



Hospital Universitario
Ramón y Cajal

 Comunidad de Madrid

Positividad y negatividad en potenciales evocados cognitivos

X Jornada Neurofisiología Clínica
Madrid 6 de Noviembre de 2014

Dr. José-Ramón Valdizán Usón
Neurólogo-Neurofisiólogo Clínico

Dra. Ana-Cristina Andreu Nicuesa
Psicóloga Forense
Zaragoza

Clasificación de los potenciales evocados

- **Potenciales exógenos** se ven afectados por las características físicas del estímulo sobre la vía sensorial estimulada. Los estímulos sensoriales activan la corteza primaria y sus áreas específicas
- **Potenciales endógenos** después de unos 200 ms. continúan a los PEx las respuestas de los sistemas cerebrales generalizados y por tanto, incluso en tareas simples, la activación se concentra en sistemas multizonales particulares

*Posterior al evento: MMN, grupo P300 y N400

*Anterior al evento: VCN y LRP

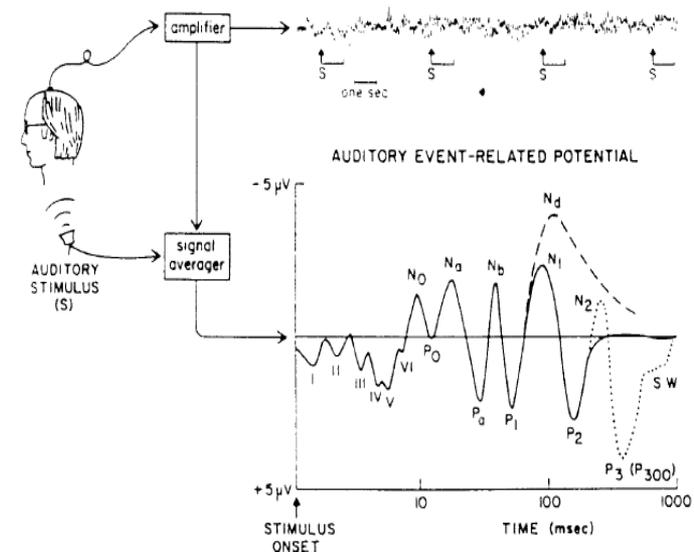


FIG. 1. Idealized waveform of auditory event-related potential (ERP) recorded from the scalp to a brief stimulus such as a click. *Upper tracing*, amplified electroencephalogram (EEG). The ERP is not recognizable in the raw EEG and emerges gradually over many presentations of the auditory stimulus (S). *Lower tracing*, auditory ERP obtained by averaging many 1-s epochs of EEG. Logarithmic time base allows visualization of early brain stem waves (I-VI), midlatency components (NO, PO, Na, Pa, Nb), vertex potentials (P1, N1, P2), and task-related endogenous components (Nd, N2, P300, and slow wave (SW)).

Definición PEC

Son oscilaciones del EEG originados por estímulos cognitivos

Bases:

- Los PEC son respuestas bioeléctricas
- **Los PEC se basan en el concepto de que la actividad cognitiva es fundamentalmente contextual que es la capacidad de memorizar y discriminar el origen de un recuerdo específico con su circunstancia**
- Entonces: los PEC pueden emplearse como indicadores de procesos cognitivos contextualizados

Memoria

Capacidad para registrar, retener, almacenar y recuperar la información

Memoria implícita. Automática y sin expresión verbal

Memoria explícita. Evocada de forma consciente

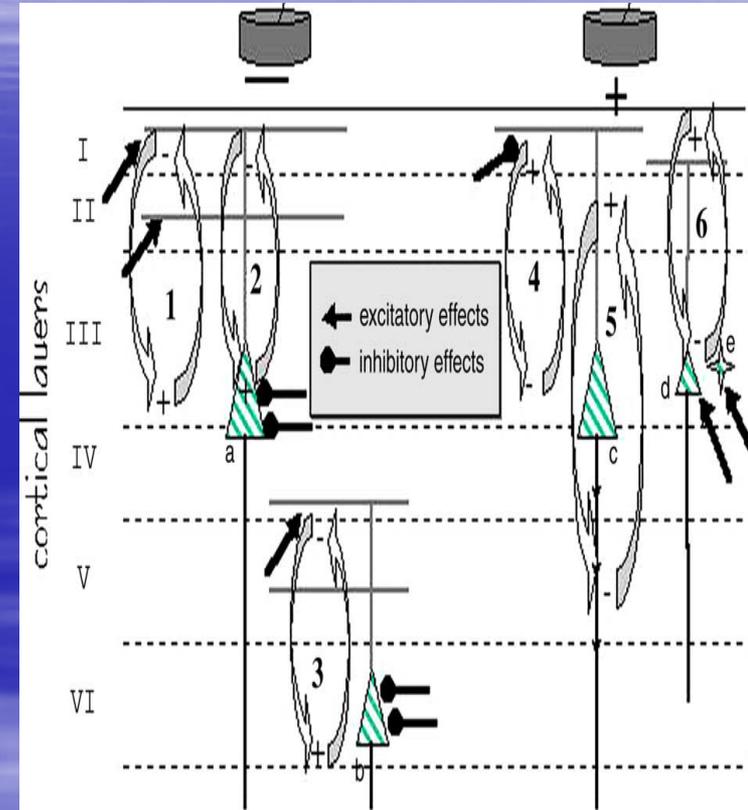
- Memoria a corto plazo operativa o memoria de trabajo (15-25 seg.)
- Memoria a largo plazo. Último almacén
 - *Episódica. Autobiográfica
 - *Semántica. Información sobre hechos

Olvido. Por falta de motivación, ya que la memoria permanece, salvo lesión orgánica

Dipolos corticales

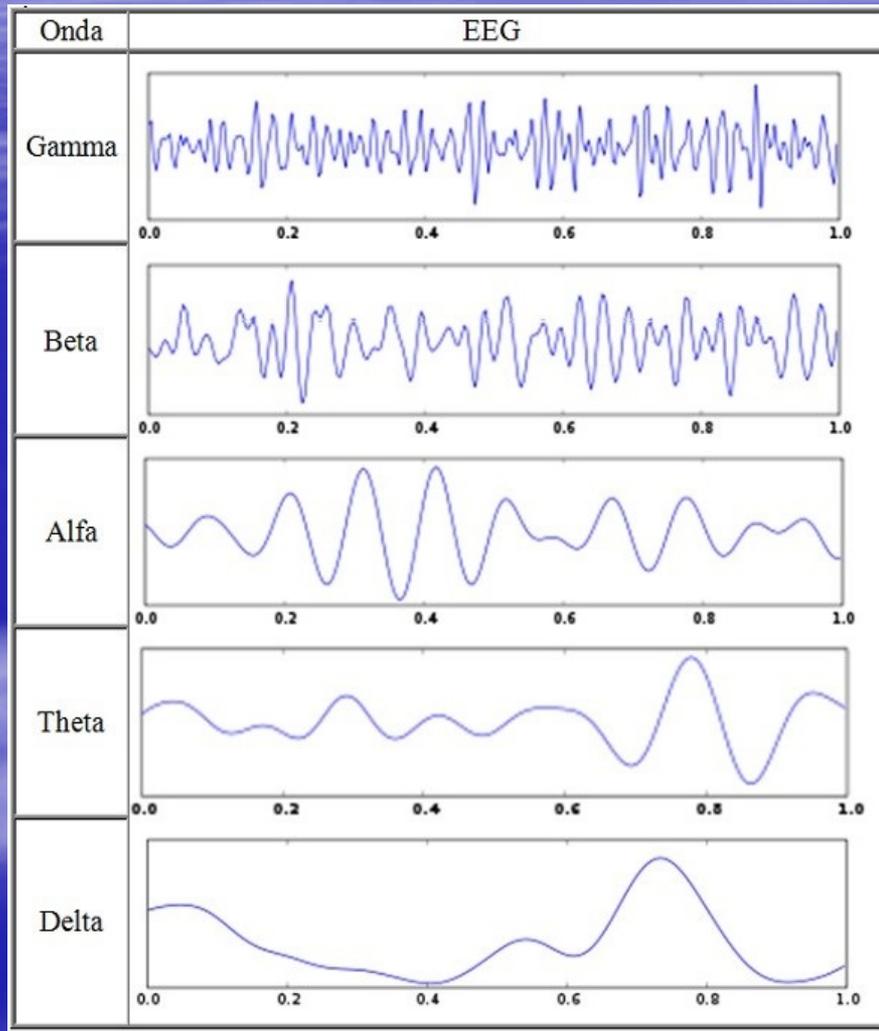
El EEG es el resultante de la suma de potenciales postsinápticos excitatorios e inhibitorios (PPSE/PPSI) de las dendritas apicales generalmente procedentes de las células piramidales

- Cuando se genera un *potencial postsináptico excitador* (PPSE) se produce un flujo de corriente sobre la dendrita apical de la neurona piramidal, fluyendo al interior de la dendrita en el punto de generación del PPSE, creando una entrada de corriente. Después se completa un bucle fluyendo a lo largo de la dendrita y de nuevo hacia fuera por otros puntos de la membrana, creando una corriente de salida.
 - Los PPSE en las capas superficiales y los *potenciales postsinápticos inhibitorios* (PPSI) de las capas profundas aparecerán como potenciales hacia arriba (negativos), mientras que los PPSE de las capas profundas y los PPSI de las capas superficiales tienen potenciales hacia abajo (positivos) (Chornet 2004). Se producen instantáneamente en lugar de viajar por el axón en un movimiento fijo. **Bajo ciertas condiciones, estos factores permiten a los potenciales postsinápticos sumar en lugar de restar, por lo que es posible grabarlos a una gran distancia (es decir, en el cuero cabelludo)**
 - El soma neuronal y la dendrita originan este flujo de corriente generando una respuesta en forma de onda
- **Tálamo: marcapasos de los ritmos cerebrales
- **Cortex: salida coherente con la entrada de actividad, generando ritmos cerebrales



Kotchoubey B. Event-related potentials, cognition, and behavior: A biological approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2006; 30: 42–65

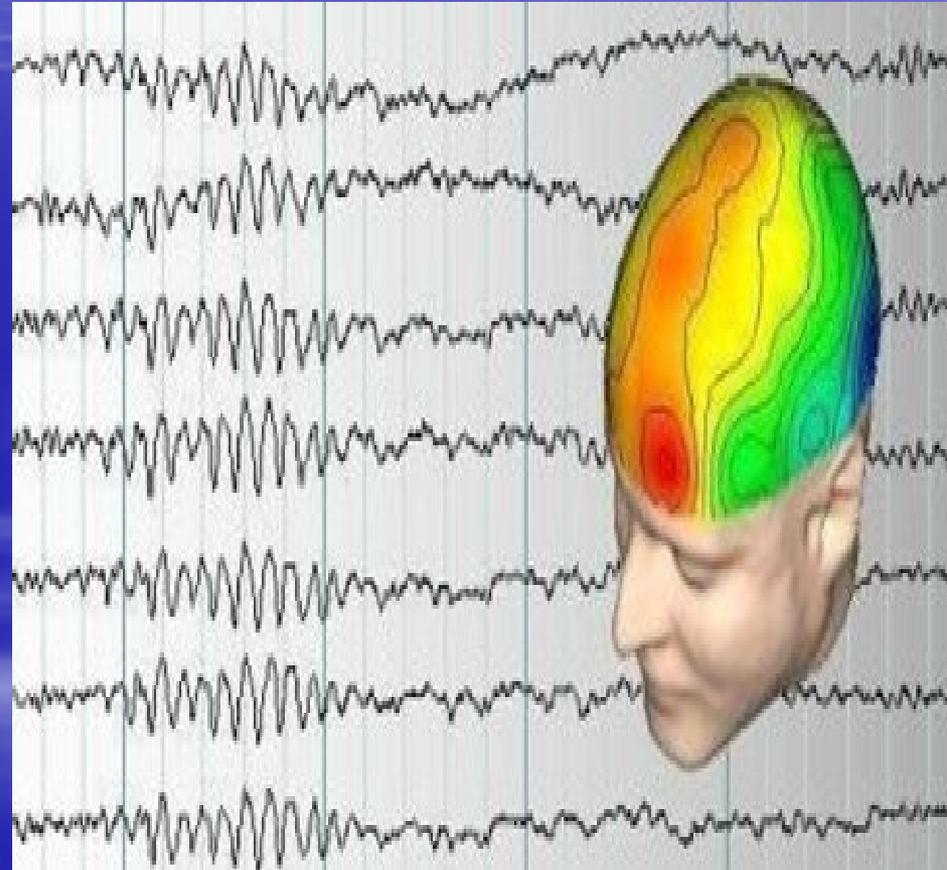
Ritmos corticales



- Gamma: procesamiento cognitivo/emocional superior corticohipocámpico
- Beta: en combinación con alfa rápido para modulación talamocortical
- Alfa sincronizada: necesaria para la modulación talamocortical
- Alfa desincronizada: en zona cortical de respuesta
- Theta sincronización 2: transferencia de información entre sistemas de memoria, P300
- Delta sincronizado: incongruencia, N400
- Delta desincronizado: congruencia, No-N400

PEdesincronización/PEsincronización

- PED/PES: sistema tálamo cortical destinado a un funcionamiento eficiente de las áreas estimuladas
- Focal PED: facilita la activación e información focal
- Envoltente PES: simultanea a PED para desactivar o inhibir otras áreas corticales



Neurotransmisores en los PEC

- Los PPSE y PPSI de múltiples neuronas crean la actividad cerebral
- Por ello PEC se originan en estos potenciales postsinápticos
- La respuesta al estímulo es la resultante PPSE a través de las vías glutamérgicas
- Mientras que el GABA producido por PPSI tiende a disminuir la amplitud de onda e incrementar la latencia
- La acetilcolina actuando como modulador con efectos opuestos al GABA
- Dopamina y norepinefrina??

Bases de positividad y negatividad de los PEC

Ondas complejas resultantes de la suma de varios componentes de diferente topografía y cronología

- Onda negativa: proceso de activación discriminativa e inhibición de los sistemas sensoriales aferentes que dificultan la concentración interna .

*Recuerdo, posibilidad: PPSE de capas superficiales + PPSI de capas profundas origina onda negativa

- Onda positiva: menor excitabilidad discriminativa y mayor de realimentación

*Recuerdo, posibilidad: PPSE de capas profundas + PPSI de capas superficiales origina onda positiva

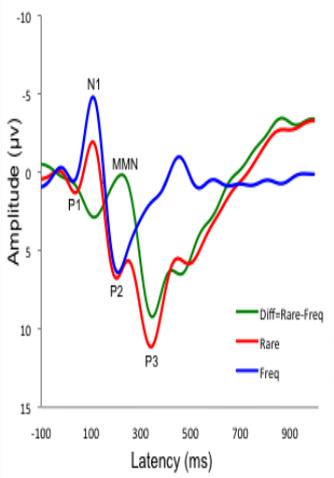
Cuando se inician los potenciales cognitivos

- Potenciales preatención no conscientes: antes de 200 msg
- Potenciales atención conscientes: después de 200 msg
 - * Potenciales presignificado: potencial P300
 - * Potenciales significado: desde el potencial N400

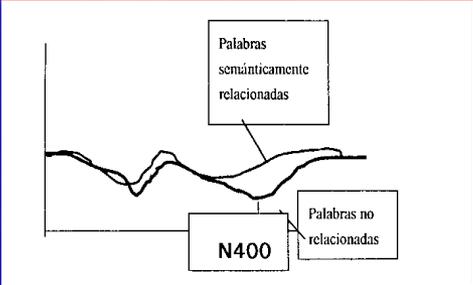
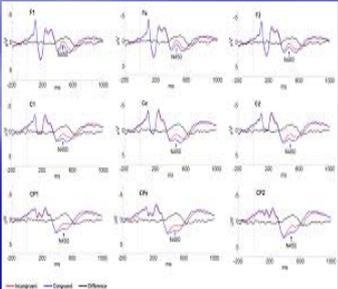
Brualla J, Romero MF, Serrano, Valdizán JR. Auditory event-related potentials to semantic priming during sleep. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, 1998;108:283-90.

Grupo P300

<p>P3a</p> <p>P3b</p>	<p>Frontomedial (Fz)</p>	<p>250-450 ms</p>	<p>7-20 mcv</p>	<p>Refleja novedad</p>	<p>*Plano temporal superior, gyrus supramarginal, gyrus cingulado y cortex prefrontal ventrolateral</p>
-----------------------	--------------------------	-------------------	-----------------	------------------------	---

<p>P3b</p> 	<p>Centroparietalmedial (Cz-Pz)</p>	<p>250 a 800 ms</p>	<p>7-20 mcv</p>	<p>*Indice de almacenamiento de memoria</p> <p>* Contexto-actualización</p> <p>*Retroalimentación positiva de la memoria s.t. episódica</p>	<p>*Surco temporal superior, hipocampo, parietal posterior y cortex ventral posterolateral</p>
--	-------------------------------------	---------------------	-----------------	---	--

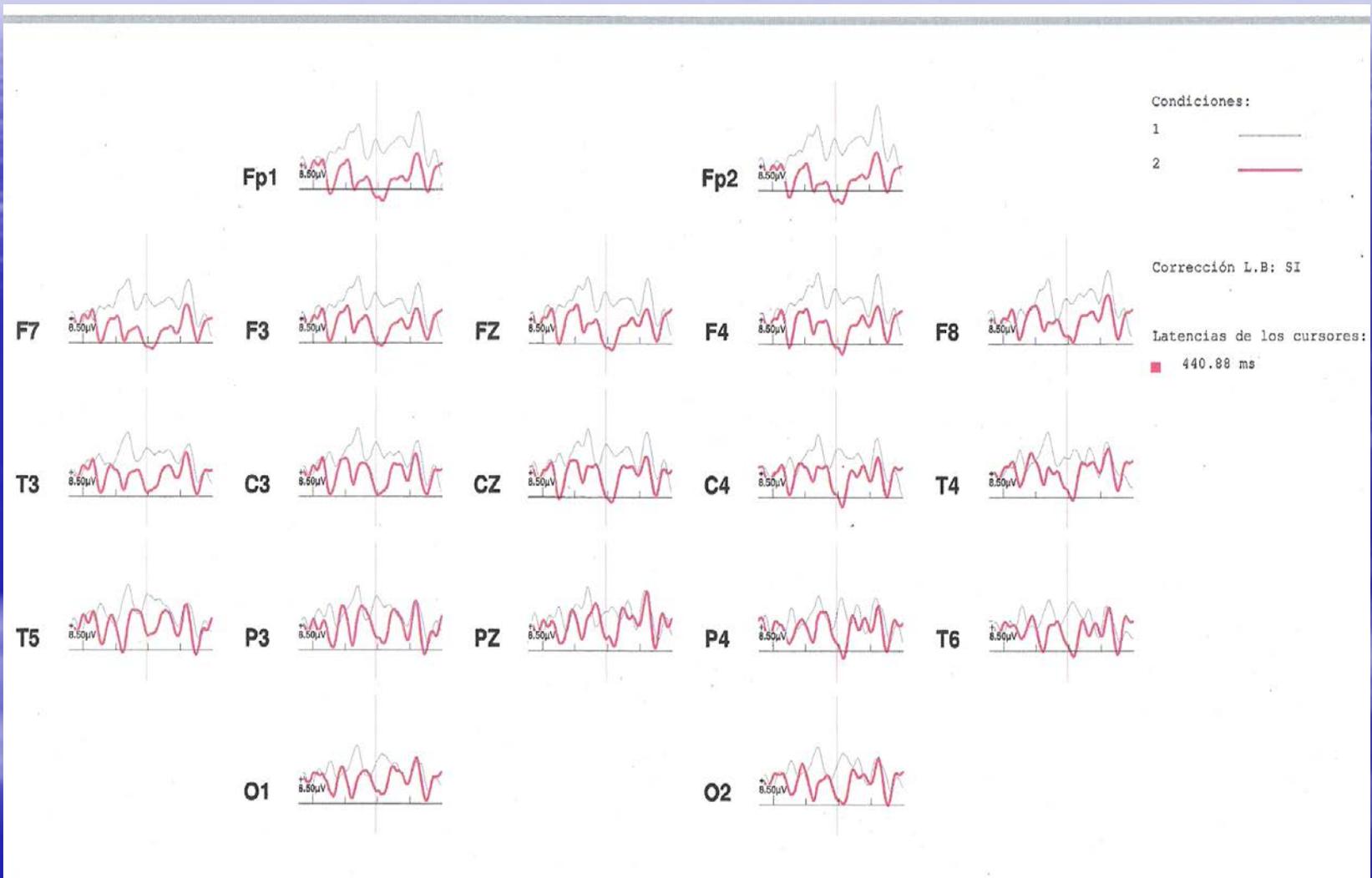
Grupo N400

N380	Temporal posterior drcha-Occipital drcho	300-800 ms	2-12 mcv	Refleja incongruencia visual, p.ej poner otros ojos a persona conocida	*Temporooccipital drcho
<p>N400 u onda de diferencia</p> 	Centroparietal medial (Cz-Pz)	350-800ms	2-15 mcv	Refleja discordancia semántica *Evalua contextualización *Se mide la diferencia de amplitud entre las dos respuestas semánticas	*Bitemporal sobre todo drcha.
<p>N450</p> 	Centroparietal medial (Cz-Pz)	400-800 mcv	2-15 mcv	Refleja atención a la incongruencia fonológica . p.ej gato-tigre o en la resolución de conflictos	Corteza cingulada anterior

Modulación P3/N4

- El componente P3 muestra una correlación con la recuperabilidad y es de mayor amplitud por efecto de familiaridad, mientras que el componente N4 refleja la activación asociativa y disminuye a medida que las palabras y las caras se vuelven más familiares
- La modulación P3/N4 puede actuar para organizar elementos parcialmente especificados en una red de contextos familiares en el lóbulo temporomedial

Ensayo con voluntario realizado en el Instituto de Medicina Legal de Aragón para el estudio de la N400 en uso forense



Condición 1 Congruente: “Colón descubrió América”
Condición 2 Incongruente: “Colón descubrió África”

Componente tardío positivo LPC

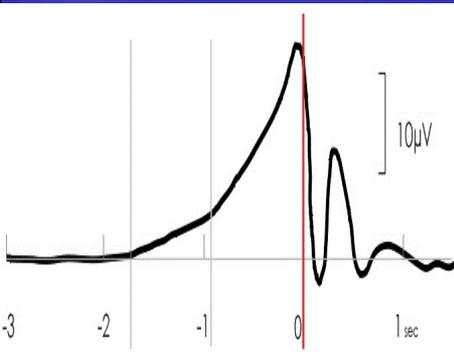
Componente tardío positivo o LPC	Cz-Pz (centroparietal)	500-800 msg.	3-8 mcv	<ul style="list-style-type: none"> *Puede incluir modulaciones de N400 *Memoria explícita más que implícita * Sensible a la fineza de la decisión *Onda de segundo paso de la realimentación ante situación incongruente

Error-related negativity

Error-related negativity	Fz-Cz (frontocentral)	Se inicia en el momento del error y alcanza un máximo alrededor de 100-200 msg	10-20 mcv	<ul style="list-style-type: none"> *Detección y corrección de errores. *Generado por el ritmo theta 	Corteza cingulada anterior

Bereitschaftspotential o RP o Potencial de preparación

Bereitschaftspotential o RP o Potencial de preparación



Frontocentral (Fz-Cz)

Componentes: 1.- lento aumento temprano negativo (BP1) de duración aproximada de hasta 2 sg que precede al movimiento.
2. - una pendiente negativa (NS), que representa un aumento más pronunciado en la negatividad y comienza a ≈ 500 a 300 ms antes del inicio de movimiento;
3.- el potencial motor (MP), un nuevo aumento de la negatividad, en la aparición del movimiento alcanzando un máximo poco después

10-15 msv

*Manifestación de la contribución cortical voluntaria a la planificación pre-motor del movimiento volitivo. El 1 y 2 están generados por el cortex motor

P600

P600

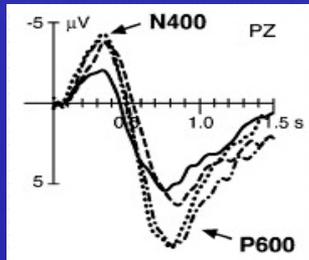
Centroparietal medial
(Cz-P)z

450-800 ms

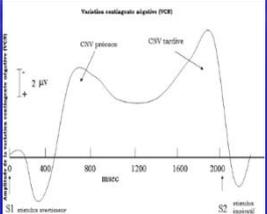
8-20 mcv

*Refleja errores gramaticales de sintaxis ante la expectativa probabilística

*Parte posterior del lóbulo temporal, detrás de área de Wernicke



Variación de contingente negativo

<p>VCN o potencial de disparidad</p>  <p>El gráfico muestra un potencial de disparidad (VCN) con dos picos. El eje horizontal representa el tiempo en milisegundos (ms) desde 0 hasta 2000. El eje vertical representa el voltaje en microvolts (µV). El primer pico, etiquetado como 'VCN temprano', ocurre a unos 400 ms. El segundo pico, etiquetado como 'VCN tardío', ocurre a unos 1800 ms. Una escala de 2 µV y una escala de 400 ms están indicadas.</p>	<p>Centromedia I (Cz)</p>	<p>Primer estímulo de aviso (300-500 ms) y Segundo estímulo (al 1-1,5 s.) que se debe bloquear con el botón</p>	<p>20-40 mcv.</p>	<p>*Motivación, expectancia temporal y respuesta motora. * El primer componente se considera como indicador de los procesos de excitación, y el segundo está asociado con la atención a la tarea experimental.</p>	<p>Frontocentroparietal</p>
--	---------------------------	---	-------------------	--	-----------------------------

Bibliografía

- ⑩ Brualla J, Romero MF, Serrano, Valdizán JR. Auditory event-related potentials to semantic priming during sleep. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Evoked Potentials*, 1998;108:283-90.
- Chonet MA. Análisis cuantitativo de electroencefalogramas de sueño y vigilia. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. pp 14-15. 2004.
- Curran T, Tucker DM, Kutas M, Posner MI. Topography of the N400: brain electrical activity reflecting semantic expectancy. *EEG and clinical Neurophysiology* 1993; 88: 188-209.
- Halgren E, Smith M E. Cognitive evoked potentials as modulatory processes in human memory formation and retrieval. *Human Neurobiology* 1987;6:129-39.
- Hillyard SA, Kutas M: "Electrophysiology of Cognitive Processing." *Annual Review of Psychology* 1983;34:33–61.
- Kotchoubey B. Event-related potentials, cognition, and behavior: A biological approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2006; 30: 42–65.
- Kutas K, Federmeier D. N400 Scholarpedia 2009; 4:7790.