

Estudio fisiológico de procesos neuro-lingüísticos mediante el potencial evocado sonda.

Pedro Coutín^{1,2}

Lourdes Pietrosémoli¹

Hilarión Araujo²

¹*Centro de Investigación y Atención Lingüística. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.*

²*Unidad de Neurología. Hospital Universitario de Los Andes.*

Introducción

El abordaje del estudio de los procesos fisiológicos vinculados a las funciones psíquicas superiores en el ser humano ha estado dominado por la aplicación de los llamados Potenciales Relacionados a Eventos, aquellos fenómenos eléctricos vinculados directamente con la realización de determinadas tareas específicas en el marco del procesamiento de la información contenida en estímulos sensoriales dados, que pueden ser registrados en la superficie del cuero cabelludo mediante electrodos apropiados (John y Schwartz, 1978).

A diferencia de los potenciales evocados convencionales, denominados "exógenos", cuya ocurrencia y características de sus componentes dependen esencialmente de los parámetros de estimulación y son de aparición obligatoria independientemente de la actividad mental del sujeto (asumiendo que se trata de un ser humano sano) y sólo en presencia de estímulo, la aparición o no de los componentes endógenos depende de la actividad cognitiva del sujeto en el marco de determinada tarea psicológica, pudiendo incluso aparecer en ausencia de estímulo si se diseña adecuadamente la tarea (detección de la ausencia de estímulo).

Esto ha motivado que a estos componentes se les designe como "cognitivos", "endógenos" o "potenciales relacionados a eventos" (PRE), para diferenciarlos de los anteriormente mencionados, a los que se les denomina "exógenos" (Hillyard y Picton 1987, Hillyard 1993).

Se han identificado numerosos fenómenos eléctricos que responden a estas características, que en general aparecen en respuesta a distintas manipulaciones experimentales de los parámetros de estimulación con contenido informativo para el sujeto, independientemente de las características físicas del estímulo *per se*, e incluso de la modalidad sensorial empleada. Entre los más estudiados se hallan los denominados P300, CNV, N400 y otros. En particular la CNV y la N400 han recibido mucha atención desde el punto de vista neurolingüístico, la primera como método para evaluar las fases preparatorias para la articulación de palabras a nivel de regiones motoras, y la segunda como reflejo del proceso de percepción de incongruencias semánticas.

Sin embargo, el costo y la complejidad de la tecnología requerida para la presentación de las tareas asociadas con dichos potenciales, los requerimientos de las mismas, así como la

incertidumbre de sus mecanismos y significación funcional hacen que estas técnicas sean poco asequibles para su instrumentación en un servicio clínico, a lo que tampoco contribuye la gran variabilidad interindividual de los parámetros usualmente evaluados en la interpretación de dichos fenómenos eléctricos. Además, el diseño de las tareas psicológicas a evaluar está limitado por la necesidad de implementar un paradigma adecuado para la evocación del fenómeno que se desea estudiar por el estímulo a ser procesado, que debe repetirse infinidad de veces para obtener la señal de interés, lo que en general conlleva que en esos procedimientos se evalúe la función del cerebro en situaciones poco realistas (John y Schwartz, 1978).

Por otro lado, desde mucho tiempo atrás se han propuesto alternativas en el empleo de métodos electrofisiológicos para la evaluación de funciones cognitivas humanas, las que consisten esencialmente en usar el potencial evocado no como respuesta al estímulo a ser procesado, relacionado específicamente con la tarea a realizar, sino más bien como un indicador de la función cerebral para evaluar variaciones regionales de la misma durante la ejecución de la misma. Esta metodología se denominó por sus autores "Probe Evoked Potential" o "Potencial Evocado Sonda" (Papanicolaou et al, 1983).

La técnica del Potencial Evocado Sonda consiste básicamente en presentar un estímulo irrelevante, ya sea auditivo (click o tono simple) o visual (flash) y registrar el PE convencional que estos estímulos producen en la corteza cerebral ante dos condiciones:

- a) Atención al estímulo.
- b) Durante la realización de una tarea psicológica determinada de procesamiento de información presentada concurrentemente en la misma modalidad sensorial del estímulo que evoca el potencial.

Según la hipótesis del PE Sonda, el mismo se atenúa durante la realización de la tarea de forma selectiva sobre la región cerebral implicada en la misma (ej, sobre regiones temporales izquierdas en una tarea lingüística o sobre el hemisferio derecho en una tarea visuoespacial). Esta atenuación selectiva se basaría en la sustracción de recursos de un pool neuronal limitado, implicado en el procesamiento del estímulo sensorial, para realizar la tarea.

Estos resultados fueron aplicados en la exploración de diversas funciones perceptuales, cognitivas y lingüísticas, tanto en sujetos normales como en pacientes afásicos en rehabilitación en el Servicio de Neurocirugía de la Universidad de Texas en Galveston. (Papanicolaou et al 1983, 1985, 1987, 1988, 1990), y más recientemente por Silberstein et al (1995) en otra variante. No obstante, los mismos han sido poco replicados por otros autores y de hecho apenas han recibido atención ante el predominio de los estudios de los diversos componentes de los PRE ante distintas tareas psicológicas, hasta el punto de ser ignorados en una revisión tan especializada como la de Caplan (1987). Además, algunos puntos de la aplicación del potencial evocado sonda no están claros, como por ejemplo, no se ha estudiado el efecto de una condición en la cual se obtenga el PE ante un distractor irrelevante de la misma modalidad.

Las ventajas del método del Potencial Evocado Sonda sobre los paradigmas tradicionales de Potenciales Relacionados a Eventos usados tradicionalmente en psicofisiología consistirían en:

- 1) No es preciso diseñar una tarea artificial en la que el *estímulo a ser procesado* produzca el fenómeno eléctrico, sino que la misma puede discurrir a semejanza de como ocurre en una situación real "ecológicamente válida".
- 2) Simplicidad tecnológica, pues no se requeriría del complejo aparataje necesario para la presentación de los sofisticados estímulos necesarios para la obtención de los PRE; y el análisis sería mucho más sencillo, pues sólo requiere medir la amplitud de una respuesta estable y bien caracterizada (el PE cortical primario convencional) a través de las distintas condiciones, en lugar de seguir llenando el interminable catálogo de nuevos "componentes" ante cada nueva tarea específica que se diseñe, cuyas características se basan usualmente en el análisis de "grandes promedios" de grupos de sujetos normales, con poca aplicabilidad al estudio de casos individuales.

Objetivos

-Introducir la técnica del Potencial Evocado Sonda como técnica de evaluación psicofisiológica en nuestro medio.

-Validar los resultados obtenidos previamente en el estudio del efecto de las tareas sobre el PE sonda (efecto sonda) por el grupo de Houston en sujetos normales.

- Explorar la especificidad del efecto sonda a través de la introducción en el paradigma de un distractor irrelevante.

-Caracterizar el comportamiento estadístico del efecto sonda en un grupo control hispanoparlante.

Metodología

Población: Se estudiaron 10 seres humanos diestros y dos zurdos, sanos, de ambos sexos (7F, 5M), sin antecedentes de patología neurológica ni psiquiátrica, y con edades entre 15 y 48 años.

Técnicas de registro: Se estudiaron los potenciales evocados auditivos (PEA) de larga latencia, registrados en derivaciones T3-A1 y T4 -A2 del sistema internacional 10-20, en respuesta a tonos breves binaurales de 1 kHz y 80 dB SPL aplicados con una frecuencia de 0.8/s a través de audífonos. La actividad eléctrica se filtró entre 1 y 30 Hz y se promediaron 100 muestras con replicación (total de 200) y tiempo de análisis de 400 ms durante tres condiciones:

A: Atención al estímulo auditivo.

B: Aplicación concurrente de un distractor auditivo (música instrumental)

C: Presentación y memorización de una lista de nombres castellanos de alta frecuencia y poco contenido de imágenes.

Se midió la amplitud pico a pico entre las ondas N1 y P2, y se calculó la razón entre las amplitudes obtenidas en las condiciones B/A y C/A para cada sitio de registro, definiéndose dicha razón como el *cociente de atenuación* de la amplitud del PEA debido al efecto del

distractor auditivo (B) o por estar incurso en una tarea lingüística específica (C), cuantificándose la ocurrencia de atenuaciones significativas.

Se decimaron los efectos estadísticos de las distintas condiciones, mediante un test T de series apareadas para los cocientes B/A y C/A entre ambos sitios de registro (T3 y T4). Se estudió el efecto global de las distintas condiciones (distractor y tarea lingüística) mediante un test ANOVA de dos vías, usando como factores la condición y el sitio de registro.

Resultados

Se observó una atenuación significativamente mayor de la amplitud del PEA sobre región temporal izquierda (T3) ante la tarea lingüística en 8 de los 10 sujetos diestros y en ambos zurdos, mientras 2 de los diestros atenuaron la amplitud de forma similar en ambos lados, y ninguno presentó atenuación mayor del lado derecho (Fig 1). El efecto fue altamente significativo según el test T de series apareadas ($T=-2.7731$, D.F.=11, $p=0.0009$). El distractor musical produjo atenuación importante de la amplitud, pero ésta no tuvo preponderancia lateral significativa (Fig 2), observándose indistintamente atenuaciones simétricas o preponderando sobre T3 o T4. El test ANOVA (tarea X derivación) demostró que la mayor atenuación ocurre sobre T3 durante la tarea lingüística. La figura 3 muestra el registro de los potenciales evocados en las tres condiciones, siendo evidente la notable atenuación sobre T3 en la tarea lingüística.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta serie de experimentos confirman lo reportado previamente por el grupo de Galveston, en el sentido de que es posible evidenciar mediante el Potencial Evocado Sonda un efecto regional específico asociado al desempeño de una tarea lingüística (en este caso la memorización de una lista de nombres). La presencia de dos sujetos en los cuales no se observó lateralización significativa de la atenuación de la amplitud del PE sonda está en concordancia con un número de observaciones acerca de variaciones en la dominancia hemisférica para el lenguaje, no siempre asociadas a la manualidad, sino incluso a los antecedentes familiares de la misma (Caplan 1987). El efecto de lateralización observado en los dos sujetos zurdos de nuestra muestra subraya el hecho de que dominancia hemisférica para el lenguaje y manualidad no son necesariamente coincidentes.

La especificidad del efecto sonda asociado a la tarea lingüística queda subrayada no sólo por el hecho de que se observe una mayor atenuación del PE sobre región temporal izquierda, sino porque la atenuación de la respuesta producida ante la presentación de un distractor auditivo no tuvo preferencia regional definida, sino que asumió un carácter difuso, en concordancia con lo esperado ante una simple desviación de la atención al estímulo sonda, mientras la atenuación adicional observada sobre T3 ante la tarea lingüística estaría indicando una mayor desviación regional de recursos neuronales para la ejecución de la tarea de memorización de nombres, restándolos del *pool* implicado en el procesamiento del estímulo sonda.

Se concluye que la técnica del potencial evocado sonda es útil en la exploración funcional no invasiva de los procesos cerebrales vinculados al lenguaje, de aplicación inmediata para

dicha exploración en sujetos normales, y una herramienta promisorio en el estudio de los mecanismos cerebrales de recuperación de defectos como la afasia.

Bibliografía

- BRADVIK B, Dravins C., Holtas S., Rosén Y. and Ryding, Ingvar D. H. (1991), Disturbances of speech prosody following right hemisphere infarcts, en: *Acta Neurol Scand*, 84:114-126.
- CAPLAN D (1987): *Neurolinguistics and Linguistic Aphasiology*. Cambridge University Press.
- COUTIN, Pedro (1983), Effects of Changes of Stimulus Intensity and Sensory Acuity and Auditory Brainstem Response. *Electromyogr. Clin. Neurophysiology*, 23:447.
- _____ (1988), Vector Analysis of Brainstem Auditory Evoked Potentials to Different Polarity Clicks, en: J.L. Willems, van Bommel JH, Michel J (eds) *Progress in Computer Assisted Function Analysis* . Elsevier Science Publisher B.V. IFIP-IMIA, pp 239-244. North Holland.
- _____, Rojas E, (1984), Potenciales evocados auditivos en niños con trastornos del lenguaje. *Rev. Cub. Pediat.* 56:3-10.
- _____, Valdés M, Perez-Abalo M, (1985), Potenciales evocados en la tarea de Sternberg. *Rev. Hosp. Psiqu. Hab*, 24:186-190.
- HILLYARD SA (1993), Electrical and magnetic brain recordings: contributions to cognitive neuroscience, en: *Current Opinion in Neurobiology*, 3:217-224.
- _____ and Picton TW (1987), *Electrophysiology of cognition*, en: Plum F (de) *Handbook of physiology. Section Y: The Nervous System, Volume V: Higher Functions of the Brain*, American Physiological Society, Washington, 519-584.
- JOHN, ER and Schwartz ER (1978), *The Neurophysiology of Information Processing and Cognition*, *Ann. Rev. Psychol*, 29:1-29.
- KURTZBERG D, Stapells DR and Wallace Y (1988), Event-Related Potentials assessment of auditory system integrity: Implications for language development, en: Vietze PM, Vaughan HJ (eds): *Early identification of infants with developmental disabilities*. Grune & Stratton, New York.
- PAPANICOLAOU AC (1980), Cerebral Excitation Profiles in Language Processing: The Photic Probe Paradigm, en: *Brain and Language* 9, 269-280.
- _____, Moore BD, Levin HS and Eisenberg HM (1987), Evoked potential correlates of right hemisphere involvement in language recovery after stroke, *Arch. Neurol* 44:521-524.
- _____, Wilson G. and Busch C (1988): Hemispheric asymmetries in phonological processing assessment with probe evoked magnetic fields, en: 39:275-281.
- _____ and Levin HS, Eisenberg HM (1985), Evoked potentials indices of selective hemispheric engagement in affective and tasks, *Arch Neurol* 42:234-241.
- _____ and DiScenna A. (1990), Probe evoked potentials findings following unilateral left-hemisphere lesions in children, *Arch Neurol* 47:562-566.
- _____, Deutsch G, Bourbon WT, Kelly W, Loring D and Eisenberg HM. (1987) Convergent evoked potential and cerebral blood flow evidence of task-specific hemispheric differences. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 66:515-520.
- _____, Eisenberg HM and Levin H (1984), Evoked potential correlates of recovery from Aphasia after Focal Left Hemisphere Injury in Adults, en: *Neurosurgery*, Vol. 14, No. 14.

_____ and Eisenberg HM (1983) Evoked potential correlates of Left Hemisphere Dominance in Covert Articulation *Int. J. Neurosc.* Vol. 20, pp 289-294.
RUGG MD. and Doyle MC (1992), Event related potentials and recognition memory for low and high frequency words en: *J. Cognitive Neuroscience* 4:69-78.