografía revisada, concluimos que el único criterio absoluto que puede sustentarse con respecto a los potenciales evocados visuales en sujetos normales, es el que se refiere a la simetría de los mismos en regiones homólogas, ya que tanto la latencia como la polaridad de las distintas ondas encontradas por los diferentes autores es muy variable.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer al profesor E. Roy John su cooperación que ha sido fundamental para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- CIGÁNEK L. The EEG response (evoked potential) to light stimulus in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, **13**, 165, 1961.
- CREUTZFELDT O. D. y KUHN, U. The visual evoked potential: physiological, developmental and clinical aspects. *Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl.* **26**, 29, 1967.
- FERNÁNDEZ GUARDIOLA A., TORO A., AQUINO-CÍAS J. y GUMÁ E. Evolution of chiasmatic thalamic and cortical electrical responses during photic habituation. *Bol. Inst. Est. Med. Biol. Mex. D. F.*, **22**, 39, 1964.
- GASTAUT H., RÉGIS H., LYAGOURI S. y MANO T. Comparison of the potentials recorded from the occipital, temporal and central regions of the human scalp, evoked by visual, auditory and somato-sensory stimuli. *Electroenceph. clin. Neurophysiol., Suppl.* **26**, 19, 1967.
- JONKMAN E. J. The average cortical response to photic stimulation. Thesis, pp. 160. Amsterdam, 1967.
- KOOI K. A. y BAGCHI B. K. Visual evoked responses in man; normative data. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **112**, 254, 1964.
- MORRELL, F. Electrical signs of sensory coding. En: The Neurosciences, pp. 452-469. Quarton G.C., Melnechuk T. y Smith F. C., eds. Rockefeller University Press, N. Y., 1967.
- VORONIN L. G. y SOKOLOV E. N. Cortical mechanisms of the orienting reflex and its relation to the conditioned reflex. *Electroenceph. clin. Neurophysiol., Suppl.* **13**, 335, 1960.