

# Morfología de los Potenciales Evocados Auditivos de Latencia Tardía P300 y su Rol en la Evaluación de la Conducta Suicida

## Morphology of Auditory Evoked Potentials, and its Role in the Evaluation of Suicidal Behavior

Carla Figueroa Saavedra<sup>1,2</sup>; Tamara Otzen<sup>2,3</sup>; Fernando Romero Mejías<sup>2,4</sup> & María Victoria Díaz Franco<sup>1</sup>

FIGUEROA, S. C.; OTZEN, T. ; ROMERO, M. F. & DÍAZ, F. M. V. Morfología de los potenciales evocados auditivos de latencia tardía p300 y su rol en la evaluación de la conducta suicida. *Int. J. Morphol.*, 38(2):356-362, 2020.

**RESUMEN:** El suicidio es un problema de salud a nivel mundial, siendo la conducta suicida uno de los predictores de mortalidad por suicidio; sin embargo, su valoración aún sigue siendo compleja. Aunque la cantidad de literatura que ha abordado distintas perspectivas de la conducta suicida es abundante, se requiere ahondar en nuevos métodos que permitan una valoración rápida y objetiva de ésta, proporcionando a los clínicos y pacientes, un sistema de evaluación que registre los cambios de estados emocionales de manera dinámica. El objetivo de este manuscrito fue proporcionar una visión general de la morfología de los potenciales evocados auditivos de latencia tardía p300 y su rol en la evaluación de la conducta suicida.

**PALABRAS CLAVE:** Adolescente; Comportamientos adolescentes; Salud en adolescentes; Suicidio; Conducta suicida; Electrofisiología; Potenciales evocados; Potenciales evocados a eventos; P300.

## INTRODUCCIÓN

El suicidio es definido como el acto autoinfligido de causarse la muerte en forma voluntaria y deliberada. De este modo, se estima que un millón de personas pierde la vida en el mundo a causa del suicidio; de los cuales, 250.000 corresponden a menores de 25 años; siendo una de las diez principales causas de muerte, y la segunda en el rango de edad de 15 a 29 años según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2014.

Si bien, se han hecho importantes intentos por determinar los factores que llevan a una persona a quitarse la vida, el estudio de estos elementos por sí solos no han dado lugar a un modelo integral de la conducta suicida, ni tampoco este conocimiento ha tributado a una mayor capacidad de los profesionales sanitarios para poder predecir el suicidio (Fowler, 2012).

Es así como la suicidalidad representa una oportunidad de estudio en el marco de su prevención, ya que existe evidencia respecto de la relación entre conductas suicidas no mortales y suicidio consumado (Hargus *et al.*, 2009). En este sentido, la suicidalidad es un término que abarca un

amplio espectro de la conducta suicida, que comprende etapas que abarcan desde el pensamiento suicida hasta el suicidio consumado (OMS). La primera etapa corresponde a la ideación suicida y está descrita como ideas o pensamientos acerca del deseo de morirse o de quitarse la vida. La segunda, es el intento de suicidio, definido como el acto destructivo autoinfligido con intención explícita o inferida de morir; y la última etapa, es el suicidio consumado, que es el acto destructivo fatal autoinfligido con intención explícita de morir (Institute of Medicine (US) Committee on Pathophysiology and Prevention of Adolescent and Adult Suicide, 2002).

En este sentido, se han reportado alteraciones en algunos neurotransmisores cuando se genera una conducta suicida (Chandley & Ordway, 2012); a su vez, el funcionamiento de estos neurotransmisores ha sido vinculado a la actividad bioeléctrica cerebral, específicamente a un potencial cognitivo denominado p300 (Fig. 1).

Por ello, el objetivo de este manuscrito fue proporcionar una visión general de la conducta suicida y explorar

<sup>1</sup> Carrera de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile. Temuco, Chile.

<sup>2</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Médicas, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>3</sup> Centro de Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ), Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>4</sup> Laboratorio de Electrofisiología, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

la utilidad del potencial evocado auditivo de latencia tardía p300 en la evaluación de esta conducta.

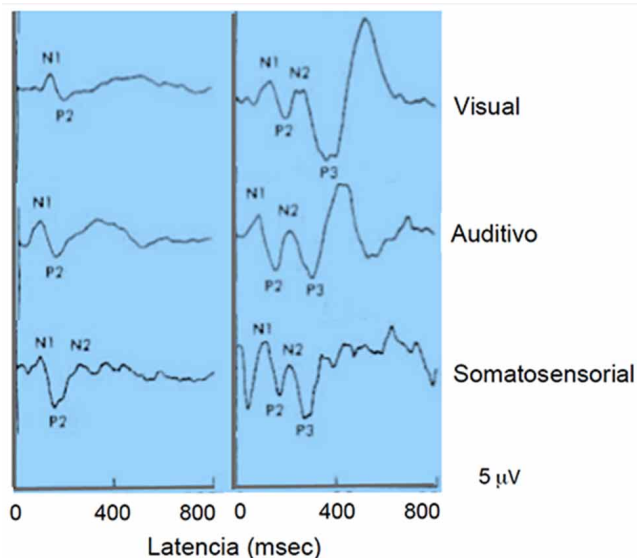


Fig. 1. Morfología de los potenciales evocados endógenos P300.

**La Conducta Suicida.** La conducta suicida debe ser entendida como un proceso multidimensional, en el que es posible visualizar más de un factor y de una manifestación de ella. Desde la perspectiva psicológica, existen distintas teorías para dar una explicación coherente al fenómeno del suicidio. Por ejemplo, Beck comenzó desde el enfoque de la terapia racional emotiva, la que hace referencia al comportamiento suicida y su relación con la depresión. En ella el individuo crea categorías mentales en función de experiencias vividas, las cuales estructuran y orientan la conducta del sujeto, por lo que si esta conducta es desadaptada, el individuo percibe una imagen distorsionada de la realidad, estas conceptualizaciones se implementan como puntos de vista negativos sobre sí mismo, su entorno y el futuro (Beck *et al.*, 1974). Por otro lado, Joiner Jr. *et al.* (2005) hablaron de la teoría psicológica interpersonal del comportamiento suicida, proponiendo a través de sus investigaciones que un individuo no morirá por suicidio a menos que tenga el deseo de morir por suicidio y que posea la capacidad para llevar a cabo su deseo. De este modo, Joiner Jr. *et al.* declararon tres elementos que explicaron esta teoría: el primero corresponde al sentido de pertenencia frustrado, este plantea que cuando las personas mueren por suicidio, en su mayoría se sienten desconectados de los demás, generando la idea de que nadie se preocupa por ellos y por ende nadie comprende su situación. El segundo punto, es la carga percibida por los individuos, la que es impulsada por pensamientos automáticos distorsionados

(ambos componentes conforman el deseo de suicidio). El tercer elemento, es la capacidad adquirida, la que revalida el proceso que ocurre cuando los centros cerebrales responsables de la motivación y el aprendizaje interactúan con el estado de ánimo y cambian la intensidad percibida por el dolor, es así, como el dolor físico se vuelve menos pronunciado con el tiempo a medida que el cuerpo se acostumbra a la experiencia (Van Orden *et al.*, 2010).

Por otro lado, se han identificado perfiles de personalidad que incluyen subtipos que se caracterizan por rasgos característicos entre ellos internalización, emocionalidad desregulada, dependiente, hostil aislada, psicópata y ansiosa somatizante y que se ha asociado a historial de intentos de suicidio en muestras clínicas, cuyas características clínicas del subtipo de internalización manifestaron una mayor probabilidad de ser mujer, deprimida y evitativa, mientras que el subtipo de desregulación emocional se asoció más con comportamientos existentes, funcionamiento adaptativo menos desarrollado, experiencias traumáticas de la infancia, bipolaridad y síntomas vinculados a trastorno de personalidad. Ambos subtipos asociados con una historia de automutilación (Fowler).

La evaluación efectiva del riesgo de suicidio depende de la disponibilidad de medidas sensibles y específicas de factores de riesgo a largo plazo, señales de advertencia a corto plazo y una apreciación de la complejidad y variabilidad del riesgo de suicidio con el tiempo. A diferencia de muchos procedimientos que evalúan fenómenos relativamente estables, todavía no se posee una sola prueba o panel de pruebas que identifique con precisión el surgimiento de una crisis suicida (Fowler).

**Aspectos neurobiológicos del Suicidio.** Los desórdenes psiquiátricos han sido asociados a la conducta suicida en algunos desórdenes tales como; trastornos depresivos, de la personalidad, del espectro de la esquizofrenia y otros trastornos psicóticos (American Psychiatric Association, 2014).

En este contexto, se ha descrito que la depresión está fuertemente relacionada, tanto con la ideación suicida como con el intento, pero carece de especificidad como predictor, y se sabe poco sobre las características que aumentan el riesgo de suicidio entre las personas con depresión (Handley *et al.*, 2018). Se señala que la gravedad de la depresión posee una relación significativa con las tendencias suicidas tanto en hombres como en mujeres, sin embargo, los intentos de suicidio fueron significativamente más comunes entre las mujeres más jóvenes, sin necesariamente que la depresión estuviera diagnosticada en ellas (Brådvik, 2018). En este sentido, la depresión es señalada como la variable que mejor predice la ideación suicida, inclusive se plantea que un

estado de ánimo depresivo se debe considerar como una condición previa necesaria para la presencia de ideación suicida (Castro-Díaz *et al.*, 2013), desde la perspectiva neurobiológica el trastorno depresivo ha sido vinculados a los sistemas serotoninérgicos que se originan en el sistema nervioso central sobre el núcleo rostral de rafe extendiéndose por casi todo el cerebro, siendo capaces de modular muchas áreas de sentir, pensar y comportarse, y que al encontrarse alterado modifica los mecanismos transportadores de serotonina (5-HTT), desempeñando un rol importante en la fisiopatología del trastorno depresivo mayor (Stockmeier, 2003). El comportamiento suicida ha sido asociado a reducciones en los niveles de serotonina 5 HT y ácido 5-hidroxiindoleacético (5-HIAA), principal metabolito de la serotonina, indicando que la baja concentración de serotonina se asocia a un aumento en el riesgo de suicidio, las anomalías en el sistema de serotonina son más pronunciadas en la conducta suicida más letal (Sullivan *et al.*, 2015). Del mismo modo, los niveles de dopamina juegan un rol clave en la agresión como riesgo de suicidio, y en menor medida la norepinefrina (Chandley & Ordway).

**Potenciales evocados auditivos y sus características.** Los potenciales evocados auditivos (PEA) representan la actividad eléctrica cerebral que se registra en respuesta a un estímulo acústico, y que se visualiza como una onda que presenta variaciones de voltaje en términos de su amplitud, ondas positivas o negativas y tiempos específicos de aparición ó latencia (Ibáñez-Contreras *et al.*, 2011). Los potenciales evocados auditivos pueden ser clasificados de acuerdo al tiempo que transcurre desde que se envía el estímulo hasta que aparece la onda, de esta forma existen potenciales de:

Latencia temprana (potenciales evocados auditivos de tronco cerebral) (Cañete, 2014); los que dan lugar a ondas positivas que vienen determinadas como: onda I, onda II, onda III, onda IV, onda V, onda VI y onda VII). Latencia media ( Na, Pa, Nb y Pb). Latencia tardía (N1, P1,N2, P2, N3, P3). Y, potencial de disparidad o Mismatch negativity (Figs. 2 y 3).

Los potenciales de latencia tardía son ondas que presentan características con componentes que son fácilmente

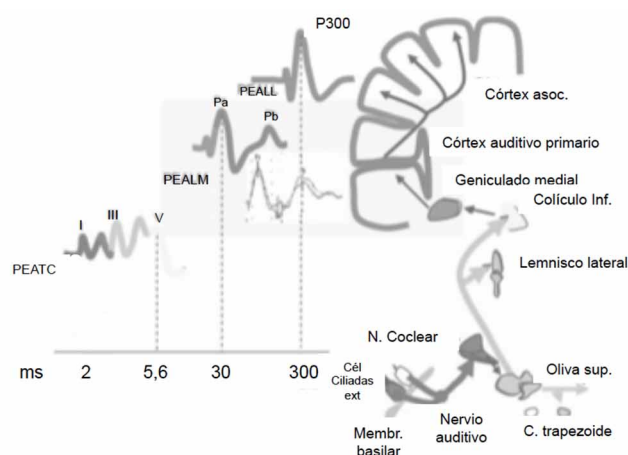


Fig. 2. Registro de las ondas generadas por el ingreso de un estímulo auditivo, asociados con el respectivo generador neural (estación de relevo). Latencia Temprana: Onda I nervio auditivo, Onda III: Complejo olivar superior, Onda V: Colículo Inferior. Latencia Media: Pa, Pb, y Corteza auditiva primaria. Latencia tardía: P300 Corteza de Asociación (Extraído de Otero *et al.*, 1986).

LATENCIA TEMPRANA	NOMBRE COMÚN	ORIGEN ANATÓMICO	RANGO DE LATENCIA
	-Microfonia Coclear (MC) CCI - Potencial de Sumación (PS)	-Células ciliadas internas -Células ciliadas internas y oélulas ciliadas externas	0 m/seg
	Potencial de Acción (PA)	Primera Neurona de la Vía Auditiva	2 m/seg
	Respuesta Auditiva de Tronco (ABR) Ondas I, II, III, IV, V	Región proximal del VIII par craneal, Núcleo coclear, Complejo olivar superior, Lemnisco lateral, Colículo inferior	< 10 m/seg
LATENCIA MEDIA	NOMBRE COMÚN	ORIGEN ANATÓMICO	RANGO DE LATENCIA
	Respuesta de Latencia Media (MLR) N0P0NaPaNbPb	Tálamo Corteza auditiva	8 - 50 m/seg
LATENCIA TARDÍA	NOMBRE COMÚN	ORIGEN ANATÓMICO	RANGO DE LATENCIA
	Complejo N1 -P1 - N2 - P2 - N3 - P3	Corteza Cerebral (Primaria y de Asociación)	50 - 300 m/seg
	Componente Positivo Tardío P300	Corteza Cerebral Prefrontal y Parietal (Áreas de Asociación)	250 - 350 m/seg

Fig. 3. Resumen de las características de un potencial evocado en relación con la latencia, características y localización de la onda (Extraído de Roeser, 2001).

identificables y que tienen su nombre debido a su polaridad y su latencia aproximada (P100, N100, P200, N200, P300). El P300 que también es conocido como p3, es un componente de los PEA cuya polaridad es positiva y alcanza su pico máximo alrededor de los 300 ms después de haber recibido el estímulo; aunque investigaciones establecen valores entre los 250 a 350 ms en individuos adultos (Didoné *et al.*, 2016). Es también conocido como potencial cognitivo, generado por una serie de estímulos (frecuentes) y menos frecuentes (raro) que aparecen al azar, debiendo el sujeto identificarlo (raro) todas las veces que aparezca. El componente P300, posee dos subcomponentes, denominados P3a y P3b, el primero se registra en el área fronto-central, está asociado con la red frontal-dopaminérgica y refleja una orientación automática e involuntaria de la atención a estímulos novedosos; el segundo se registra en áreas parietales, su actividad se origina en zonas temporo-parietales y refleja la detección voluntaria por parte del sujeto de un estímulo objetivo. Para realizar el estudio se requiere de la atención del sujeto, pudiendo reflejar un amplio reconocimiento de los procesos de memoria, toma de decisiones y resolución de incertidumbre (Muñoz-Avilés *et al.*, 2011). La latencia del P3a y P3b decrece con la edad, estabilizándose alrededor de los 12 años para el P3a y entre los 15 a 17 años para el P3b (Rojas, 2016). Dentro de los criterios de restricción metodológica, se debe considerar que el paciente no consuma al menos por 24 hrs. previas al examen ningún medicamento que pueda generar algún tipo de estimulación, o estimulantes como cafeína, té, chocolate, cigarrillo u otros que puedan afectar el sistema nervioso central (de Miranda *et al.*, 2012). Igualmente, como criterio de exclusión,

estudios consideraron la presencia de pérdida auditiva, los trastornos de procesamiento auditivo, trastornos o déficit del lenguaje y/o cualquier compromiso clínico o cognitivo que impidiese o dificultase la realización de los exámenes, además, como primer paso, los sujetos deben ser evaluados usando la otoscopia, impedanciometría y potenciales evocados auditivos de tronco encefálico, con el fin de conocer el estado de la vía auditiva (Massa *et al.*, 2011; Matas *et al.*, 2011; Muñoz-Avilés *et al.*; Didoné *et al.*).

### Bases metodológicas para obtener el registro de P300.

El registro del P300 debe realizarse en un ambiente protegido e insonoro desde el punto de vista eléctrico y acústico. La posición de los electrodos debe seguir el Sistema Internacional Electrodo (IES) 10-20, lo que implica que en la zona frontal (Fz) se ubica el electrodo a tierra, en la línea media de vértice craneal (Cz) el electrodo activo y en los lóbulos de las orejas (A=1 izquierda y A2 derecha). El electrodo de referencia en todos ellos y se debe considerar una impedancia igual o menor a 5 Kohms (de Miranda *et al.*; Didoné *et al.*) (Fig. 4).

Los sujetos deben encontrarse preferentemente con los ojos cerrados, con el fin de evitar la interferencia de los movimientos oculares y contar en voz alta los estímulos raros que corresponden al 20 % del total de estímulos entregados, los cuales aparecerán aleatoriamente entre los estímulos frecuentes (alrededor de 80 %), enviados al conducto auditivo externo por medio de un auricular de inserción (Massa *et al.*). Como estímulo no verbal un Tone Burst, el estímulo frecuente a los 1000 Hz y el estímulo infrecuente entre 1500 o 2000 Hz (Massa *et al.*), presentados monoauralmente entre 70 a 88 dB HL (Massa *et al.*; de Miranda *et al.*); con un total de 300 estímulos y un intervalo de 1.1 seg. entre estímulos (Matas *et al.*), se realiza un ensayo previo y se entrega la instrucción al sujeto indicando apretar el botón cuando escuche los estímulos infrecuentes (Tatz, 2017) (Tabla I).

### Utilidad de los potenciales evocados en la conducta suicida.

Se ha reportado que los potenciales evocados auditivos dan cuenta de la ideación suicida tanto en los potenciales N100, P200 y P300 (Polich, 2004; Lee *et al.*, 2005), específicamente el componente más estudiado ha sido el P300, ya que está vinculado al funcionamiento cognitivo, siendo utilizado en la valoración en condiciones psiquiátricas;

Tabla I. Valores de referencia de P300.

Estado del Individuo evaluado	Alerta
Forma de recuento del estímulo raro	Mental
Posicionamiento de los electrodos	Electrodo tierra (Fpz), electrodo activo (Cz)
Impedancia de los electrodos	Electrodos de referencia (M1 y M2)
Transductor	≤5 Kohms
Estimulación	Audífonos de inserción
Intensidad de los estímulos	Binaural
Paradigma de presentación	80 dB NA
Total de estímulos	20 % de estímulos raros
Estímulo frecuente	80 % de estímulos frecuentes
Estímulo raro	300
Duración	1.000Hz
Rise and decay time	2.000Hz
Velocidad	50 ciclos para 1.000Hz
Sobre	100 ciclos para 2.000Hz
Filtros	20 %
Ventana	0,8 pps (pulsos por segundo)
	Trapezoide
	Pasa-alto 0.1Hz
	Pasa-bajo 20Hz
	1.000ms

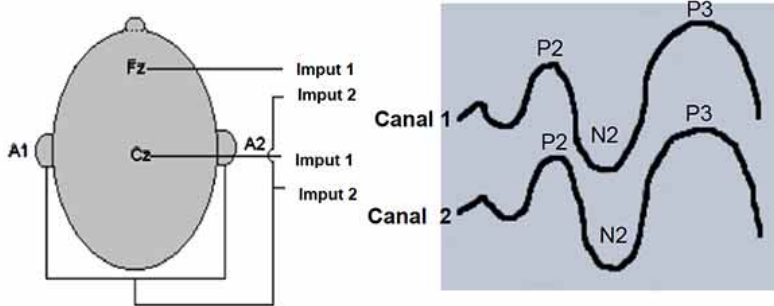


Fig. 4. Esquema de la posición de los electrodos y características de un trazado normal. Los principales componentes del PC son visualizados en canales separados para Cz y Fz (Extraído de Franco, 2001).

debido a que este componente se asocia a atención y memoria durante el procesamiento de estímulos, y sus características de onda están moduladas por la actividad del sistema serotoninérgico y dopaminérgico (Dierks *et al.*, 1994; Nishimura *et al.*, 1995) (Fig. 5).

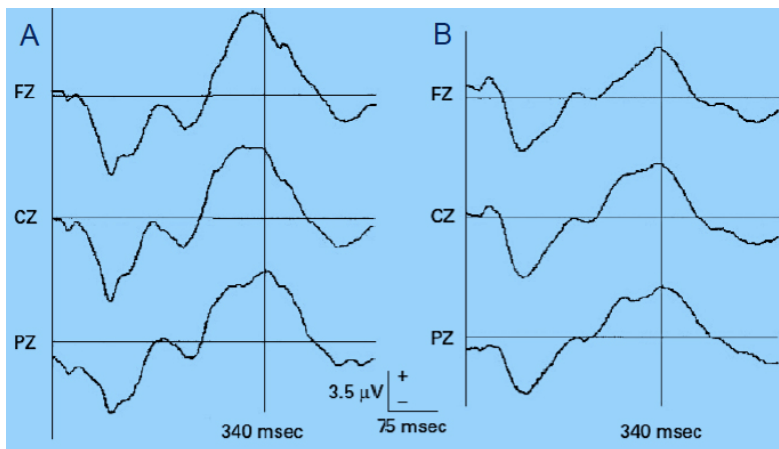


Fig. 5. Comparación de la onda P300 de acuerdo con la presencia de conducta suicida. A: P300 en conducta suicida. B: P300 sin conducta suicida.

Específicamente, los potenciales evocados han sido utilizados para evaluar la audición y también evaluar las bases neurales de la cognición (Porcaro *et al.*, 2019). Se sostiene además, que la amplitud de las ondas P300 se relaciona con la actividad cerebral vinculada con el trabajo de la memoria, particularmente cuando la representación neural del entorno del estímulo, cambia con la nueva entrada sensorial, la llamada teoría de actualización de contexto se ha vinculado directamente con la memoria pero quizás sea más sensible a la cantidad de recursos de atención comprometidas durante la tarea, por otro lado la amplitud de las ondas P300 puede considerarse como indicador de la cantidad de actividad del sistema nervioso central, relacionando este fenómeno con la entrada y procesamiento de información (Polich).

En relación a su origen, la generación del P300, proviene de la interacción entre el lóbulo frontal, la función hipocampal/ temporal-parietal (Kirino *et al.*, 2000) y fronto-temporal (Mecklinger *et al.*, 1998). En este contexto se describe a los potenciales evocados auditivos (PEA) como un méto-

do que permite obtener información sobre la actividad serotoninérgica central (Graßnickel *et al.*, 2015) ya que el P300 se ha sido correlacionada significativamente con la concentración del metabolito 5-HIAA, en el líquido cefalorraquídeo (LCF) esto indicaría que es probable que el P300 esté parcialmente modulado por el sistema serotoninérgico y su concentración en el LCF, lo que sugiere que estas monoaminas y particularmente el sistema serotoninérgico están involucrados en el control de P300 (Ito *et al.*, 1990).

Se ha observado que cuando se presenta una amplitud menor en este marcador, es posible relacionarlo con una conducta antisocial, con agresividad, trastornos de la conducta, y el trastorno de personalidad antisocial (Brauer, 2016). Del mismo modo, también se ha relacionado con la dependencia al alcohol (Hill *et al.*, 1995), drogas (Attou *et al.*, 2001) y altos niveles de desinhibición (Patrick *et al.*, 2006).

La misma onda se ha reportado alterada cuando existen modificaciones en el transporte de dopamina tanto en pacientes con esquizofrenia como en el trastorno de déficit atencional y también en especial en la conducta suicida (Chen *et al.*, 2014).

Esta relación podría ser explicada debido a que las neuronas que sintetizan serotonina se ubican en el tronco cerebral en pequeños grupos. Estos se pueden dividir en un grupo caudal y un grupo rostral, las del grupo rostral son las que proyectan hacia corteza frontal y occipital (Wilson & Molliver, 1991). Estudios anatómicos en otras especies han encontrado proyecciones serotoninérgicas desde los núcleos del Raphe a las áreas sensoriales tempranas, incluidas las áreas primaria auditiva, visual y somatosensorial, el bulbo olfativo y las estructuras subcorticales involucradas en el procesamiento sensorial (Campbell *et al.*, 1987). Las fibras serotoninérgicas también se encuentran constantemente en la capa cortical 4 en la corteza auditiva primaria, lo que explicaría el por qué los potenciales evocados son señales que dan cuenta del procesamiento sensorial, vinculándose a los procesos cognitivos (Chu *et al.*, 2018).

## CONCLUSIÓN

La conducta suicida está compuesta de distintas etapas, las que pueden ir desde el deseo de querer morir al suicidio consumado, esta conducta ha ido aumentando de manera sostenida sobre todo en los adolescentes y niños.

Existe una complejidad en la valoración del riesgo, debido a los múltiples factores que explican la conducta, desde la psicología se plantea que los sujetos pierden el sentido de pertenencia, se sienten una carga, lo que distorsiona la percepción de la realidad y de manera simultánea pierden el miedo al dolor, sintiendo más capaces a generar un acto suicida. La neurobiología señala que la depresión es el mayor predictor del pensamiento suicida y estos estados a su vez están vinculados a los sistemas serotoninérgicos que modulan aspectos del sentir, pensar y actuar, específicamente la serotonina 5 HT, 5-HIAA y dopamina juegan un rol fundamental en la letalidad del acto suicida. Existe evidencia de que los niveles de concentración de los distintos metabolitos serotoninérgicos modulan un potencial evocado el que está compuesto por varias partes que representan una cascada de procesamiento de información cuando se activan los mecanismos de atención y memoria, este potencial es comúnmente denominado P300 y ha sido asociado a distintos cuadros psiquiátricos.

Con esto, el registro de la actividad bioeléctrica a través de los potenciales evocados de latencia tardía P300 representa una alternativa de incorporar el desarrollo tecnológico a la valoración de la conducta suicida de adolescentes.

---

**FIGUEROA, S. C.; OTZEN, T.; ROMERO, M. F. & DÍAZ, F. M. V.** Morphology of auditory evoked potentials, and its role in the evaluation of suicidal behavior. *Int. J. Morphol.*, 38(2):356-362, 2020.

**SUMMARY:** Suicide is a global health problem, with suicidal behavior being one of the predictors of suicide mortality; however, its assessment is still complex. Although the amount of literature that has addressed different perspectives of suicidal behavior is abundant, it is necessary to deepen new methods that allow a rapid and objective assessment of it, providing clinicians and patients with an evaluation system that allows changes in emotional state to be recorded dynamically. The aim of this manuscript was to provide an overview of morphological patterns of auditory evoked potential P300 latency late in the assessment of suicidal behavior.

**KEY WORDS:** "Adolescent"[Mesh]; "Adolescent Behavior"[Mesh]; "Adolescent Health"[Mesh]; "Suicide"[Mesh]; "Suicidal behavior"; "Electrophysiology" [Mesh]; "Evoked Potentials"[Mesh]; "Event-Related Potentials, P300"[Mesh].

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Psychiatric Association. *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales: DSM-5*. 5ª ed. Madrid, Médica Panamericana, 2014.
- Attou, A.; Figiel, C. & Timsit-Berthier, M. Opioid addiction: P300 assessment in treatment by methadone substitution. *Neurophysiol. Clin.*, 31(3):171-80, 2001.
- Beck, A. T.; Schuyler, D. & Herman, I. *Development of Suicidal Intent Scales*. In: Beck, A. T.; Resnik, H. L. P. & Lettieri, D. J. (Eds.). *The Prediction of Suicide*. Bowie (MD), Charles Press Publishers, 1974.
- Brådvik, L. Suicide risk and mental disorders. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(9):2028, 2018.
- Brauer, K. A. *Sleep Deprivation And Recovery: The Effects Of P300 Three And Six Hours Post Recovery*. Missouri, Missouri State University, 2016.
- Campbell, M. J.; Lewis, D. A.; Foote, S. L. & Morrison, J. H. Distribution of choline acetyltransferase-, serotonin-, dopamine-beta-hydroxylase-, tyrosine hydroxylase-immunoreactive fibers in monkey primary auditory cortex. *J. Comp. Neurol.*, 261(2):209-20, 1987.
- Cañete, S. O. Potenciales evocados auditivos de corteza: Complejo P1-N1-P2 y sus aplicaciones clínicas. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 74(3):266-74, 2014.
- Castro-Díaz, S.; Gómez-Restrepo, C.; Gil, F.; Uribe Restrepo, M.; Miranda C.; de la Espriella, M.; Arenas, A. & Pinto, D. Factores de riesgo para ideación suicida en pacientes con trastorno depresivo en Colombia. *Rev. Colomb. Psiquiatr.*, 42(Supl. 1):27-35, 2013.
- Chandley, M. J. & Ordway, G. A. *Noradrenergic Dysfunction in Depression and Suicide*. In: Dwivedi, Y. (Ed.). *The Neurobiological Basis of Suicide*. Boca Raton (FL), CRC Press/Taylor & Francis, 2012.
- Chen, K. C.; Lee, I. H.; Yang, Y. K.; Landau, S.; Chang, W. H.; Chen, P. S.; Lu, R. B.; David, A. S. & Bramon, E. P300 waveform and dopamine transporter availability: a controlled EEG and SPECT study in medication-naïve patients with schizophrenia and a meta-analysis. *Psychol. Med.*, 44(10):2151-62, 2014.
- Chu, C. L.; Lee, I. H.; Chi, M. H.; Chen, K. C.; Chen, P. S.; Yao, W. J.; Chiu, N. T. & Yang, Y. K. Availability of dopamine transporters and auditory P300 abnormalities in adults with attention-deficit hyperactivity disorder: preliminary results. *CNS Spectr.*, 23(4):264-70, 2018.
- de Miranda, E. C.; Pinheiro, M. M. C.; Pereira, L. D. & Iorio, M. C. M. Correlation of the P300 evoked potential in depressive and cognitive aspects of aging. *Braz. J. Otorhinolaryngol.*, 78(5):83-9, 2012.
- Didoné, D. D.; Garcia, M. V.; Oppitz, S. J.; da Silva, T. F. F.; Dos Santos, S. N.; Bruno, R. S.; Dos Santos Filha, V. A. V. & Côser, P. L. Auditory evoked potential P300 in adults: reference values. *Einstein (São Paulo)*, 14(2):208-12, 2016.
- Dierks, T.; Frölich, L.; Ihl, R. & Maurer, K. Event-related potentials and psychopharmacology. Cholinergic modulation of P300. *Pharmacopsychiatry*, 27(2):72-4, 1994.
- Fowler, J. C. Suicide Risk Assessment in clinical practice: pragmatic guidelines for imperfect assessments. *Psychotherapy (Chic.)*, 49(1):81-90, 2012.
- Franco, G. M. The cognitive potential in normal adults. *Arq. Neuropsiquiatr.*, 59(2-A):198-200, 2001.
- Graßnickel, V.; Illes, F.; Juckel, G. & Uhl, I. Loudness Dependence of Auditory Evoked Potentials (LDAEP) in clinical monitoring of suicidal patients with major depression in comparison with non-suicidal depressed patients and healthy volunteers: a follow-up-study. *J. Affect. Disord.*, 184:299-304, 2015.
- Handley, T.; Rich, J.; Davies, K.; Lewin, T. & Kelly, B. The challenges of predicting suicidal thoughts and behaviours in a sample of rural Australians with depression. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(5):928, 2018.

- Hargus, E.; Hawton, K. & Rodham, K. Distinguishing between subgroups of adolescents who self-harm. *Suicide Life Threat Behav.*, 39(5):518-37, 2009.
- Hill, S. Y.; Steinhauer, S.; Lowers, L.; & Locke, J. Eight-year longitudinal follow-up of P300 and clinical outcome in children from high-risk for alcoholism families. *Biol. Psychiatry*, 37(11):823-7, 1995.
- Ibáñez-Contreras, A.; Durand-Rivera, A.; Hernández-Godínez, B. & Reyes-Pantoja, S. Potenciales evocados auditivos del tallo cerebral en monos rhesus (*Macaca mulatta*) en diferentes etapas fisiológicas en condiciones de cautiverio. *Arch. Med. Vet.*, 43(3):223-32, 2011.
- Institute of Medicine (US) Committee on Pathophysiology and Prevention of Adolescent and Adult Suicide. *Reducing Suicide: A National Imperative*. Washington (DC), National Academies Press (US), 2002.
- Ito, J.; Yamao, S.; Fukuda, H.; Mimori, Y. & Nakamura, S. The P300 event-related potentials in dementia of the Alzheimer type. Correlations between P300 and monoamine metabolites. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 77(3):174-8, 1990.
- Joiner Jr., T. E.; Brown, J. S.; & Wingate, L. R. The psychology and neurobiology of suicidal behavior. *Annu. Rev. Psychol.*, 56:287-314, 2005.
- Kirino, E.; Belger, A.; Goldman-Rakic, P. & McCarthy, G. Prefrontal activation evoked by infrequent target and novel stimuli in a visual target detection task: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *J. Neurosci.*, 20(17):6612-8, 2000.
- Lee, T. W.; Yu, Y. W. Y.; Chen, T. J. & Tsai, S. J. Loudness dependence of the auditory evoked potential and response to antidepressants in Chinese patients with major depression. *J. Psychiatry Neurosci.*, 30(3):202-5, 2005.
- Massa, C. G. P.; Rabelo, C. M.; Matas, C. G.; Schochat, E. & Samelli, A. G. P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults. *Braz. J. Otorhinolaryngol.*, 77(6):686-90, 2011.
- Matas, C. G.; Hataiama, N. M. & Gonçalves, I. C. Estabilidade dos potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos com audição normal. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.*, 16(1):37-41, 2011.
- Mecklinger, A.; Maess, B.; Opitz, B.; Pfeifer, E.; Cheyne, D. & Weinberg, H. A MEG analysis of the P300 in visual discrimination tasks. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 108(1):45-56, 1998.
- Muñoz-Avilés, J.; Peñaloza-López, Y. R.; Flores-Ávalos, B. G.; Flores-Rodríguez, T. B.; García-Pedroza, F. & Herrera-Rangel, A. B. Respuestas auditivas tardías: PD y P300, diferencias por edad y género en dos grupos de adultos mayores con alto grado académico y actividad intelectual persistente. *Rev. Mex. Neurocienc.*, 12(4):174-80, 2011.
- Nishimura, N.; Ogura, C. & Ohta, I. Effects of the dopamine-related drug bromocriptine on event-related potentials and its relation to the law of initial value. *Psychiatry Clin. Neurosci.*, 49(1):79-86, 1995.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). *Prevención del Suicidio: Un Imperativo Global*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, 2014.
- Otero, J. B.; Ortigueira, J.; Navarro, J.; & Peleteiro, M. Origen de los potenciales evocados auditivos de latencia media. *Ann. Otorrinolaringol.*, 1:121-6, 1986.
- Patrick, C. J.; Bernat, E. M.; Malone, S. M.; Iacono, W. G.; Krueger, R. F. & McGue, M. P300 amplitude as an indicator of externalizing in adolescent males. *Psychophysiology*, 43(1):84-92, 2006.
- Polich, J. Clinical application of the P300 event-related brain potential. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.*, 15(1):133-61, 2004.
- Porcaro, C.; Balsters, J. H.; Mantini, D.; Robertson, I. H.; & Wenderoth, N. P3b amplitude as a signature of cognitive decline in the older population: an EEG study enhanced by functional source separation. *Neuroimage*, 184:535-46, 2019.
- Roeser, R. J. *Manual de Consulta Rápida em Audiologia: Um Guia Prático*. Rio de Janeiro, Revinter, 2001.
- Rojas, M. Á. *Relación entre la Atención y la Maduración del P300*. Sevilla, Universidad de Sevilla, 2016.
- Stockmeier, C. A. Involvement of serotonin in depression: evidence from postmortem and imaging studies of serotonin receptors and the serotonin transporter. *J. Psychiatr. Res.*, 37(5):357-73, 2003.
- Sullivan, G. M.; Oquendo, M. A.; Milak, M.; Miller, J. M.; Burke, A.; Ogden, R. T.; Parsey, R. V. & Mann, J. J. Positron emission tomography quantification of serotonin(1A) receptor binding in suicide attempters with major depressive disorder. *JAMA Psychiatry*, 72(2):169, 2015.
- Tatz, C. Suicide and sensibility. *Death Stud.*, 41(8):542-50, 2017.
- Van Orden, K. A.; Witte, T. K.; Cukrowicz, K. C.; Braithwaite, S.; Selby, E. A. & Joiner Jr., T. E. The interpersonal theory of suicide. *Psychol. Rev.*, 117(2):575-600, 2010.
- Wilson, M. A. & Molliver, M. E. The organization of serotonergic projections to cerebral cortex in primates: retrograde transport studies. *Neuroscience*, 44(3):555-70, 1991.

Dirección para correspondencia:  
Dra. Tamara Otzen  
Centro de Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMYQ)  
Universidad de La Frontera  
Temuco  
CHILE

E-mail: tamara.otzen@ufrontera.cl

Recibido: 03-09-2019  
Aceptado: 15-10-2019