



---

# **El potencial evocado P3 como un marcador neurobiológico de la psicopatía**

---

Grado en Psicología

Alumna: Cristina García Díaz, 20904104W

Tutor: Javier Moltó

Convocatoria de presentación: Julio



## Contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>EXTENDED SUMMARY</b> .....   | 4  |
| <b>INTRODUCCION</b> .....   | 6  |
| 1. Naturaleza de la psicopatía .....  | 6  |
| 1.1. Historia sobre la psicopatía .....   | 6  |
| 1.2. Concepto actual de psicopatía .....  | 6  |
| 1.2.1. Modelo dual de la psicopatía .....   | 7  |
| 1.2.2. Modelo triárquico .....  | 7  |
| 2. Instrumentos de evaluación de la psicopatía .....  | 8  |
| 2.1. Psychopathy Checklist-Revised (PCL-R) .....  | 9  |
| 2.2. Escala de autoevaluación: Psychopathic Personality Inventory-Revised (PPI-R) .....                               | 10 |
| 2.3. Triarchic Psychopathy Measure (TriPM) .....  | 11 |
| 3. Bases neurológicas de la psicopatía .....  | 12 |
| 3.1. Déficits en la respuesta emocional ante estímulos negativos .....  | 12 |
| 3.2. Déficits en la respuesta cerebral en tareas de procesamiento cognitivo .....                                     | 12 |
| 4. Componente externalizante de la psicopatía y relación con el resto de trastornos del espectro externalizante ..... | 13 |
| 5. Medidas psicofisiológicas centrales: P300 .....  | 14 |
| 5.1. Amplitud del potencial evocado P3/300 .....  | 16 |
| 5.2. Latencia del potencial evocado P3/300 .....  | 16 |
| 5.3. Componentes del potencial evocado P3/300: P3a y P3b .....  | 17 |
| 6. Relación P3 con los trastornos de espectro externalizante .....  | 18 |
| 7. Relación de la psicopatía con el marcador externalizante P3/300 .....  | 19 |
| 7.1. Planteamiento de la hipótesis y su importancia .....   | 20 |
| <b>METODOLOGIA</b> .....  | 21 |
| <b>RESULTADOS</b> .....   | 22 |
| 1. Resultados conductuales ante los estímulos de la tarea .....   | 25 |
| 2. Resultados de las amplitudes y latencias de la P3 ante los estímulos de la tarea .....                             | 25 |
| <b>DISCUSIÓN</b> .....  | 35 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....   | 41 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....   | 44 |
| <b>ANEXO</b> .....  | 52 |

# El potencial evocado P3 como un marcador neurobiológico de la psicopatía

## **Abstract**

The present literature review is aimed to examine the relation between P3 brain potential responses as neurobiological marker of psychopathy. We conducted meta-analysis of 8 studies (N=1528) focused to investigate the relationship of P3 measures to externalizing component of psychopathy. We found reduced P3 amplitude and longer P3 latencies associated with psychopaths in comparison to control group. Within psychopathy we found differences between successful and unsuccessful psychopathic offenders. Our results support that the P3 event-related potential is a biomarker of externalizing component of psychopathy but also it is an indicator of the presence of others externalizing spectrum disorders.

## **Abstract**

El presente trabajo de revisión literario se centra en examinar la posible relación entre el potencial de respuesta cerebral P3 como marcador neurobiológico de la psicopatía. Se realizó un metanálisis de 8 estudios (N=1528) enfocados a estudiar la relación de las medidas de P3 con el componente externalizante de la psicopatía. Encontramos reducciones en cuanto a las amplitudes P3 y latencias P3 más largas en psicópatas en comparación al grupo control. Dentro de la psicopatía encontramos diferencias entre los delincuentes psicópatas exitosos y no exitosos. Nuestros resultados apoyan que el potencial evocado P3 es un biomarcador del componente externalizante de la psicopatía pero también es un indicador de la presencia de otros trastornos del espectro externalizante.

**Keywords:** Psychopathy, P3, P300, Externalizing, Impulsivity, ERPs, PCL-R, PPI-R

## **EXTENDED SUMMARY**

The current study is a meta-analysis of eight research articles, this project objective is to find a relationship between P3 event-related potential and the externalizing component of psychopathy. As well as, prove that P3 is a vulnerability component of the externalizing spectrum disorders. For this study, the articles were sought across the Jaume I University's library databases.

Prior to study our goal, we had to thoroughly define the concept of psychopathy, considering his evolution from unitary nature to multifactorial nature. Through the work,

we consider the different assessments of psychopathy, for example, PCL-R or PPI-R. In the same way, we contemplate the different tasks used in each one of the studies chosen. Regarding the study's samples selected, studies focused on psychopathy are based on the population of inmates and control groups.

The main results of this meta-analysis is that there are differences between psychopaths inmates and the control group, in a lower amplitude P3a (activation frontal areas) form and P3b (activation parietal areas) to novel stimuli and target, respectively, in psychopaths inmates compared to the control group. As well as for the group of psychopaths, we found differences between the inmates psychopaths (criminal record) and successful psychopaths (subclinical and no criminal record), i.e. smaller amplitudes P3b with higher latencies P3 in psychopaths inmates in contrast to successful psychopaths.

In connection with the externalizing component of psychopathy and the P3 potential, high scores were found on the PCL-R related to smaller P3b amplitudes, as high scores on the PCL-R second factor also related to P3a smaller amplitudes. The same results founded with the PPI-R, high scores on the Impulsiveness Scale relate to the lower P3a amplitudes. Also there are relationship between high scores in externalizing factor and the chance of developing an externalizing spectrum disorder. Therefore, we can say that the P3 potential is a biomarker of vulnerability to externalizing spectrum disorder in addition to an externalizing component of psychopathy.

Our results were compared with the meta-analysis of Gao & Raine (2009), they obtained similar results, but they added that among prisoners there were differences like smaller P3 amplitudes and higher latencies P3 in inmates no psychopaths and considered antisocial. The authors conclude that the sample of psychopathic inmates have higher P3 amplitudes with an increasing difficulty in the experimental tasks. This gives us an idea about the improvement in processing capability information in successful psychopaths compared to inmates psychopaths.

Once exposed the results of both meta-analysis, we can say that the hypothesis of P3 potential is a marker neurological of the externalizing component of psychopathy. However, it requires more research that use homogeneous methodological methods to avoid possible extraneous variables may be involved in the results in order to ease the replication of results in future research. Similarly, it would be advisable do longitudinal studies to assess the age factor on the P3 potential. Also, it should be investigated the construct of the psychopathy from a multifactorial approach for a better assessment and about to find possible relationships with other biomarkers.

## INTRODUCCION

En el presente trabajo realizaremos una revisión bibliográfica respecto al constructo de psicopatía y su posible relación con los potenciales evocados, en concreto, la P3 o P300 como marcador neurobiológico del factor externalizante de la psicopatía. No obstante, para poder establecer esta relación, previamente debemos concretar que se entiende por el termino psicópata, qué es una persona psicópata y qué implica serlo según la literatura científica, aunque no haya suficiente consenso entre los diferentes autores.

### 1. Naturaleza de la psicopatía

#### 1.1. Historia sobre la psicopatía

El termino psicópata fue introducido a finales del siglo XIX por el psiquiatra alemán Koch en 1891, aunque tuvo su origen a principios de este mismo siglo con el trabajo de Pinel (1962; *manie sans delire*) y con el de Pritchard (1835; *moral insanity*). Fue tras la monografía clásica de Hervey Cleckley (1976; *The Mask of Sanity*) cuando el trastorno de psicopatía iba adquiriendo mayor solidez a partir de la experiencia con los pacientes psiquiátricos. Cleckley se refería en su libro al término *mask* como una tendencia de los psicópatas de no mostrar sus verdaderos desajustes en comparación con el resto de pacientes psiquiátricos. De este modo, los psicópatas aparentaban ser encantadores, poco ansiosos, e inteligentes pero tras la máscara existía un mal funcionamiento poco adaptativo como la deshonestidad o la imprudencia (Patrick & Bernat, 2009).

Se considera a Cleckley como el padre de la psicopatía configurándola como un constructo unitario debido a sus criterios clínicos. Por otra parte, la psicopatía también fue asociada a serios problemas con la ley debido a los casos de reclusos criminales con tendencias psicopáticas. Un ejemplo de ello fueron los trabajos de McCord y MacCord (1964) que sostenían que los psicópatas son personas hostiles, agresivas, impulsivas y con una personalidad desadaptativa; aunque, al igual que Cleckley, presentan emociones superficiales y aparente falta de motivación. Tras estas concepciones, se fue asociando la conducta antisocial e incluso agresiva al trastorno de psicopatía en las posteriores ediciones del DSM llegando a considerar como criterios de diagnóstico para dicho trastorno hasta la actualidad (Skeem, Polaschek, Patrick & Lilienfeld; 2011).

#### 1.2. Concepto actual de psicopatía

El concepto actual que tenemos sobre el constructo de psicopatía se lo debemos a Cleckley, que como vimos en el anterior apartado, aludía a una condición unitaria,

subjetiva y centrada en el aspecto afectivo o en la conducta antisocial desde el aporte de McCord, que junto con estudios de Patrick y Bernat, pasa a considerarse de naturaleza dual, objetiva e inherente al trastorno, es decir, por un lado tenemos un individuo que aparentemente parece ser adaptativo, agradable y despreocupado, pero por otro lado presenta continuos problemas conductuales que entran en conflicto con la sociedad junto la ausencia de rasgos afectivos como culpa, empatía o la falta de remordimientos.

Esta consideración de su naturaleza como un constructo dual se ha llegado a consolidar como las dos caras de la psicopatía llegando a cristalizarse en dos tipos de psicópatas. El desajuste, la angustia, la falta de control de impulsos, culpa, empatía junto con la presencia de conducta antisocial y vulnerabilidad a la depresión y ansiedad se consideraría psicopatía secundaria. El desapego emocional, las conductas antisociales, bajos niveles de ansiedad, falta de culpa y empatía, estaría más vinculado a la psicopatía primaria (Skeem et al., 2011; Lilienfeld et al., 2012).

### **1.2.1. Modelo dual de la psicopatía**

Este modelo teórico intenta explicar la naturaleza del trastorno desde un enfoque dual (Carlson, Tháí & McLarnon, 2009; Skeem et al., 2011; Venables, Hall & Patrick, 2015) considerando dos componentes: el funcionamiento afectivo-interpersonal (bajo miedo/ansiedad, falta de empatía, falta de remordimientos, superficialmente emocional, encantador, egocéntrico e insensibilidad emocional) y las conductas/rasgos antisociales-impulsivas (falta de restricción, irresponsabilidad, desviación social, agresividad y persistente incumplimiento de la ley). Tras estos componentes de la psicopatía encontramos dos mecanismos subyacentes que son déficits en el control de impulsos vinculado al componente antisocial de la psicopatía y en el procesamiento emocional vinculado con el componente afectivo-interpersonal.

### **1.2.2. Modelo triárquico**

El modelo triárquico constituye una base para la conciliación de los diferentes relatos descriptivos en relación con la psicopatía y un marco de referencia para la coordinación en investigación sobre los procesos neurobiológicos y de desarrollo (Patrick, Fowles y Krueger, 2009; Skeem et al., 2011). Este modelo propone conceptualizar la psicopatía en tres dominios distintos que convergen en un único constructo fenotípico: desinhibición, audacia y mezquindad. La desinhibición englobaría las dificultades de control de impulsos, la falta de planificación, problemas de regulación afectiva y de impulsos, insistencia inmediata a la gratificación y déficit en la conducta restrictiva. El

constructo de audacia refiere a la capacidad de mantener la calma en situaciones amenazantes, recuperación rápida ante eventos estresantes, alta eficacia social y tolerancia a lo desconocido y peligroso. El término mezquindad del modelo triárquico hace referencia al conjunto de atributos como son la falta de empatía, rebeldía, insensibilidad, búsqueda de nuevas sensaciones, y empoderamiento a través de la crueldad.

El dominio de desinhibición (Skeem et al., 2011) estaría vinculado a las conductas externalizantes y se consideraría el nexo entre la emocionalidad negativa y la impulsividad, mientras que la audacia estaría más vinculada a la resiliencia emocional y a la dominancia del miedo, del mismo modo, se consideraría el nexo entre la baja reactividad al estrés, búsqueda de sensaciones y la dominancia social. En cuanto a la mezquindad, estaría vinculado a la frialdad emocional y a la baja afiliación social.

Sintetizando ambos modelos y comparándolos, podemos decir que el modelo dual buscaría hacer objetivo el constructo de psicopatía explicando su naturaleza, en cambio, el modelo triárquico es más un modelo de personalidad dirigido a las líneas de investigación sobre el trastorno. Por otro lado, destacar la posible relación entre el componente de funcionamiento afectivo-interpersonal del modelo del proceso dual y los dominios de audacia y mezquindad del modelo triárquico, lo mismo ocurre con el componente antisocial-impulsividad de la teoría del proceso dual en relación con el dominio de desinhibición del modelo triárquico.

Según tratemos un modelo teórico u otro hablaríamos de una naturaleza distinta dentro de un mismo constructo, es decir, según el modelo del proceso dual el constructo de psicopatía sería unitario, como una única dimensión en el cual los componentes desinhibición y antisocial-impulsividad estarían presentes en dicho continuo. En cuanto al modelo teórico triárquico, el constructo de psicopatía sería el resultado de la construcción o unión de los tres dominios, es decir, no sería un elemento unitario sino una construcción configurada de distintas facetas.

## **2. Instrumentos de evaluación de la psicopatía**

Es de suma importancia poder evaluar el constructo de psicopatía para facilitar su estudio e investigación o poder ayudar en los procesos de toma de decisiones relevantes en algunos casos judiciales. Para ello previamente a su evaluación es necesario hacer operativo el constructo según los procedimientos psicométricos. El primero en intentar evaluar la psicopatía fue Cleckley (1976) quien propuso 16 criterios, clasificados en 3 categorías de ítems (ver tabla 1): ajuste positivo, desviación del

comportamiento y déficits emocional-interpersonal. El ajuste positivo sería lo que el mismo autor identificaba como la máscara de los psicópatas, la desviación del comportamiento correspondería al desajuste conductual, que refleja acciones antisociales impulsivas, y el déficit emocional-interpersonal reflejaría la falta de experiencias emocionales genuinas (Patrick & Bernat, 2009).

### **2.1. Psychopathy Checklist-Revised (PCL-R)**

A finales de 1970 un psiquiatra canadiense, Robert Hare sistematizó un proceso de evaluación mucho más objetivo que el de Cleckley en muestras de presos criminales basándose en los criterios clínicos propuestos por Cleckley. Esta herramienta de evaluación es conocida como Psychopathy Checklist (PCL-R; Hare, 1991), consta de 20 ítems, cada uno de los ítems puntúan de 0 a 2: donde 0 indica que ese ítem no se corresponde con el preso, 1 si parcialmente se corresponde con la descripción, y 2 si el ítem corresponde fielmente al entrevistado (Skeem et al., 2011). Para poder considerar una persona como psicópata según el PCL-R tiene que mostrar una puntuación mínima de 30 puntos.

El PCL-R se ha centrado en los componentes de la psicopatía del modelo dual, considerando la medición de este constructo a través de dos factores (Patrick & Bernat, 2009; Robert, Hare, Liddle & McDonald, 1999): el factor 1 engloba el componente interpersonal-afectiva (encanto superficial, grandiosidad, egocentrismo, engaño/manipulación, y ausencia de remordimiento, culpa o empatía); el factor 2 engloba ítems que reflejan conductas impulsivas y antisociales (impulsividad, bajo control de impulsos, propensión al aburrimiento, baja planificación, e irresponsabilidad) (ver tabla 2).

Ambos factores muestran correlaciones moderadas con otros constructos demostrando su validez externa. Por ejemplo, el factor interpersonal-afectivo se asocia con narcisismo (Hare, 1991; Harpur, Hare, & Hakstian, 1989; Verona, Patrick, & Joiner, 2001) y baja empatía (Hare, 2003), dominancia social (Verona, et al., 2001; Hare, 1991; Harpur et al., 1989), logro (Verona et al., 2001), afecto positivo (Patrick, 1994) e inversamente asociado con medidas de emocionalidad negativa. Por otro lado, el factor antisocial correlaciona positivamente con impulsividad, búsqueda de sensaciones (Hare, 1991; Harpur et al., 1989), problemas de alcohol y drogas, conductas criminales y agresividad (Hare, 2003; Patrick, Hicks, Krueger, & Lang, 2005; Patrick & Zempolich, 1998; Porter & Woodworth, 2006; Skeem et al., 2011; Verona et al., 2001). Del mismo modo, ambos factores presentan correlaciones positivas entre ellos mismos aunque, a pesar de ello, tienen efectos supresores entre ellos, es decir, el factor de interpersonal-afectivo del

PCL-R tiende a correlacionar inversamente con la afectividad negativa, mientras que el factor antisocial correlaciona positivamente.

## **2.2. Escala de autoevaluación: Psychopathic Personality Inventory-Revised (PPI-R)**

Para la evaluación de psicópatas no criminales se emplea la escala de autoinforme *Psychopathic Personality Inventory* (PPI; Lilienfeld & Andrews, 1996). El inventario consta de 154 ítems, los cuales se responden mediante 4 puntuaciones de la escala Likert y organizado en 8 subescalas unidimensionales (impulsividad, inconformidad, culpa externalizada, egocentrismo maquiavélico, despreocupación, inmunidad al estrés, potencia social falta de miedo, y frialdad afectiva) que convergen en 2 grandes factores: PPI-I (dominancia sin miedo) y PPI-II (antisocialidad impulsiva). La única subescala que no converge en alguno de los factores es el de frialdad afectiva (Carson et al., 2009; Skeem, et al., 2011) (ver tabla 3).

Al igual que en el PCL-R, se han encontrado correlaciones moderadas entre constructos ajenos a la psicopatía, es el caso del factor dominancia sin miedo que correlaciona con la estabilidad emocional y la eficacia social, alto narcisismo, búsqueda de sensaciones, y baja empatía (Benning, Patrick, Blonigen, et al., 2005; Benning, Patrick, Hicks, Blonigen, & Krueger, 2003; Benning, Patrick, Salekin, & Leistico, 2005; Blonigen, Hicks, Krueger, Patrick, & Iacono, 2005; Douglas et al., 2008; Patrick, Edens, Poythress, Lilienfeld, & Benning, 2006; Ross et al., 2009); en cuanto al factor de antisocialidad impulsiva se ha mostrado relacionado con las conductas de agresividad, problemas de consumo de alcohol y drogas, altos niveles de ansiedad y quejas somáticas e ideación suicida. Estos dos factores, a diferencia del PCL-R, no correlacionan entre sí.

Retomando los modelos explicativos de la naturaleza psicopática, el modelo dual tiene bastante relación con el instrumento de evaluación PCL-R ya que este último considera que la psicopatía es un continuo entre su factor 1 y 2, es decir, para ser psicópata se debe de tener déficits a nivel afectivo e interpersonal, además de problemas de control de impulsos. Desde este modelo se considera la naturaleza psicopática como un continuo unidimensional en el que el individuo debe de cumplir ambos requisitos. Por otro lado, el modelo triárquico está más vinculado con el PPI-R ya que este instrumento considera que la naturaleza psicopática está constituida por facetas independientes entre sí como habíamos dicho anteriormente. Por tanto, la dimensión Audacia estaría representada en las escalas del PPI-I o PPI-FD (dominancia sin miedo), mientras que la dimensión Mezquindad estaría más claramente representada en la escala de frialdad emocional del PPI-R, escala que es independiente de las otras dos. (Skeem, et al., 2011)

A pesar de ello, no quiere decir que estas pruebas sean independientes entre ellas, se ha encontrado que los ítems de la dimensión *Meanness* del modelo triárquico (Skeem, et al., 2011), están altamente relacionados con el factor interpersonal-afectivo del PCL-R. Del mismo modo, el factor 2 del PCL-R se relaciona con la escala del PPI-II que son indicadores de una conducta antisocial.

Centrándonos de nuevo en los instrumentos de medida del constructo, y volviendo a la relación entre sus factores, en el caso del PPI-R, al ser independientes, nos da a entender que la psicopatía en sí puede que no sea un componente unitario o dual, sino que puede que sea un constructo multifacético sobre el cual aún no sabemos la infinidad de factores del que puede estar compuesto o de los diversos instrumentos que podrían ser válidos para poder evaluarla. A pesar de ello, no debemos creer que el PCL-R es un instrumento no válido para la evaluación de la psicopatía al considerarla de naturaleza dual en una dimensión unitaria, por ejemplo, en el último estudio de Venables et al. (2015), se evalúa la psicopatía a través del PCL-R pero separando sus dos factores y correlacionándolo con un indicador externalizante.

### **2.3. Triarchic Psychopathy Measure (TriPM)**

El instrumento de autoevaluación *Triarchic Psychopathy Measure* (TriPM; Patrick, 2010b), al igual que las dos últimas pruebas mostradas, evalúa psicopatía y tiene altas correlaciones con las tres dimensiones o escalas del modelo triárquico pero muestra correlaciones poco significativas entre sus 58 ítems. Estas altas correlaciones con el modelo triárquico se explicarían por el hecho de que este instrumento ha sido desarrollado centrándose en dichas tres escalas, de hecho, las puntuaciones de este test convergen en los tres dominios del modelo triárquico.

Como hemos podido analizar, la naturaleza del constructo de psicopatía tiene infinitas variaciones, factores o dimensiones, al igual que instrumentos que pueden evaluarla. El futuro de la investigación sobre la psicopatía tiene que ir encaminado a aceptar su naturaleza como multifacética, al igual que elaborar instrumentos de evaluación que puedan considerar gran parte de las dimensiones que la componen, como también disponer de cierto grado de flexibilidad, ya que, estamos ante un constructo bastante cambiante que incluye una amplia diversidad de matices sobre la psicopatía. Tenemos que tener claro que existen psicópatas que tienen dificultades a nivel interpersonal-afectivo pero que no muestran conductas antisociales o de control de impulsos, como es el caso de los psicópatas de "cuello blanco" y que por lo tanto no serían detectados por el PCL-R, por ejemplo.

### **3. Bases neurológicas de la psicopatía**

Según la teoría etiológica del modelo dual del que hablamos al principio de este trabajo, la psicopatía puede explicarse en términos de procesos etiológicos separados (Patrick & Bernat, 2009; Skeem et al., 2011; Venables et al., 2015), que reflejan déficits en diferentes sistemas neurobiológicos, relacionados con los componentes de psicopatía: interpersonal-afectivo y antisocial. A partir de estudios sobre la reactividad al miedo y aprendizaje de miedo como los de Lykken (1957), se ha podido determinar que estos procesos etiológicos en los que se centra la teoría dual son la falta de reactividad defensiva y la vulnerabilidad externalizante o funcionamiento ejecutivo-cognitivo deteriorado.

#### **3.1. Déficit en la respuesta emocional ante estímulos negativos**

A través de los primeros estudios de reactividad emocional se extrajo la idea de que los psicópatas presentaban un déficit específico en la respuesta emocional, particularmente ante eventos negativos (Fowles, 1980; Hare, 1965; Lykken, 1995), a las señales de castigo junto con menores condicionamientos aversivos en comparación con los sujetos no psicópatas. En un estudio de Hare (1965a, 1978), se encontró que los psicópatas no mostraban respuestas de miedo cuando anticipaban un estímulo aversivo. Esta falta de miedo se ha relacionado con el componente interpersonal-afectivo de la psicopatía (Patrick, Bradley, & Lang, 1993; Pastor, Molto, Vila, & Lang, 2003; Sutton, Vitale, & Newman, 2002), junto con el factor 1 del PCL-R. A nivel neurológico la falta de miedo se relaciona con una reducción en la respuesta de reactividad del sistema defensivo (miedo), es decir, la amígdala y estructuras cerebrales cercanas.

#### **3.2. Déficit en la respuesta cerebral en tareas de procesamiento cognitivo**

A partir de trabajos como los de Newman y colaboradores (Hiatt & Newman, 2006; Patterson & Newman, 1993) se ha vinculado a la psicopatía las dificultades para modular la respuesta atencional, es decir, poder cambiar el foco atencional de un estímulo a otro cuando los estímulos ambientales cambian y requieren de dicho cambio atencional. Ante estímulos aversivos o de castigo, los psicópatas muestran respuestas más débiles con respecto a las personas no psicópatas debido a estos déficits atencionales (Newman & Kosson, 1986), por tanto, atienden a estímulos que no son relevantes para la tarea experimental que podrían incluir a los estímulos aversivos. Otra posibilidad que se baraja es que los psicópatas ignoren los estímulos ambientales debido a la focalización atencional en la tarea (Jutai & Hare, 1983; Kosson & Newman, 1986). Incluso es posible de que estos resultados sean debidos a un déficit en el procesamiento durante tareas

que requieran específicamente el procesamiento del hemisferio izquierdo (Kosson, 1996, 1998).

Estos déficits atencionales se traducen en dificultades en el procesamiento cognitivo y en el control de impulsos que son considerados como el componente externalizante de la psicopatía y presenta comorbilidad con gran parte de los trastornos del espectro externalizante del cual hablaremos en el siguiente apartado, al igual que los correlatos neurológicos relacionados con la externalización, como son los potenciales evocados, en concreto, la P3 o P300. La falta de control de impulsos o desinhibición conductual se ha relacionado con el componente antisocial de la psicopatía, junto con el factor 2 del PCL-R. A nivel neurológico, esta desinhibición conductual está asociada con una disfunción en el sistema cerebral fronto-cortical que ayuda a regular las emociones y a guiar la toma de decisiones.

Una vez conocidos los mecanismos neurobiológicos que subyacen a la psicopatía, podemos considerar que los resultados obtenidos a través del PCL-R no constituyan un todo, sino que sería conveniente que el factor 1 y el 2 se tomaran como independientes y que no fuese necesario para ser psicópata cumplir ambos factores, ya que, como hemos podido comprobar, ambos factores reflejan estructuras neuronales diferentes y por lo tanto no se podría englobar en una única función o considerarlo como un fenómeno unitario/unidimensional.

#### **4. Componente externalizante de la psicopatía y relación con el resto de trastornos del espectro externalizante**

Entendemos por componente externalizante de la psicopatía a la conducta antisocial desde el modelo teórico dual, junto a los problemas de control de impulsos y dificultades de inhibición conductual. La expresión de este componente en un individuo reflejaría posibles lesiones en áreas cerebrales anteriores implicadas en la de regulación del afecto y la conducta en situaciones complejas o ante contingencias de estímulos que entran en competición (Patrick & Bernat, 2009). Existen asociaciones entre puntuaciones en el instrumento de evaluación de psicopatía PCL-R y el componente externalizante de ese trastorno. Asimismo se ha encontrado una correlación positiva entre las elevadas puntuaciones en el factor 2 del PCL-R y los trastornos de espectro externalizante (Patrick, Hicks, Krueger, & Lang, 2005), mientras que para el factor 1 del PCL-R no se encontró relación con el componente externalizante.

El modelo jerárquico del espectro externalizante propuesto por Krueger et al. (2002) (Patrick & Bernat, 2009; Patrick, 2008), intenta explicar el componente externalizante,

no solo de la psicopatía, sino de todos los trastornos que formen parte de este espectro. Este modelo conceptualiza el factor externalizante como una vulnerabilidad hereditaria (vulnerabilidad externalizante) que contribuye al desarrollo de varios rasgos y problemas conductuales, junto con la expresión fenotípica de esta vulnerabilidad como pueden ser las tendencias de desinhibición, trastorno de conducta en niños, problemas de control de impulsos, conducta antisocial, o abuso/dependencia de alcohol o drogas. En un trabajo más reciente de Krueger et al. (2007) se muestra una escala de autoevaluación, conocido como el Inventario del Espectro Externalizante (ESI), que aglutina los criterios de diagnóstico de trastornos del espectro externalizante con 23 escalas externalizantes como por ejemplo, impulsividad y agresividad (Ver tabla 4).

En resumidas cuentas, el constructo externalizante es como un factor disposicional común relacionado con los trastornos con déficits de control de impulsos. Esta vulnerabilidad externalizante es altamente hereditaria (>80%; Krueger et al., 2002). En algunos estudios se ha relacionado la alta externalización con individuos más reactivos a estresores o a los cambios porque tienden a anticipar y prepararse con menos efectividad, al igual que con una vigilancia reducida (Patrick, 2008; Bernat, Nelson, Steele, Gehring & Patrick, 2011).

Se ha relacionado el problema de control de impulsos con disfunciones en el córtex prefrontal (PFC) y el córtex cingulado anterior (ACC) (Barkley, 1997; Blumer & Benson, 1975; Damasio, Tranel, & Damasio, 1990; Morgan & Lilienfeld, 2000; Peterson & Pihl, 1990). Es sabido que el PCF está implicado en los procesos *top-down* guiando la conducta a partir de representaciones internas de objetivos. Así, si subdividimos el PFC, encontramos el córtex prefrontal dorsolateral importante para la activación de los procesos que implican procesos *top-down* (Petrides, 2000), zonas como el ventromedial y el orbitofrontal tienen un papel en la anticipación de las consecuencias afectivas conductuales (Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, 1997; Wagar & Thagard, 2004), aprendizaje de asociaciones estímulo-recopensa (Dias, Robbins, & Roberts, 1996; Rolls, 2000) y la regulación emocional (Damasio et al., 1990; Davidson, Putnam, & Larson, 2000). Al ser un problema de control de impulsos, se ha estudiado los mecanismos neurobiológicos que están detrás de esta conducta y se han investigado en forma de indicadores neurológicos como son los potenciales evocados, y en concreto, la P3/ P300 considerado un biomarcador de la vulnerabilidad externalizante.

## **5. Medidas psicofisiológicas centrales: P300**

Sabemos que para poder estudiar un constructo, previamente es necesario hacerlo operativo para la obtención de unos datos fiables y facilitar su interpretación, del mismo

modo es necesario tener en cuenta todas aquellas variables implicadas, es el caso de las medidas psicofisiológicas. En nuestra revisión nos centraremos en las medidas psicofisiológicas centrales, en concreto en los EEG/ERP.

La Electroencefalografía (EEG) es una técnica de exploración neurofisiológica que registra la actividad bioeléctrica cerebral. Los potenciales evocados (ERP), miden las respuestas del cerebro ante un estímulo o evento, es un marcador neurobiológico que puede expresarse como N100, P200, P300, LPC y CNV. Nosotros nos centraremos en la P300.

El potencial evocado P300 o P3 fue reportado por primera vez hace más de 50 años (Sutton et al., 1965), considerado un marcador biológico (Gao & Raine; 2009), es un potencial de respuesta cerebral positivo implicado en varios procesos atencionales, de inhibición, o de procesamiento de errores (Heslenfeld, 2003; Kujala & Näätänen, 2003); producto de la distribución de las redes neuronales asociadas a las operaciones atencionales y de memoria (Polich, 2007). Este potencial evocado es idéntico en gemelo monocigóticos pero no en los gemelos dicigóticos (Katsanis et al., 1997; O'Connor et al., 1994; Polich & Burns, 1987).

El potencial evocado P3 es el resultado de la interacción entre el córtex frontal y la unión del hipocampo con el córtex temporoparietal (Polich, 2007), su actividad es un reflejo de la actividad neuronal como consecuencia de la presentación de un estímulo determinado. El modelo de Sokolov (Sokolov, 1977) explica que la aparición de la P3 es el resultado de la representación mental que hacemos de dicho estímulo. Tanto los procesos atencionales como la memoria de trabajo están implicados en dicha tarea, comparando la representación mental del estímulo con el propio estímulo en sí (Donchin, 1981; Heslenfeld, 2003; Polich & Criado, 2006), es decir, si el estímulo permanece sin ningún cambio el esquema o representación que se tiene se mantendrá igual, pero por lo contrario, si se produce alguna modificación de dicho estímulo convirtiéndose en un nuevo estímulo, los procesos atencionales intervendrán actualizando dicha representación mental dando lugar a una mayor respuesta que se reflejará en el potencial evocado (P300) (ver figura 1). Este potencial también se ha considerado como un componente de la respuesta de orientación a la pregunta (¿qué es eso?), sería como la vía del qué de los sistemas de percepción neurocognitivos (Donchin & Coles, 1988).

Al igual que todo potencial evocado, el componente P300 (Polich, 2007), tiene una amplitud y una latencia; la amplitud corresponde a la diferencia entre la línea base previa al estímulo y el pico positivo más grande que las ondas de los ERP (potenciales relacionados con eventos/estímulos o potenciales evocados). Por otra parte, la latencia

se corresponde al tiempo en que se tarda en responder ante un estímulo alcanzando el punto máximo positivo de la amplitud. La distribución de la P300 se localiza en zonas parietales y frontales a través de los electrodos Fz, Cz y Pz (Johnson, 1993).

### **5.1. Amplitud del potencial evocado P3/300**

La amplitud P3 (Kahneman, 1973) es sensible al enganche atencional durante las tareas duales o en condiciones en las que hay una demanda excesiva, es decir, cuando hablamos de tareas duales nos referimos a aquellas condiciones en las que el participante tiene que responder a dos tareas de diferentes grados de dificultad o de demanda atencional. Por lo tanto, en estas condiciones los sujetos que estén ejecutando la primera tarea de demanda cognitiva variada, seguirán enganchados en las segundas tareas en la que los estímulos de condición *oddball* requieran un conteo mental, por ejemplo. En esta condición se esperará un incremento de la amplitud de la P3 independientemente de la modalidad o del requerimiento motor de la primera tarea en personas no psicópatas. En el caso de los psicópatas involucrados en tareas que requieran muchos recursos atencionales podemos encontrar una amplitud de la P300 pequeña y un pico de latencia más grande. (ver figura 2).

En teorías relativamente recientes con respecto a la amplitud P300, se le asocia una posible función con la memoria de trabajo. Según el modelo de Polich (2007), ante un estímulo novedoso, las áreas fronto-corticales ejercerían un control atencional *bottom-up* para representarlo en la memoria de trabajo, en caso de que fuese un estímulo relevante el control atencional llevado por la misma zona cortical sería *top-down*. Esta información se transmitiría del córtex prefrontal a estructuras temporo-parietales involucradas en el almacén de memoria a largo plazo. Mientras se realiza este proceso y al mismo tiempo que el participante está ejecutando la tarea, el córtex prefrontal iniciaría la función ejecutiva inhibitoria con la finalidad de reducir la actividad neural irrelevante que podría interferir en el procesamiento de la información, facilitando la realización de la tarea y que probablemente se reflejaría en la amplitud P3. Esta respuesta de inhibición quedaría reflejada en una mayor amplitud P3 en personas sin trastornos del espectro externalizante.

### **5.2. Latencia del potencial evocado P3/300**

La latencia variará en función de la disposición de la zona del cuero cabelludo donde la registremos, de este modo, será más corta en zonas frontales y más larga en zonas parietales (Mertens & Polich, 1997a; Polich et al., 1997). En estas tareas, las latencias más cortas indicarían mejores funciones ejecutivas cognitivas y velocidad de

procesamiento (Emerson et al. 1989; Johnson et al., 1985; Pelosi et al., 1992a; Polich et al., 1983). Se ha observado que es más frecuente observar un decremento de la latencia P3 a lo largo del desarrollo de los niños (Howard & Polich, 1985; Polich et al., 1990b), pero un incremento en la latencia a medida que adquirimos mayor edad (Fjell & Walhovd, 2001; Polich, 1996). Del mismo modo, también se ha encontrado relación entre la latencia de la P3 con el incremento en los niveles de demencia (O'Donnell et al., 1992; Polich & Corey-Bloom, 2005; Polich et al., 1986, 1990a; Potter & Barrett, 1999).

### **5.3. Componentes del potencial evocado P3/300: P3a y P3b**

El potencial evocado P3 se compone de dos potenciales: P3a y P3b. La P3a refleja una orientación automática e involuntaria de la focalización de la atención para los estímulos novedosos, estando regulada por el córtex cingulado anterior (ACC) (Polich, 2004). La P3a tiene una distribución frontocentral (Courchesne, Hillyard & Galambos, 1975) y varía en función de la demanda atencional de la tarea y de las características de la propia tarea (ver figura 3). Es posible que la P3a sea generada cuando un estímulo sea procesado pero el foco atencional esté ocupado (Brázdil et al., 2001, 2003; Knight, 1996; Squire & Kandel, 1999) (ver figura 4).

El potencial P3b, por otra parte, refleja la detección voluntaria por parte del sujeto de un estímulo objetivo y tiene una distribución parietal (Knight & Scabini, 1998) (ver figura 3). Se cree que la P3b aparece cuando la activación de la fuente atencional promueve las operaciones de la memoria de trabajo en áreas temporo-parietales (Brázdil et al., 2001, 2003; Knight, 1996; Squire & Kandel, 1999) (ver figura 4). El componente P3b se ha estudiado mucho en relación con el abuso de sustancia y otros trastornos externalizantes (Patrick et al., 2006).

La hipótesis de la inhibición (Polich, 2007), recoge todo lo anterior en cuanto a la posible explicación de por qué se produce la P3a y la P3b. Según esta hipótesis, en situaciones en las que un estímulo requiera cierta demanda atencional, elicitará una P3a, es decir, como hemos mencionado anteriormente, la información respecto a los estímulos será mantenido en el lóbulo frontal gracias a la memoria de trabajo y se monitoreará a través del córtex cingulado anterior (ACC), cuando la atención focalizada a esta información sea interrumpida por un estímulo distractor u objetivo, es posible que se produzca una P3a a partir de la activación del ACC y estructuras relacionadas. La actividad atencional puede transmitirse a áreas temporo-parietales, donde se producen las operaciones de almacenamiento relacionados con la memoria, produciéndose la P3b (Gazzaniga et al., 2000) (ver figura 5).

En tareas *oddball* que implican tres estímulos (distractores no novedosos, objetivo y estándar) y a través de la técnica de neuroimagen fMRI, se encontraron patrones de activación similares a los descritos anteriormente. Se observaron fuertes activaciones en el lóbulo frontal ante estímulos distractores, junto con mínima activación en zonas temporo-parietales. Ante estímulos objetivos, el patrón de activación se producía en ambas zonas (área frontal y temporo-parietal) (Bledowsky et al., 2004b).

## **6. Relación P3 con los trastornos de espectro externalizante**

El potencial evocado P3 es un marcador neurobiológico para los trastornos del espectro externalizante. Los estudios al respecto se centran en la manipulación de una serie de variables para poder observar como varían los patrones de activación neuronal según las diferentes condiciones. Estas condiciones suelen ser estímulos objetivos auditivos, visuales o somatosensoriales, considerados relativamente poco frecuentes o raros y que requieran demandas atencionales. Pruebas específicas como la “*oddball*” (Donchin et al., 1978; Pritchard, 1981) o las tareas del *Go/noGo* (Munro et al., 2007), se han utilizado para estudiar este marcador neurobiológico externalizante (Polich, 2007).

Pequeñas amplitudes de este marcador se relacionan con la conducta antisocial, con agresividad, trastornos de la conducta, y el trastorno de personalidad antisocial (Brauer, O'Connor, & Hesselbrock, 1994; Costa et al., 2000; Brauer & Hesselbrock, 1999a, 1999b; Kim, Kim, & Kwon, 2001; Manson & Fricj, 1994; Raine, 1993; Rhee & Waldman, 2002). Del mismo modo, también se ha relacionado con la dependencia al alcohol (Berman, Whipple, Fitch, & Noble, 1993; Hill, Steinhauer, Lowers, & Locke, 1995; Iacono, Carlson, Malone, & McGue, 2002), drogas (Attou, Figiel, & Timsit-Berthier, 2001; Biggins, MacKay, Clark, & Fein, 1997; Branchey, Buydens-Branchey, & Horvarth, 1993), y altos niveles de desinhibición (Krueger et al. 2002; Krueger, Markon, Patrick, Benning, & Kraumer, 2007).

Estos hallazgos han sugerido que una reducción en la amplitud P300 refleja una vulnerabilidad altamente heredable para los trastornos externalizantes (Katsanis, Iacono, McGue, & Carlson, 1997; O'Connor, Morzorati, Christian, & Li, 1994; Patrick et al., 2006). No obstante, esta reducción no sólo está relacionada con los síntomas activos de estos trastornos externalizantes, sino que también está activo en los casos en los que hay riesgo de desarrollar problemas de alcohol, por ejemplo, hay casos en los que niños o adolescentes cuyos padres tienen antecedentes de alcoholismo, muestran una reducción del potencial P3 comparado con las muestras control. De hecho, se puede considerar que una reducción de la amplitud P3 es un predictor de futuros problemas alcohólicos, esto puede explicarse a partir de que la reducción en este potencial sea un

indicador de daño cerebral en cuanto a las funciones ejecutivas cognitivas potenciando el riesgo para desarrollar una dependencia alcohólica (Gottesman & Shields, 1972; Iacono, 1998; John & Lewis, 1966).

En estudios longitudinales centrados en los procesos evolutivos desde la infancia hasta la adolescencia (Couchesne, 1979, 1990; Polich et al., 1990) se ha identificado un decremento de la amplitud P3 a medida que avanza la edad. En cuanto a la lateralización, se ha observado mayores amplitudes P3 con latencias más cortas en individuos zurdos en comparación con los diestros (Alexander & Polich, 1995; 1997; Polich & Hoffman, 1998) (ver figura 6).

Como observamos existen suficientes evidencias a favor de que el marcador neurobiológico P3/300 es un marcador neurobiológico de los trastornos del espectro externalizante que a su vez, tienen un alto porcentaje de heredabilidad considerándose una vulnerabilidad externalizante, del mismo modo que indicarían posibles problemas subyacentes como los déficits en atención o el procesamiento cognitivo, pero ¿existe este vínculo con la psicopatía?, ¿podría la P3 ser un marcador de este trastorno de personalidad al igual que lo es para los trastornos del espectro externalizante?

## **7. Relación de la psicopatía con el marcador externalizante P3/300**

Como hemos podido comprobar en el apartado anterior, el potencial evocado P3 es un marcador neurobiológico de los trastornos del espectro externalizante, pero ¿puede ser también un marcador de la psicopatía? Los primeros estudios sobre este potencial y la psicopatía han mostrado resultados contradictorios. El primer estudio al respecto fue el realizado por Jutai (1987), empleando una tarea de discriminación auditiva de fonemas. Los datos de este estudio concluyeron que no había diferencias significativas entre presos psicópatas y presos no psicópatas, a pesar de ello, el autor sugiere una menor amplitud de la P3 en los psicópatas. A diferencia del estudio de Raine y Venables (1988), en el que reportaron una mayor amplitud de la P3 en áreas parietales (P3b) en reclusos psicópatas en comparación con la de los reclusos no psicópatas a través de la tarea *visual task continuous* (CPT). Con respecto a estos resultados, se llegó a justificar estos datos afirmando que la falta de diferencias entre los presos psicópatas y los no psicópatas del estudio de Jutai (1987), radicaría en que los estímulos empleados en las tareas no serían salientes, reforzando la idea de que los psicópatas tienen una capacidad normal o mejor para ignorar los estímulos irrelevantes en comparación con los sujetos no psicópatas.

Ante tales incongruencias entre estos estudios, algunos autores (Kiehl et al., 2006) han sugerido que las diferencias entre los resultados se debería al hecho de usar distintas tareas en lugar de usar las mismas para la replicación de los datos, heterogeneidad de los estudios y control de posibles variables extrañas. La importancia de usar las mismas tareas en la replicación de los datos es de gran relevancia, ya que, según la tarea a ejecutar se verán implicadas determinadas funciones cognitivas junto con diferentes áreas cerebrales implicadas en dicha ejecución (Carlson & Tháí, 2010). Del mismo modo, otra variable extraña que puede estar interfiriendo en esos resultados son los criterios de evaluación de la psicopatía, es decir, el instrumento con el que evalúan el constructo. Como comentamos al principio de este trabajo, existen grandes diferencias entre los instrumentos de evaluación de la psicopatía (PCL-R, PPI-R y TriPM). En ambos estudios se utilizan el PCL-R como instrumento de evaluación, usándolo como una medida para poder cribar los grupos de estudio, considerando la naturaleza de la psicopatía de forma unitaria y unidimensional, necesitando ambos factores del PCL-R (interpersonal-afectivo y conductas o rasgos antisociales) para incluir a un sujeto en un determinado grupo de estudio, pudiéndose escapar algunas personas que solamente cumplan para un factor del PCL-R pero sin llegar a ser detectado tras esa evaluación cayendo en el riesgo de mostrar un patrón de activación neuronal diferente al esperado, llegando a igualar los resultados de su grupo (no psicópatas) con el grupo detectado como psicópatas.

### **7.1. Planteamiento de la hipótesis y su importancia**

A partir de toda la información expuesta sobre el potencial evocado P3/300 y su vinculación con los trastornos del espectro externalizante junto con los componentes y mecanismos implicados en la psicopatía, nuestro objetivo de trabajo será realizar un meta-análisis de trabajos publicados sobre psicopatía y el potencial evocado P3, y comprobar si el marcador neurobiológico P3 es un marcador idóneo para la detección de la psicopatía. Nuestra hipótesis sobre los resultados de este trabajo es que tanto psicópatas reclusos como no reclusos manifestarán menores amplitudes de la P3 en comparación con la muestra de sujetos no psicópatas durante su ejecución en tareas duales. En caso de que confirmemos nuestra hipótesis, los avances que se podrían hacer a partir de ellas pueden resultar más que satisfactorias sobre todo en cuanto al factor de prevención, detección, mejora de tratamientos y nuevas líneas de investigación. Determinar que existe un marcador neurobiológico para la psicopatía podría mejorar el conocimiento multifactorial de la psicopatía, facilitar la detección de aquellos casos subclínicos, mejorar los instrumentos de evaluación para mejores clivajes y evitar los posibles errores de evaluación.

## METODOLOGIA

Para la elaboración de este trabajo de revisión, previamente hemos tenido que realizar una búsqueda exhaustiva con respecto a la bibliografía presente respecto al tema a tratar. Esta búsqueda se ha realizado a través de la base de datos facilitados por la propia biblioteca de la Universitat Jaume I. Las bases de datos consultadas han sido: PsycArticles, PubMed, PubPsych, Psynet y Scopus. Las palabras claves introducidas en los buscadores fueron: P3 y *externalizing*; P3 y *Psychopathy*; P3, *externalizing* y *Psychopathy*; *externalizing* y *Psychopathy*; P3, P300 y ERP; P3, ERP y *Psychopathy*; *externalizing*, *Psychopathy* y ERP.

Seguidamente se observó la relación de citas, impacto y año de publicación. Al final partimos de 23 artículos tanto experimentales como teóricos, y un meta-análisis. Para la elaboración de la introducción se partió del artículo de revisión de Skeem et al. (2011) bastante completo con respecto al constructo de psicopatía. En cuanto al desarrollo del resto de apartados se tomó referencia de prácticamente todos los artículos. Para la elaboración de nuestro meta-análisis utilizaremos los siguientes artículos empíricos:

| Autor  | Artículo  | Revista                          | Año  |
|--|---|----------------------------------|------|
| <b>Brazil, et al.</b>                              | Differentiating psychopathy from general antisociality using the P3 as a psychophysiological correlate of attentional allocation          | PLoS ONE                         | 2012 |
| <b>Carlson, et al.</b>                             | Visual P3 amplitude and self-reported psychopathic personality traits: Frontal reduction is associated with self-centered impulsivity     | Psychophysiology                 | 2009 |
| <b>Gao, Y.,<br/>Raine, A., &amp;<br/>Schug, R.</b> | P3 event-related potentials and childhood maltreatment in successful and unsuccessful psychopaths   | Brain and Cognition              | 2011 |
| <b>Kiehl, et al.</b>                               | Reduced P300 responses in criminal psychopaths during a visual oddball task   | Society of Biological Psychiatry | 1999 |
| <b>Munro, et al.</b>                               | Response inhibition in Psychopathy: The frontal N2 and P3   | Neuroscience Letters             | 2007 |
| <b>Patrick, et al.</b>                             | P300 amplitude as an indicator of externalizing in adolescent males   | Psychophysiology                 | 2006 |
| <b>Venables &amp;<br/>Partrick</b>                 | Reconciling discrepant findings for P3 brain response in criminal Psychopathy through reference to the concept of externalizing proneness | Psychophysiology                 | 2014 |

|                         |   |                                |      |
|-------------------------|---|--------------------------------|------|
| <b>Venables, et al.</b> | Factors of Psychopathy and electrocortical response to emotional pictures: Further evidence for a Two-Process | Journal of Abnormal Psychology | 2015 |
|-------------------------|---|--------------------------------|------|

## RESULTADOS

Como mencionamos anteriormente, los primeros estudios del potencial evocado P3 en relación a la psicopatía mostraban resultados incongruentes centrándose en este marcador neurobiológico en áreas parietales. Estudios posteriores y más recientes se centraron en estudiar el posible vínculo de la respuesta en forma de P300, ante la presencia de estímulos novedosos en tareas oddball, con la psicopatía pero en áreas frontales. Estudios como los de Kiehl et al. (2006) reportaron reducciones de la amplitud P3a en una de las dos muestras de psicópatas que formaban parte del estudio, no obstante, no se encontraron diferencias significativas entre ambas muestras. Por otro lado, en un estudio de Gao et al. (2011), no se encontraron diferencias con respecto a la amplitud del potencial evocado P300 en relación al grupo control, grupo de psicópatas exitosos y no exitosos (reclusos o con antecedentes penales).

Si cambiamos las condiciones de la tarea, encontramos resultados igual de contradictorios. Estudios centrados en tareas Go/NoGo como el de Kiehl et al. (2000), encontraron una mayor reducción de las amplitudes de la P3 durante las condiciones NoGo en la muestra de psicópatas en comparación con el grupo control, mientras que en otro estudio siguiendo la misma condición experimental, se determinó que no había relación entre la P3 en condiciones NoGo y la psicopatía (Munro, et al., 2007).

Dadas tantas contradicciones entre los resultados y variedad de las condiciones experimentales, en este trabajo nos centraremos en realizar un pequeño metanálisis entre los trabajos empíricos indicados en la tabla del apartado de *Metodología*.

| <i>Autor</i>                 | <i>Muestra</i>  | <i>Instrumento de evaluación</i>   | <i>Tarea</i>  | <i>Resultados</i>   |
|------------------------------|---|--|---|---|
| <b>Brazil, et al. (2012)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Delincuentes psicópatas (DP) (N=20)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>PCL-R<sup>2</sup></li> <li>MINI</li> <li>SCID-III</li> <li>EEG</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Oddball<sup>3</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución P3a ante estímulos novedosos en DNP en comparación con los DP y el GC</li> </ul> |

<sup>2</sup> Los delincuentes que forman parte del estudio que obtuvieran puntuaciones iguales o superiores a 26 en el PCL-R se consideraban psicópatas y entraban a formar grupo de la muestra de psicópatas. Aquellos que obtuvieran menos de 26 puntos eran considerados no psicópatas y constituirían el grupo de no psicópatas.

<sup>3</sup> Tarea Oddball visual de 400 ensayos, distribuidos en 4 bloques centrados en la presentación de 3 tipos de estímulos: estímulo objetivo, standard y novedoso.

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Delincuentes no psicópatas (DNP) (N=23)</li> <li>Grupo control (GC) (N=16)<sup>1</sup></li> </ul>                             |   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>P3a intacta en DP en relación al GC</li> <li>Reducción amplitud de la P3b en DNP y DP en comparación con el GC</li> </ul>  |
| <b>Carlson, et al. (2009)</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hombres (N=36)</li> <li>Mujeres (N=60)<sup>4</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>PPI-R</li> <li>EEG</li> <li>EOG</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Rotated heads</i><sup>5</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Relación inversa de P3 e impulsividad</li> <li>Mayor reducción P3 en zonas frontal que en parietales</li> </ul>  |
| <b>Gao Y., Raine, A., &amp; Schug, R. (2011)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Psicópatas no exitosos (N=22)</li> <li>Psicópatas exitosos (N=23)</li> <li>Grupo control (N=30)</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>PCL-R</li> <li>EEG</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Oddball</i><sup>6</sup></li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Déficits en la P3a y P3b en grupo de psicópatas no exitosos en comparación al grupo control</li> <li>Mejor ejecución cognitiva en psicópatas exitosos reflejando mayores amplitudes P3 y latencias cortas</li> </ul> |
| <b>Kiehl, et al. (1999)</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Delincuentes psicópatas (DP)(Varones) (N=11)</li> <li>Delincuentes no psicópatas (DNP)(Varones) (N=10)<sup>7</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>PCL-R</li> <li>ERPs</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Oddball</i><sup>8</sup></li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menor amplitud P3 ante estímulos objetivo en psicópatas que en no psicópatas</li> </ul>  |

<sup>1</sup> Las medias de edad de las 3 muestras eran las siguientes: en la muestra de DP la media era de 40 años, en la de DNP de 37 años y en el GC de 37 años. La media de los niveles educativos de las 3 muestras eran entre secundarios y altos.

<sup>4</sup> Muestra extraída de la población universitaria con edades comprendidas entre los 17.99 y los 23.96 años.

<sup>5</sup> Creada para evaluar el potencial P3 (Begleiter et al., 1984), consiste en una tarea visual en la cual se presentan una serie de estímulos objetivos y no objetivos o distractores. En este estudio se utilizaron 160 estímulos distractores y 80 estímulos objetivo.

<sup>6</sup> Series de tonos de alta y baja intensidad. 35 estímulos objetivo representados como tonos bajos (500 Hz), 280 estímulos distractores presentados como tonos altos (1000 Hz) y 35 estímulos novedosos (sonido de una campanilla, un honk o el sonido de un pájaro).

<sup>7</sup> Edades comprendidas entre 18-55 años. Diagnóstico de psicopatía ante puntuaciones en el PCL-R iguales o superiores a 29, puntuaciones de 27 o menos son definidos como no psicópatas.

<sup>8</sup> 200 ensayos de estímulos objetivo y no objetivo, agrupados en 2 bloques de 100 ensayos.

|                                       |  |  |   |   |
|---------------------------------------|--|--|---|---|
| <b>Munro, et al. (2007)</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Delincentes violentos (DV)(Varones) (N=15)</li> <li>Grupo control (GC)(Varones) (N=15)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>PCL-R<sup>9</sup></li> <li>EEG</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Go/No-Go<sup>10</sup></li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menores amplitudes P3 en grupo de DV que en GC</li> </ul>  |
| <b>Patrick, et al. (2006)</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>969 varones adolescentes<sup>11</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Substance Abuse Module (SAM)</li> <li>Análisis de los principales componentes (PCA)<sup>12</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Oddball<sup>13</sup></li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Relación de la P3 con los trastornos del espectro externalizanteven</li> </ul>                             |
| <b>Venables &amp; Partrick (2014)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Delincentes (varones) (N=154)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>PCL-R</li> <li>EEG</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Rotated heads</i><sup>14</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la amplitud P3a en los criminales psicópatas relacionada con el factor 2 del PCL-R</li> </ul> |
| <b>Venables, et al. (2015)</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Delincentes (Varones) (N=139)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>PCL-R</li> <li>EEG</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>IAPS<sup>15</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Relación de elevadas puntuaciones en el factor 2 del PCL-R con menores amplitudes P3</li> </ul>            |

Una vez expuesto las características de cada uno de los artículos empíricos a revisar, expondremos los resultados reportados por cada uno de los autores. Estos resultados los presentaremos en los siguientes apartados según refieran a la respuesta conductual o al potencial evocado P3 (amplitud y latencia).

<sup>9</sup> Criterio de psicopatía para las puntuaciones del PCL-R: iguales a superiores a 25 puntos.

<sup>10</sup> Condición Go y No-Go: 550 ensayos en 2 bloques de 200 y 1 bloque de 150.

<sup>11</sup> Muestra de gemelos varones extraídos del Minnesota Twin Family Study (MTFS). Edades de la muestra alrededor de los 17 años.

<sup>12</sup> A partir de este instrumento de evaluación, se extraen las puntuaciones del factor externalizante de los trastornos.

<sup>13</sup> Tarea Oddball de 240 ensayos, clasificados de alta o baja discriminación según la localización del estímulo: 40 estímulos objetivo fáciles, 40 estímulos objetivo difíciles, y 160 estímulos distractores.

<sup>14</sup> Tarea oddball de tres estímulos: estímulo objetivo, distractor y estímulo novedoso.

<sup>15</sup> Sistema de imágenes afectivas (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). En este estudio los participantes visionaron 90 imágenes: 30 placenteras, 30 neutras y 30 desagradables.

## 1. Resultados conductuales ante los estímulos de la tarea.

Se encontró un efecto del grupo en los tiempos de reacción [ $F(2,56) = 7.32, p=.001$ ; Brazil et al., 2012], es decir, dependiendo del grupo al que pertenecía el participante, los tiempos de reacción variaban: el grupo control mostraba tiempos de reacción más cortos (399 msec; todas  $p's < .01$ ), seguido del grupo de los reclusos psicópatas (470 msec) y el grupo de los reclusos no psicópatas (479 msec). Ambos grupos de presos no se diferenciaban significativamente entre ellos ( $p=.902$ ). No se encontraron diferencias significativas a nivel conductual entre los grupos (Kiehl et al., 1999), no obstante, el grupo de psicópatas mostraba mayores tiempos de reacción al igual que mayores porcentajes de aciertos y de errores de comisión a diferencia del grupo de no psicópatas.

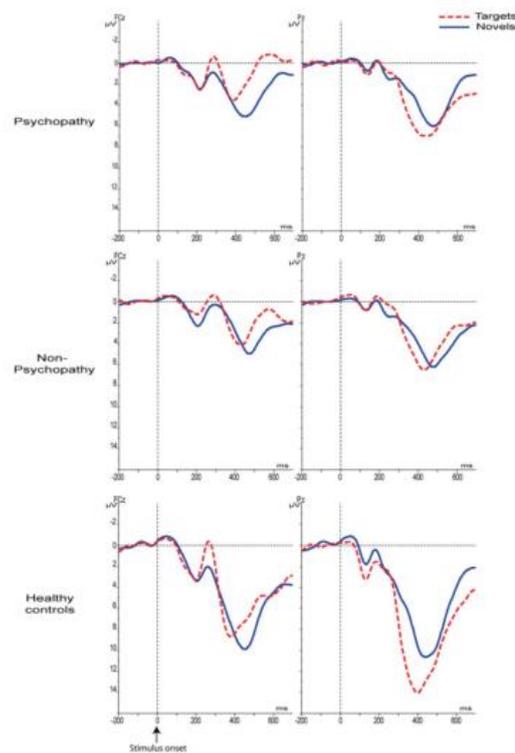
En un estudio de Munro et al. (2007), se reportó un efecto en los tipos de ensayo  $F(1,22)=83.62, p<.001$ , como que los participantes hacían más errores de comisión en los ensayos NoGo que errores de omisión en los ensayos Go. Del mismo modo, también encontraron un efecto significativo del grupo,  $F(1,22)= 6.45, p=.019$ , el grupo de delincuentes cometían más errores a través de los tipos de ensayos que los controles. La muestra de delincuentes registraban mayores errores de comisión en los ensayos NoGo que los controles, no obstante, en los ensayos Go se cometían la misma cantidad de errores de omisión. Los elevados niveles en los errores de comisión no se relacionaron con las puntuaciones del PCL-R en el grupo de delincuentes,  $r=-.46, p=.13$ , sugiriendo que este efecto no sería específico para la psicopatía. En cuanto a los tiempos de respuesta, se encontró un efecto de grupo,  $F(1,22)=6.23, p=.02$ , así pues, la muestra de delincuentes respondía más lentamente que los controles.

En un estudio sobre el componente externalizante y el potencial evocado P3 en varones adolescentes de Patrick et al. (2006), se encontraron elevadas respuestas ante estímulos objetivo y fueron extremadamente bajas ante estímulos considerados distractores. Las latencias de las respuestas fueron más rápidas ante estímulos catalogados como fáciles que para los difíciles. Por otro lado, no se encontraron efectos significativos de las puntuaciones externalizantes para cada condición experimental, incluso, las correlaciones halladas entre las puntuaciones externalizantes y los errores cometidos en los ensayos son insignificantes ( $r=.061$ ).

## 2. Resultados de las amplitudes y latencias de la P3 ante los estímulos de la tarea.

Los datos analizados de los ERP del estudio de Brazil et al. (2012), demostraron un importante efecto en la localización [ $F(1,56)=15.6, p<.001$ ], indicando mayores

amplitudes de la P3 en zonas parietales que en áreas frontales. Sin embargo, no se detectó un efecto significativo de los tipos de estímulo usados en las tareas [ $F(1,56) = .422, p=.519$ ]. No obstante, los autores encontraron una correlación significativa entre la localización y el tipo de estímulos utilizados en la tarea, en la respuesta de la P3, indicando que ante un estímulo novedoso se esperaría mayores amplitudes de la P3 en áreas frontales, a diferencia de los estímulos objetivo que producirían mayores amplitudes P3 en áreas parietales. Otro efecto detectado en los datos fue el factor grupo, se reportaron menores amplitudes P3 en los grupos de reclusos [ $F(2,56) = 11.1, p<001$ ] (ver figura 7). Aunque se encontraron importantes correlaciones para la interacción de la localización, tipo de estímulo y grupo experimental [ $F(2,56) = 9.79, p<001$ ]. Un dato curioso de este estudio es que no se encontraron correlaciones significativas entre la localización de la respuesta P3 con el tipo de estímulo presentado en el grupo de reclusos no psicópatas [ $F(1,22) = 1.31, p=.265$ ], indicando que el grupo de los no psicópatas no diferenciaban entre estímulos novedosos y objetivo en zonas frontales o parietales.



**Figura 7.** Ondas de la P3 en zonas frontales y parietales ante estímulos objetivo o novedosos (Carlson et al., 2009)

En el estudio de Carlson et al. (2009), sobre la posible relación entre los rasgos de impulsividad y el potencial evocado P300 según el género de los participantes, se encontró que el grupo de mujeres mostraba significativamente mayores amplitudes P3

en área C4<sup>16</sup>, los varones presentaban mayores amplitudes P3 (pero de menor intensidad en comparación con las mujeres) en el área F4<sup>17</sup>. Del mismo modo, se determinó que el componente de impulsividad del PPI correlacionaba inversamente con la amplitud P3 para las tres zonas frontales del cuero cabelludo<sup>18</sup> (ver tabla 5). No obstante, el componente de impulsividad no correlacionaba significativamente con el tiempo de reacción. Tras el análisis de regresión lineal jerárquico se determinó que un decremento de la P3 implicaba un incremento en impulsividad y un incremento en P3 conlleva un incremento del componente de dominancia de miedo del PPI.

| Measure                   | All participants<br>(n = 96) |        | Male<br>(n = 36) |             | Female<br>(n = 60) |             | Male vs. female<br>difference |             | Zero-order correlation (partial correlation) |   |
|---------------------------|------------------------------|--------|------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------------------|-------------|--|---|
|                           | Mean                         | SD     | Mean             | SD          | Mean               | SD          | t                             | p           | Fearless dominance—<br>sex-corrected         | Self-Centered Impulsivity—<br>sex-corrected |
| <b>P3 amplitude (µV)</b>  |                              |        |                  |             |                    |             |                               |             |  |   |
| F3                        | 11.46                        | 6.10   | 10.63            | 5.59        | 11.96              | 6.38        | 1.03                          | .304        | .026 <sup>a</sup> (.058 <sup>b</sup> )       | -.259 <sup>ab</sup> (-.264 <sup>ab</sup> )  |
| Fz                        | 11.78                        | 6.95   | 10.65            | 6.18        | 12.45              | 7.35        | 1.24                          | .220        | .063 (.088 <sup>b</sup> )                    | -.201* (-.210 <sup>ab</sup> )               |
| F4                        | 12.48                        | 6.36   | 11.02            | 5.59        | 13.36              | 6.67        | 1.77                          | .081        | .079 <sup>a</sup> (.106 <sup>b</sup> )       | -.210 <sup>ab</sup> (-.222 <sup>ab</sup> )  |
| C3                        | 15.20                        | 6.51   | 14.09            | 5.20        | 15.86              | 7.15        | 1.29                          | .199        | .082 (.099)                                  | -.131 (-.142)                               |
| Cz                        | 18.34                        | 7.66   | 17.21            | 6.43        | 19.01              | 8.29        | 1.12                          | .267        | .125 (.142)                                  | -.125 (-.141)                               |
| C4                        | 16.93                        | 6.59   | <b>15.07</b>     | <b>5.36</b> | <b>18.04</b>       | <b>7.04</b> | <b>2.17</b>                   | <b>.032</b> | .150 <sup>a</sup> (.169 <sup>b</sup> )       | -.136 <sup>a</sup> (-.156 <sup>b</sup> )    |
| P3                        | 17.45                        | 6.74   | 16.16            | 4.87        | 18.22              | 7.58        | 1.46                          | .148        | .075 (.068)                                  | .067 (.059)                                 |
| Pz                        | 22.15                        | 7.43   | 20.62            | 6.09        | 23.07              | 8.04        | 1.57                          | .119        | .077 (.074)                                  | .033 (.024)                                 |
| P4                        | 18.72                        | 6.92   | 17.27            | 5.07        | 19.59              | 7.74        | 1.60                          | .113        | .066 (.066)                                  | .005 (-.002)                                |
| <b>P3 Latency (ms)</b>    |                              |        |                  |             |                    |             |                               |             |  |   |
| F3                        | 398.27                       | 38.49  | 390.44           | 26.85       | 402.97             | 43.56       | 1.56                          | .123        | -.096 (-.105)                                | .065 (.077)                                 |
| Fz                        | 395.58                       | 36.69  | 389.50           | 26.86       | 399.23             | 41.28       | 1.26                          | .210        | -.105 (-.108)                                | .020 (.032)                                 |
| F4                        | 394.94                       | 34.79  | 389.11           | 26.47       | 398.43             | 38.73       | 1.28                          | .205        | -.108 (-.109)                                | -.001 (.012)                                |
| C3                        | 409.44                       | 44.86  | 403.17           | 41.39       | 413.20             | 46.76       | 1.06                          | .291        | -.031 (-.033)                                | .023 (.027)                                 |
| Cz                        | 407.08                       | 44.75  | 401.17           | 42.03       | 410.63             | 46.29       | 1.00                          | .318        | -.039 (-.041)                                | .013 (.018)                                 |
| C4                        | 404.17                       | 39.81  | 400.33           | 38.14       | 406.47             | 40.92       | 0.73                          | .468        | .001 (.000)                                  | .012 (.012)                                 |
| P3                        | 412.06                       | 45.70  | 404.67           | 38.35       | 416.50             | 49.37       | 1.23                          | .221        | -.019 (-.021)                                | .014 (.016)                                 |
| Pz                        | 410.58                       | 42.81  | 405.83           | 40.43       | 413.43             | 44.26       | 0.84                          | .403        | .032 (.032)                                  | -.003 (-.007)                               |
| P4                        | 407.77                       | 37.28  | 403.89           | 31.97       | 410.10             | 40.21       | 0.79                          | .432        | -.069 (-.071)                                | .010 (.019)                                 |
| Target reaction time (ms) | 742.50                       | 137.81 | 724.82           | 131.23      | 753.11             | 141.62      | 0.97                          | .333        | -.261** (-.260*)                             | -.029 (.001)                                |

Note: Reaction time and P3 are reported from trials with correct behavioral responses to target stimuli. Tests of sex differences have 95 *df*. Partial correlations for Fearless Dominance are controlling for Self-Centered Impulsivity. Partial correlations for Self-Centered Impulsivity are controlling for Fearless Dominance. Significant differences are in bold text. Differences between correlations involving Fearless Dominance and Self-Centered Impulsivity were evaluated with Steiger's (1980) *t* test for differences between dependent correlations.

<sup>a</sup>: significant difference ( $p > .05$ ) between the zero-order correlation for Fearless Dominance and Self-Centered Impulsivity.

<sup>b</sup>: significant difference ( $p > .05$ ) between the partial correlation for Fearless Dominance and Self-Centered Impulsivity.

\* $p \leq .05$ .

\*\* $p \leq .01$ .

**Tabla 5.** Desviaciones standard de la amplitud y latencia de la P3, tiempos de reacción y las correlaciones entre los factores del PPI y los estímulos de la tarea rotated heads, según el sexo de los participantes (Carlson et al., 2009)

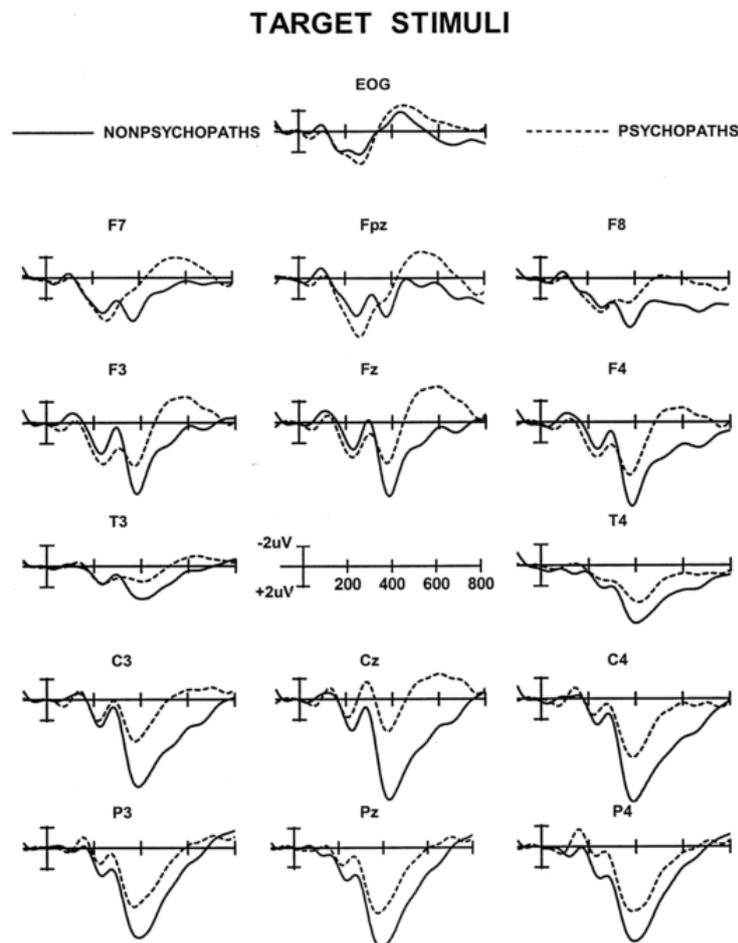
En el estudio de Kiehl et al. (1999), y tras analizar los datos registrados de las zonas laterales del cuero cabelludo, se encontró un efecto de grupo [ $F(1,19)=5.75, p<.03$ ] y un efecto en la interacción grupo  $\times$  condición [ $F(1,19)=4.82, p<.05$ ]. Estos resultados indican que había mayores amplitudes P3 para los estímulos objetivo en el grupo de no psicópatas que para los psicópatas, y mayores amplitudes P3 para los estímulos objetivo que para los no objetivo en el grupo de los no psicópatas, del mismo modo, no se encontraron diferencias en cuanto a los potenciales evocados ante estímulos

<sup>16</sup> Zona central del cuero cabelludo del hemisferio derecho.

<sup>17</sup> Zona frontal del cuero cabelludo correspondiente al hemisferio derecho.

<sup>18</sup> F3, Fz y F4. Ambas zonas situadas en el area frontal del cuero cabelludo, la F3 se sitúa en el hemisferio izquierdo, el Fz en la zona fronto-medial y la F4 en el hemisferio derecho.

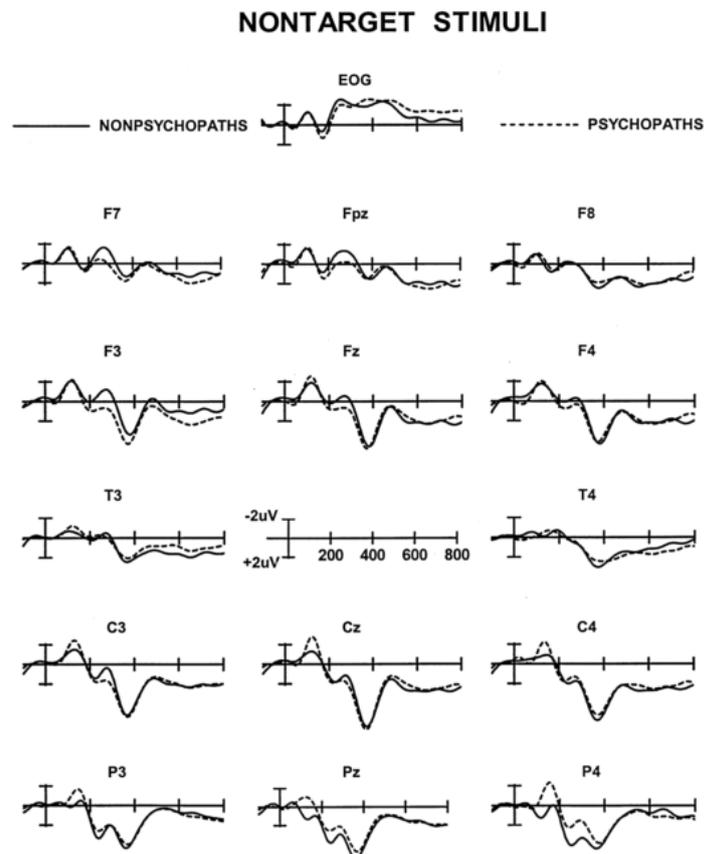
distractores tanto en el grupo de psicópatas como en los no psicópatas (ver figura 8 y 9).



**Figura 8.** Comparación de las ondas de los ERPs ante estímulos objetivo para psicópatas como para no psicópatas. EOG, electro-oculograma (Kiehl et al., 1999)

Los autores reportaron interacciones significativas entre grupo e interacción del hemisferio, indicando una mayor lateralización de la amplitud P3 en el hemisferio derecho en el grupo de no psicópatas que en el de psicópatas. En cuanto a las zonas mediales, reportaron interacciones significativas entre el grupo y la condición experimental [ $F(1,19)=5.66$ ,  $p<.03$ ], entre el grupo  $\times$  lugar de interacción [ $F(3,57)=4.76$ ,  $p<.006$ ], y entre grupo  $\times$  condición experimental  $\times$  lugar de interacción [ $F(3,57)=5.55$ ,  $p<.002$ ]. Estas correlaciones indican lo mismo que lo encontrado en las zonas laterales del cuero cabelludo, es decir, mayores amplitudes P3 ante estímulos objetivo en el grupo de no psicópatas en comparación con los psicópatas, y mayores amplitudes P3 en áreas centrales y posteriores que diferencian entre estímulos objetivo y no objetivo en el grupo de no psicópatas. No se identificaron diferencias en la P3 entre las condiciones experimentales en zonas frontales en el grupo de no psicópatas. Se encontró una

tendencia en el grupo de los psicópatas de mostrar amplitudes P3 ligeramente mayores ante estímulos objetivo que ante estímulos no objetivo en áreas anteriores (Fpz<sup>19</sup>).



**Figura 9.** Comparación de las ondas de los ERPs ante estímulos no objetivo para psicópatas y no psicópatas. EOG, electro-oculograma (Kiehl et al., 1999)

Los autores determinaron que existían correlaciones entre las puntuaciones del PCL-R y los picos de amplitud de la P3 ante estímulos objetivo (ver tabla 6). Se encontraron correlaciones negativas significativas en zonas centrales y parietales, indicando menores amplitudes P3 ante estímulos objetivo, característico de los psicópatas (ver tabla 7).

En un estudio de Munro et al. (2007), se registraron mayores amplitudes P3 en condiciones NoGo en comparación con los ensayos Go, siendo más largas en el FCz que en otras áreas [ $F(1,26)=44.07$ ,  $p<.001$ ]. No se encontró un efecto significativo del grupo, pero sí un efecto considerable entre la interacción grupo y lugar del cuero cabelludo [ $F(1,26)=4.73$ ,  $p=.023$ ], la muestra de delincuentes mostraban menores amplitudes P3 en áreas frontales en comparación con los controles.

<sup>19</sup> Zona dorsal fronto-medial del cuero cabelludo.

| PCL-R               | F7  | Fpz | F8  | F3  | Fz  | F4  | C3  | Cz   | C4   | P3  | Pz   | P4   | T3  | T4  |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|
| P300 peak amplitude |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |     |     |
| Target stimuli      |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |     |     |
| Psychopaths         | 5.0 | 6.5 | 4.3 | 5.8 | 5.3 | 6.0 | 4.9 | 4.1  | 6.3  | 6.2 | 7.4  | 7.0  | 2.8 | 4.0 |
| Nonpsychopaths      | 5.8 | 5.6 | 5.9 | 7.6 | 7.9 | 9.0 | 9.3 | 10.7 | 11.0 | 9.4 | 11.1 | 10.0 | 4.0 | 6.6 |
| Nontarget stimuli   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |     |     |
| Psychopaths         | 2.5 | 3.4 | 3.0 | 4.7 | 5.2 | 4.6 | 5.5 | 6.9  | 5.6  | 4.3 | 5.2  | 4.3  | 2.5 | 3.2 |
| Nonpsychopaths      | 1.7 | 2.7 | 3.1 | 3.7 | 4.9 | 4.6 | 5.5 | 6.7  | 6.1  | 5.0 | 6.3  | 5.3  | 2.8 | 3.4 |

**Tabla 6.** Correlaciones de la amplitud P3 ante estímulos objetivos y distractores en diferentes áreas del cuero cabelludo (Kiehl et al., 1999)

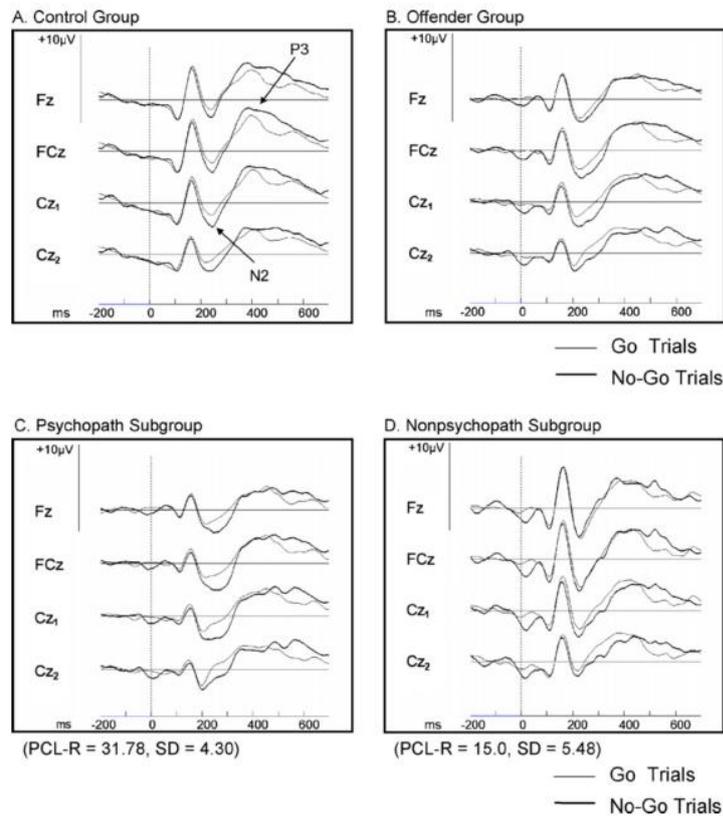
Las latencias de la P3 fueron más cortas en los ensayos Go que en los NoGo pero fueron ligeramente más largas en las áreas más frontales, en la muestra de delincuentes. No se encontraron relaciones entre las medidas del PCL-R y las medidas electrofisiológicas, sugiriendo que elevados niveles de psicopatía, no implican una inhibición de la P3 en ensayos NoGo (ver figura 10). Topográficamente, las diferencias en las ondas de la P3 asociada a los ensayos NoGo relativo al ensayo Go, son prácticamente similares entre los grupos (ver figura 11).

| Demographic information for the three groups. |                                   |                                 |                   | Means (standard deviations) for P3 measures and maltreatment data by group. |                                   |                                 |                   |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Demographic variable                          | Unsuccessful psychopaths (n = 22) | Successful psychopaths (n = 23) | Controls (n = 30) | Measure   | Unsuccessful psychopaths (n = 22) | Successful psychopaths (n = 23) | Controls (n = 30) |
| <i>Ethnicity</i>                              |                                   |                                 |                   | <i>Fz: P3 amplitude</i>   |                                   |                                 |                   |
| Caucasian                                     | 2                                 | 5                               | 11                | Nontarget   | 2.45 (1.99)                       | 3.12 (2.32)                     | 2.06 (2.15)       |
| Asian   | 1                                 | 2                               | 0                 | Novel   | 7.39 (6.33)                       | 9.61 (6.62)                     | 9.25 (6.63)       |
| Latino  | 3                                 | 4                               | 8                 | <i>Fz: P3 latency</i>   |                                   |                                 |                   |
| African-American                              | 14                                | 12                              | 9                 | Nontarget   | 0.26 (0.09)                       | 0.24 (0.07)                     | 0.30 (0.12)       |
| Other   | 2                                 | 0                               | 2                 | Novel   | 0.31 (0.06)                       | 0.31 (0.04)                     | 0.29 (0.05)       |
| Age (years) <sup>*</sup>                      | 38.77 (9.86)                      | 31.96 (6.94)                    | 34.97 (7.88)      | <i>Pz: P3 amplitude</i>   |                                   |                                 |                   |
| Education level (years) <sup>*</sup>          | 12.55 (1.22)                      | 13.83 (1.95)                    | 15.10 (2.16)      | Nontarget   | 2.04 (1.29)                       | 3.29 (1.91)                     | 2.30 (1.33)       |
| <i>Marital status</i>                         |                                   |                                 |                   | Target  | 8.70 (5.45)                       | 11.94 (5.58)                    | 12.20 (5.36)      |
| Never married                                 | 17                                | 21                              | 23                | <i>Pz: P3 latency</i>   |                                   |                                 |                   |
| Married at least once                         | 4                                 | 2                               | 7                 | Nontarget   | 0.29 (0.09)                       | 0.25 (0.05)                     | 0.28 (0.09)       |
| IQ  | 97.14 (13.92)                     | 98.43 (12.38)                   | 101.00 (18.34)    | Target  | 0.36 (0.08)                       | 0.36 (0.05)                     | 0.35 (0.05)       |
| <i>History of alcohol use</i>                 |                                   |                                 |                   | <i>Childhood maltreatment</i>   |                                   |                                 |                   |
| Yes   | 7                                 | 10                              | 9                 | Present   | 8                                 | 6                               | 4                 |
| No  | 12                                | 13                              | 21                | Absent  | 12                                | 16                              | 25                |

Note. Standard deviations are in parentheses.  
\*  $p < .05$ .

**Tabla 7.** Información demográfica de la muestra experimental junto con las desviaciones estándar de la P3 y antecedentes de maltrato infantil previos (Gao et al., 2011).

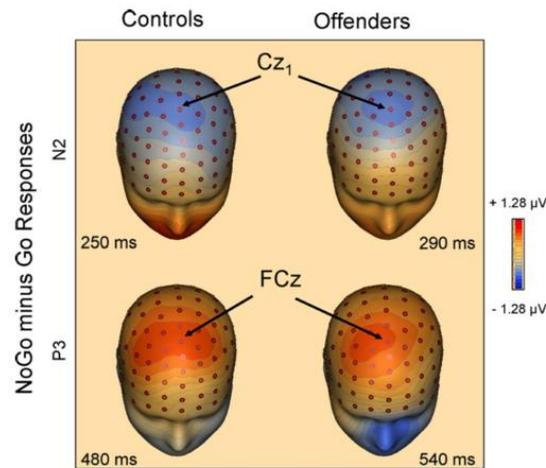
Los autores concluyen que aquellos participantes del estudio que obtenían mayores puntuaciones en el PCL-R, producían una inhibición de la P3 en condiciones NoGo, y aunque la muestra de delincuentes hiciera más errores de comisión en los ensayos NoGo, no correlacionaba con los niveles de psicopatía. Del mismo modo, los tiempos de reacción tampoco se relacionaban con la psicopatía. Las menores amplitudes P3 en zonas frontales no se asocian con la condición ni correlaciona con la psicopatía.



**Figura 10.** Ondas de ERPs en respuesta a los ensayos Go y NoGo en el área frontocentral, registros de muestras control, delincuentes y subgrupo de delincuentes (Munro et al., 2007)

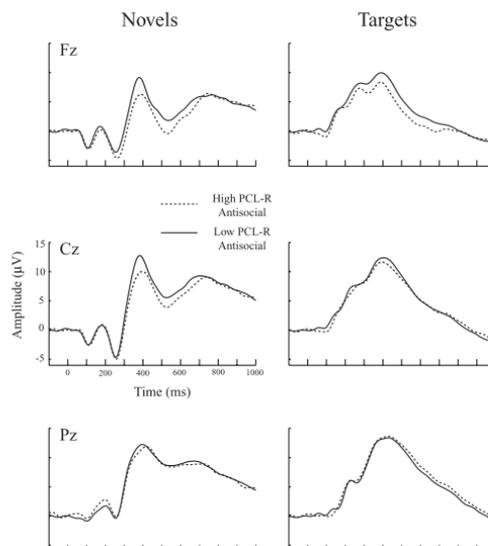
En otro estudio (Venables & Patrick, 2014), se reportó una interacción significativa entre el factor 2 del PCL-R y los bloques de ensayos [ $F(1,151)=8.26$ ,  $p=.005$ ], reflejando una relación negativa y significativa entre el factor 2 y la amplitud P3 durante la segunda mitad de la tarea. Del mismo modo, se encontró una interacción significativa entre las puntuaciones en el factor 2 y la actividad frontal, indicando una correlación negativa significativa entre el factor 2 y la amplitud P3 en áreas frontales. Los análisis de las puntuaciones del dominio antisocial del factor 2 del PCL-R, revelaron una tendencia de esta faceta en predecir una amplitud P3. Del mismo modo, la interacción entre la faceta antisocial y la frontalidad de la actividad, reflejaban una reducción de la amplitud P3 significativa en áreas frontales y relacionada con altas puntuaciones en la faceta antisocial (ver figura 12).

En cuanto a la faceta de impulsividad e irresponsabilidad del PCL-R, se encontraron interacciones significativas entre la faceta impulsividad-irresponsabilidad y los bloques de ensayos ante estímulos novedosos [ $F(1,151)=11.92$ ,  $p<.001$ ]. Así pues, se encontraron que los participantes con altas puntuaciones en impulsividad e irresponsabilidad mostraban menores amplificaciones P3 como respuesta a los estímulos novedosos, en comparación con aquellos sujetos con bajas puntuaciones en impulsividad e irresponsabilidad (ver figura 13).



**Figura 11.** Mapa topográfico que indica mayores amplitudes P3 ante condiciones NoGo relativo a los ensayos Go en el grupo control y la de delincentes. Diferencias en la latencia de respuesta de los ERPs entre grupos pero la topografía es similar (Munro et al., 2007)

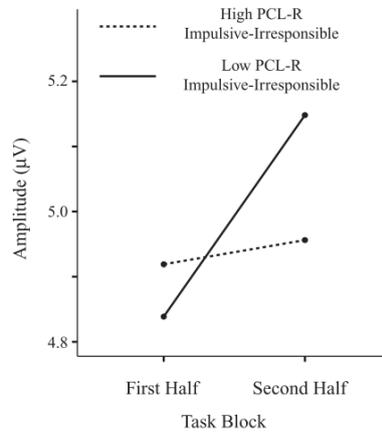
En 2015, Venables, et al. reportaron correlaciones negativas significativas entre la amplitud P3 y las puntuaciones en impulsividad del PCL-R,  $r=-.22$ ,  $p=.009$  (ver figura 14), en comparación con la asociación con las puntuaciones en la faceta de impulsividad-irresponsabilidad,  $r=-.13$ ,  $p>.12$ .



**Figura 12.** Registros de las ondas del ERP ante estímulos novedosos y objetivos, localizados en zonas Fz, Cz, y Pz, según las puntuaciones de los participantes en el PCL-R (Venables & Patrick, 2014)

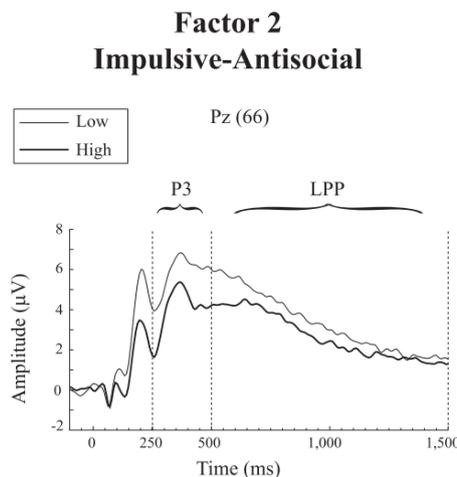
En el estudio de Patrick et al. (2006), se encontraron efectos significativos entre las puntuaciones de externalidad y la dificultad de las condiciones experimentales. Elevada externalidad se asoció significativamente con menores amplitudes P3, del mismo modo, estímulos considerados difíciles evocaban menores amplitudes P3 en comparación con las condiciones experimentales fáciles. No obstante, la interacción entre externalización y la dificultad de las condiciones no fueron significativas. En cuanto al análisis de los datos en relación de la P3 como indicador de la vulnerabilidad externalizante, se

encontraron correlaciones negativas ( $r=-.25$ ) entre el potencial evocado y los trastornos del espectro externalizante (dependencia al alcohol, .81; drogodependencia, .77; dependencia a la nicotina, .78; trastorno de la conducta, .66; y conducta antisocial, .85).



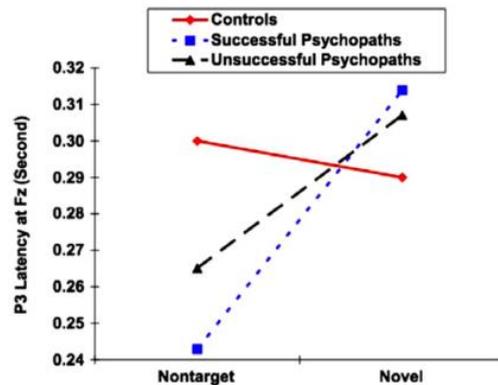
**Figura 13.** Amplitud P3 elicitada durante la primera y segunda parte de la tarea. Representación de ambos grupos según las puntuaciones en el PCL-R (Venables et al., 2015)

En el estudio de Gao et al. (2011), se encontraron efectos significativos entre las diferentes condiciones experimentales y la amplitud P3a  $F(1,72)=91.46$ ,  $p<.001$ , es decir, ante estímulos novedosos se elicitan mayores amplitudes P3a a diferencia de los ensayos con estímulos distractores. En cuanto a la latencia del potencial evocado P3a, se encontró un efecto significativo con respecto a las condiciones experimentales, ante estímulos novedosos se elicitan largas latencias de la P3a en comparación ante estímulos distractores. Se detectó un efecto significativo entre condiciones experimentales y grupo experimental.



**Figura 14.** Registro de ondas del P3 ante los diferentes estímulos, y relación con las puntuaciones de los participantes en el PCL-R (Venables et al., 2015)

El grupo control mostraba latencias P3 más cortas ante estímulos novedosos que ante estímulos distractores (ver figura 15), en cambio, el grupo de psicópatas exitosos mostraron latencias P3 significativamente más largas ante estímulos novedosos que ante estímulos distractores. En el grupo de psicópatas no exitosos se encontró una tendencia a mostrar mayores latencias P3 ante estímulos novedosos que ante estímulos distractores.



**Figura 15.** Latencia de la P3 ante estímulos distractores y novedosos en grupo control, psicópatas exitosos y sin éxito (Gao et al., 2011)

En cuanto a las amplitudes de P3b se encontraron efectos significativos con respecto a las diferentes condiciones experimentales ( $F(1,72)= 203.68$ ,  $p<.001$ ), identificando mayores amplitudes P3b ante estímulos objetivo que ante estímulos considerados distractores. El factor grupo también influyó significativamente en la determinación de la amplitud P3b. Las amplitudes P3b tendían a ser más pequeñas en el grupo de psicópatas no exitosos en comparación con el grupo de psicópatas exitosos y controles, mientras que el grupo de psicópatas exitosos y el grupo control no difieren entre ellos. En cuanto a la interacción grupo y condición experimental, se encontró que los psicópatas exitosos mostraban mayores amplitudes P3b ante estímulos distractores, pero no para los estímulos objetivo. Por el contrario, el grupo de psicópatas no exitosos mostraron menores amplitudes P3b ante estímulos objetivo en contraste con el grupo control que mostró menores amplitudes P3b estímulos distractores (ver figura 16).

Con respecto a las latencias de la P3b, se encontró que la condición experimental tenía un efecto significativo en el potencial evocado ( $F(1,72)=54.45$ ,  $p<.001$ ), es decir, mayores latencias P3b ante estímulos objetivo que ante estímulos distractores.

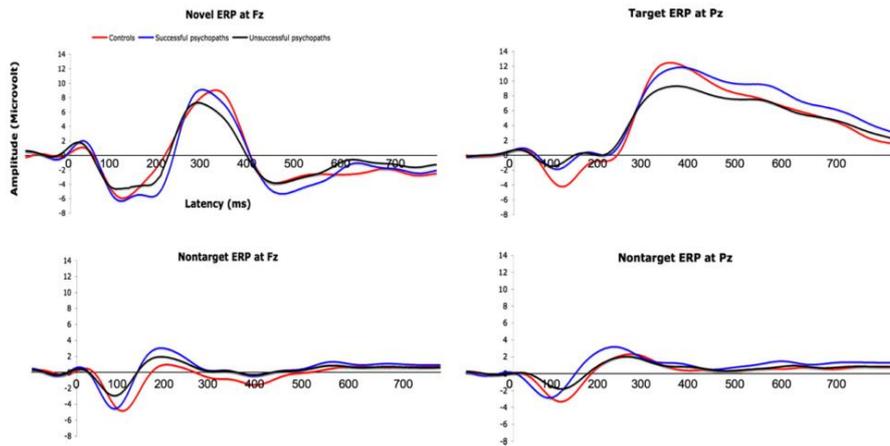


Figura 16. Longitudes de onda P3a y P3b de los tres grupos experimentales, ante los diferentes ensayos clínicos: estímulo novedoso, distractor, y objetivo (Gao et al., 2011)

## DISCUSIÓN

El objetivo principal de nuestro metanálisis es comprobar si el potencial evocado P3 es un indicador endofenotípico del componente externalizante de la psicopatía, al igual que verificar si el potencial evocado en cuestión es una característica de vulnerabilidad en cuanto al desarrollo de trastornos del espectro externalizante. Para ello sintetizaremos las características de los diferentes estudios junto con sus resultados para posteriormente compararlos con los resultados obtenidos en el metanálisis de Gao et al. (2009).

| Estudio                | Edad <sup>20</sup> | Medición de psicopatía | Grupo experimental                  | Tarea         | Modalidad | N <sub>e</sub> <sup>21</sup> | N <sub>c</sub> <sup>22</sup> | P3                   |
|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Brazil, et al. (2012)  | 38                 | PCL-R                  | Reclusos psicópatas y no psicópatas | Oddball       | Visual    | 43                           | 16                           | Amplitud             |
| Carlson, et al. (2009) | 20.38              | PPI-R                  | Universitarios <sup>23</sup>        | Rotated heads | Visual    | 96                           | 96                           | Amplitud             |
| Gao Y., Raine, A.,     | 35.23              | PCL-R                  | Psicópatas                          | Oddball       | Auditivo  | 45                           | 30                           | Amplitud<br>Latencia |

<sup>20</sup> Media de edad de la muestra experimental de cada estudio.

<sup>21</sup> Número de participantes de los grupos experimentales por cada estudio.

<sup>22</sup> Número de participantes de cada grupo control por cada estudio.

<sup>23</sup> En este estudio no había grupo control, toda la muestra era experimental y consistía en encontrar diferencias de respuesta con respecto a la P3 según el sexo de los participantes junto con su posible relación con el componente externalizante del PPI.

|                                       |       |            |                         |                  |                    |     |     |                      |
|---------------------------------------|-------|------------|-------------------------|------------------|--------------------|-----|-----|----------------------|
| <b>&amp; Schug, R. (2011)</b>         |       |            |                         |                  |                    |     |     |                      |
| <b>Kiehl, et al. (1999)</b>           | 30    | PCL-R      | Reclusos                | Oddball          | Visual             | 11  | 10  | Amplitud             |
| <b>Munro, et al. (2007)</b>           | 46.25 | PCL-R      | Reclusos                | Go/NoGo          | Visual             | 15  | 15  | Amplitud<br>Latencia |
| <b>Patrick, et al. (2006)</b>         | 17.66 | PCA<br>SAM | Adolescentes<br>gemelos | Oddball          | Visual             | 969 | 969 | Amplitud             |
| <b>Venables &amp; Partrick (2014)</b> | 32.1  | PCL-R      | Reclusos                | Rotated<br>heads | Visual             | 154 | 154 | Amplitud             |
| <b>Venables, et al. (2015)</b>        | 29.6  | PCL-R      | Reclusos                | IAPS             | Visual<br>Auditivo | 139 | 139 | Amplitud             |

De los ocho artículos analizados en este estudio: seis de ellos utilizan el PCL como instrumento de evaluación del constructo de psicopatía, y un único artículo usa el PPI como herramienta de evaluación. Sólo dos estudios utilizan muestras menores de 25 años de media, el resto de estudios se basan en sujetos entre 29.6 y 46.25 años de media. Con respecto a la población (N=1528), cinco artículos se basan en el estudio de reclusos, un estudio se centra en muestra de psicópatas, otro en universitarios y otro en gemelos adolescentes. Todos los estudios, menos uno (Carlson et al., 2009), se centran exclusivamente en varones. Entre los ocho artículos, hay un estudio longitudinal (Patrick et al., 2006). En cuanto al tamaño de las muestras, el estudio de Kiehl et al. (1999) es el que presenta menor muestra, por el contrario, el de mayor tamaño es el de Patrick et al. (2006). Las diferencias de tamaño entre los grupo experimentales y controles suelen ser en algunos casos bastante desigual, llegando incluso en algunos casos a utilizar la misma muestra como control y experimental.

Con respecto a las tareas experimentales, cuatro de los ocho estudios utilizan la tarea Oddball, de los cuales, preferentemente de modalidad visual. En cuanto al estudio del potencial evocado P3, seis se centran exclusivamente en el análisis de la amplitud P3 en respuesta a las tareas experimentales, solamente dos estudios se centran tanto en la amplitud como en la latencia del potencial evocado.

En cuanto a los resultados encontrados, prácticamente todos los estudios menos uno (Munro et al., 2007), respaldan la hipótesis de que se esperan menores amplitudes P3 en muestras de psicópatas en comparación con los grupos control, en concreto, menores amplitudes P3a ante estímulos novedosos y menores amplitudes P3b ante estímulos objetivo. Incluso, en el estudio de Gao et al. (2011) se encuentran diferencias de respuesta del potencial evocado a nivel parietal entre psicópatas exitosos y no exitosos, es decir, se esperan menores amplitudes P3b en psicópatas no exitosos con respecto a los psicópatas exitosos, llegando a no observar diferencias de la amplitud P3b entre el grupo de psicópatas exitosos y el grupo control. Un único estudio (Kiehl et al., 1999) reporta menores lateralizaciones del potencial evocado P3 en el hemisferio derecho como respuesta a los ensayos experimentales en el grupo de psicópatas.

Respecto a las latencias del P3, Gao et al. (2011) afirman encontrar mayores latencias P3a significativas ante estímulos novedosos en comparación a los distractores en psicópatas no exitosos en comparación a los exitosos. No obstante, Munro et al. (2007) también reporta mayores latencias P3a en sujetos psicópatas con respecto al grupo control pero no lo relaciona con el constructo de psicopatía.

En relación a la hipótesis de si el potencial evocado P3 puede ser un marcador endofenotípico del componente externalizante de la psicopatía, Kiehl et al. (1999) refieren que mayores puntuaciones en el PCL-R predisponen a manifestar menores amplitudes P3b ante estímulos objetivo, del mismo modo, Venables & Patrick (2014) afirman que a mayores puntuaciones en el factor 2 del PCL-R por parte de un sujeto, se esperan menores amplitudes P3a durante la segunda mitad de las tareas experimentales. Un años más tarde y cambiando las condiciones de las tareas, Venables et al. (2015) reportan resultados similares al anterior estudio afirmando que a mayores puntuaciones en el componente de impulsividad-antisocial del PCL-R, mayores serán las probabilidades de encontrar menores amplitudes P3 como respuesta a los estímulos de los ensayos experimentales.

Dejando aparte el PCL-R, también se han encontrado correlaciones negativas y significativas (Carlson et al., 2009) entre las puntuaciones en el dominio de impulsividad del PPI-R y menores amplitudes P3a en las tres zonas frontales (F3, F4 y Fz), del mismo modo, los autores reportan que a mayores puntuaciones en la escala de dominancia al miedo del PPI-R se esperan mayores amplitudes P3 en psicópatas. En otro estudio se encontraron relaciones entre psicopatía y el potencial evocado P3 sin utilizar los instrumentos clásicos de evaluación del constructo (PCL-R y PPI-R), es decir, utilizando medidas explícitas del espectro externalizante de algunos trastornos llegando a la

conclusión de que a mayores puntuaciones en conductas externalizantes, se esperarán menores amplitudes P3, es decir, en cierto modo se consideraría el potencial evocado P3 como un marcador neurobiológico, a la vez de un factor de vulnerabilidad en cuanto al desarrollo de trastornos del espectro externalizante.

En cuanto a las respuestas conductuales, los tiempos de reacción fueron mayores en los grupos de psicópatas, no obstante, en algunos estudios como los de Munro et al. (2007), los tiempos de reacción no se relacionaron con las puntuaciones en el PCL-R, es decir, con la naturaleza psicopática. Los mismos resultados se hallaron con respecto al PPI-R, es decir, elevadas puntuaciones en la escala de impulsividad del PPI-R no implican mayores tiempos de respuesta durante la realización de las tareas experimentales.

Una vez extraídos los resultados del presente metanálisis, expondremos los hallazgos de otro metanálisis (Gao & Raine, 2009) para poder compararlos entre ellos y poder extraer las conclusiones al respecto. El metanálisis de Gao & Raine (2009) se basa en el estudio de sesenta artículos de los cuales, cuarenta y cinco se centran en los trastornos del espectro externalizante junto a otros quince basados en el constructo de psicopatía. Centrándonos en los estudios de psicopatía podemos observar que cuatro de esos artículos, hacen uso del PCL, otros cuatro del PCL-R, uno usa la escala de psicopatía del MMPI-2, otro utiliza un método de evaluación variado, y otros dos últimos artículos hacen uso de la entrevista como instrumento de evaluación de la psicopatía.

Las muestras estudiadas en dichos estudios resulta ser bastante variada: diez artículos se centran en población reclusa, cuatro en drogodependientes, cuarenta sobre población normal, cinco artículos sobre población alcohólica, y un último artículo sobre TDAH. Los artículos centrados en el estudio de psicopatía hacen uso de población normal y de reclusos. En total, el metanálisis cuenta con una muestra de 2616 participantes, con una media de 24.75 años de edad.

Con respecto a las tareas empleadas en los diferentes artículos: treinta hacen uso de las tareas Oddball visuales, doce de las Oddball auditivas, uno de la no Oddball auditiva, una del Stroop, una de la Memoria Escaner, tres del CPT, otros tres de la tarea Go/NoGo, una sobre tareas de condicionamiento, seis artículos hacen uso de la tarea S1-S2, y dos de la atención selectiva.

En cuanto al potencial evocado, se hallan efectos del tamaño significativos con respecto a la amplitud P3 para aquellos participantes antisociales, por tanto, es de esperar que manifiesten menores amplitudes P3 en comparación con los controles. Con respecto a

las latencias de la P3, se han reportado mayores latencias P3 en sujetos antisociales en comparación a los controles. Entre los tamaños de los efectos más destacables relacionados con la psicopatía y el potencial evocado P3 encontramos tres estudios con tamaños de los efectos superiores a 0.5 (Campanella et al., 2005; Jutai et al., 1987; y Kiehl et al., 1999; ver tabla 8) indicando menores amplitudes P3 para los participantes psicópatas. A diferencia del estudio de Raine & Venables (1988), que muestra una diferencia de los efectos inversamente significativa (ver tabla 8) indicando mayores amplitudes P3 en psicópatas durante las tareas experimentales.

Las principales conclusiones del metanálisis revelan relaciones entre las disminuciones en cuanto a amplitud P3 junto a largas latencias respecto a las conductas antisociales. Estos resultados fueron menos evidentes con respecto al constructo de psicopatía, posiblemente debido a las diferencias entre los diferentes estudios con respecto a la metodología experimental (criterios de inclusión, evaluación del constructo de psicopatía, tareas experimentales, etc). De hecho los propios autores afirman que a medida que las tareas se vuelven más complejas, se espera que los participantes psicópatas manifiesten mayores amplitudes P3 en comparación a los reclusos no psicópatas. Por tanto, aquellos participantes que muestren rasgos antisociales sin psicopatía, tendrán menores amplitudes P3 y largas latencias. Es más, los individuos antisociales manifestaran menores amplitudes P3 en todas las zonas del cuero cabelludo, mientras que los psicópatas mostraran menores amplitudes P3 en zonas centrales pero no más pequeñas que en las áreas anteriores y/o posteriores.

| Study                                      | Age  | Operationalization                | Comparison group | Task            | Modality | N <sub>e</sub> | N <sub>c</sub> | Measure              | d               |
|--|------|-----------------------------------|------------------|-----------------|----------|----------------|----------------|----------------------|-----------------|
| Barratt et al. (1997)                      | 26.3 | Impulsivity                       | Inmates          | Oddball         | Visual   | 98             | 0              | Amplitude<br>Latency | 0.723<br>0.000  |
| Bauer (1997)                               | 33.4 | ASPD                              | Drug abusers     | Oddball         | Visual   | 49             | 20             | Amplitude            | 0.000           |
| Bauer and Hesselbrock (1999a) <sup>a</sup> | 16.9 | CD                                | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 18             | 27             | Amplitude            | 0.023           |
| Bauer and Hesselbrock (1999a) <sup>a</sup> | 17.0 | CD                                | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 30             | 28             | Amplitude            | 0.380           |
| Bauer and Hesselbrock (1999a) <sup>a</sup> | 16.5 | CD + alcoholism                   | Alcoholics       | Oddball         | Visual   | 29             | 21             | Amplitude            | -0.050          |
| Bauer and Hesselbrock (1999a) <sup>a</sup> | 16.7 | CD + alcoholism                   | Alcoholics       | Oddball         | Visual   | 20             | 20             | Amplitude            | 0.112           |
| Bauer and Hesselbrock (1999a) <sup>a</sup> | 16.2 | CD + drug abuse                   | Drug abusers     | Oddball         | Visual   | 17             | 12             | Amplitude            | 0.698           |
| Bauer and Hesselbrock (1999a) <sup>a</sup> | 16.1 | CD + drug abuse                   | Drug abusers     | Oddball         | Visual   | 23             | 12             | Amplitude            | 0.374           |
| Bauer and Hesselbrock (1999b)              | 16.5 | CD                                | Normal controls  | Stroop          | Visual   | 95             | 115            | Amplitude<br>Latency | 0.293<br>0.000  |
| Bauer and Hesselbrock (2001)               | 16.4 | CD                                | Normal controls  | Memory scanning | Visual   | 89             | 69             | Amplitude<br>Latency | 0.674<br>0.000  |
| Baving et al. (2006)                       | 11.0 | ODD                               | Normal controls  | CPT             | Visual   | 13             | 13             | Amplitude            | 1.094           |
| Bernat et al. (2007)                       | 32.1 | Violent and non-violent offending | Inmates          | Oddball         | Visual   | 138            | 0              | Amplitude<br>Latency | 0.140<br>0.000  |
| Bernat et al. (2007) <sup>b</sup>          | 32.1 | Violence                          | Inmates          | Oddball         | Visual   | 138            | 0              | Amplitude<br>Latency | 0.451<br>0.000  |
| Bond and Sarguy (2000)                     | 29.0 | Aggression                        | Normal controls  | Oddball         | Auditory | 14             | 14             | Amplitude<br>Latency | 0.187<br>0.820  |
| Branchey et al. (1988)                     | 42.2 | Aggression                        | Alcoholics       | Oddball         | Auditory | 20             | 31             | Amplitude<br>Latency | 0.470<br>-0.342 |
| Campanella et al. (2005)                   | 19.9 | Psychopathy (MMPI-2)              | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 10             | 10             | Amplitude<br>Latency | 0.000<br>2.095  |
| Chen et al. (2005)                         | 32.7 | Violence                          | Normal controls  | Go/No-Go        | Visual   | 3              | 3              | Amplitude            | 0.000           |
| Costa et al. (2000) <sup>a</sup>           | 24.0 | ASPD                              | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 15             | 87             | Amplitude            | 0.000           |
| Costa et al. (2000) <sup>a</sup>           | 40.0 | ASPD                              | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 11             | 57             | Amplitude            | 0.000           |
| Drake et al. (1988)                        | 29.5 | Violent and non-violent offending | Normal controls  | Oddball         | Auditory | 40             | 19             | Amplitude<br>Latency | 0.609<br>0.344  |
| Drake et al. (1988) <sup>b</sup>           | 28.4 | Violence                          | Inmates          | Oddball         | Auditory | 20             | 20             | Amplitude<br>Latency | 0.370<br>0.576  |
| Drake et al. (1988) <sup>b</sup>           | 28.4 | Violence                          | Inmates          | Oddball         | Auditory | 20             | 20             | Amplitude<br>Latency | 0.370<br>0.576  |
| Du et al. (2006)                           | 15.2 | CD + ADHD                         | Normal controls  | Oddball         | Auditory | 20             | 20             | Amplitude<br>Latency | 0.512<br>0.755  |
| Ehlers et al. (2003)                       | 19.7 | CD                                | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 9              | 72             | Amplitude            | 0.000           |
| Flor et al. (2002)                         | 30.8 | Psychopathy (PCL-R)               | Normal controls  | Conditioning    | Visual   | 9              | 12             | Amplitude            | 0.000           |
| Forth and Hare (1989)                      | 24.9 | Psychopathy (PCL)                 | Inmates          | S1-S2           | Auditory | 12             | 11             | Amplitude<br>Latency | 0.000<br>0.000  |
| Gerstle et al. (1998)                      | 20.3 | Impulsive aggression              | Normal controls  | Oddball         | Auditory | 22             | 22             | Amplitude<br>Latency | 0.000<br>0.000  |
| Harmon-Jones et al. (1997)                 | 12.9 | Aggression                        | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 34             | 0              | Amplitude<br>Latency | 0.735<br>0.000  |
| Harmon-Jones et al. (1997) <sup>b</sup>    | 12.9 | Aggression                        | Normal controls  | CPT             | Visual   | 34             | 0              | Amplitude<br>Latency | 0.320<br>0.000  |
| Iacono et al. (2002) <sup>a</sup>          | 17.5 | CD                                | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 67             | 71             | Amplitude<br>Latency | 0.417<br>0.000  |
| Iacono et al. (2002) <sup>a</sup>          | 17.5 | ODD                               | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 16             | 71             | Amplitude<br>Latency | 0.650<br>0.000  |
| Justus et al. (2001) <sup>a</sup>          | 20.3 | Social deviance                   | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 190            | 0              | Amplitude            | 0.020           |
| Justus et al. (2001) <sup>a</sup>          | 21.1 | Social deviance                   | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 190            | 0              | Amplitude            | 0.430           |
| Justus et al. (2001) <sup>b</sup>          | 20.3 | Psychopathy (MMPI-2)              | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 190            | 0              | Amplitude            | 0.303           |
| Justus et al. (2001) <sup>b</sup>          | 21.1 | Psychopathy (MMPI-2)              | Normal controls  | Oddball         | Visual   | 190            | 0              | Amplitude            | 0.283           |
| Jutai et al. (1987)                        | 29.1 | Psychopathy (PCL)                 | Inmates          | Oddball         | Auditory | 11             | 13             | Amplitude<br>Latency | 0.000<br>0.000  |
| Jutai et al. (1987) <sup>b</sup>           | 29.1 | Psychopathy (PCL)                 | Inmates          | Non-oddball     | Auditory | 11             | 13             | Amplitude<br>Latency | 0.000<br>0.732  |
| Kiehl et al. (1999)                        | 29.9 | Psychopathy (PCL-R)               | Inmates          | Oddball         | Visual   | 11             | 10             | Amplitude<br>Latency | 1.155<br>0.000  |
| Kiehl et al. (2006) <sup>a</sup>           | 34.8 | Psychopathy (PCL-R)               | Inmates          | Oddball         | Auditory | 23             | 21             | Amplitude            | 0.047           |

| Study                                    | Age  | Operationalization               | Comparison group          | Task                | Modality | $N_e$ | $N_c$ | Measure              | $d$             |
|--|------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|----------|-------|-------|----------------------|-----------------|
| Kiehl et al. (2006) <sup>a</sup>         | 32.0 | Psychopathy (PCL-R)              | Inmates                   | Oddball             | Auditory | 18    | 18    | Amplitude            | 0.422           |
| Kim et al. (2001)                        | 15.7 | CD                               | Normal controls           | Oddball             | Auditory | 18    | 18    | Amplitude<br>Latency | 0.489<br>0.401  |
| Malone et al. (2001)                     | 41.3 | ASPD                             | Normal controls           | Oddball             | Visual   | 22    | 40    | Amplitude<br>Latency | 0.712<br>0.523  |
| Malone et al. (2001)                     | 41.0 | ASPD + alcoholic                 | Alcoholics                | Oddball             | Visual   | 13    | 19    | Amplitude<br>Latency | -0.261<br>0.110 |
| Malone et al. (2001)                     | 38.6 | ASPD + Alcoholic<br>+ Drug abuse | Alcoholics + Drug abusers | Oddball             | Visual   | 9     | 19    | Amplitude<br>Latency | 0.338<br>0.140  |
| Mathias and Stanford (1999)              | 21.3 | Impulsive aggression             | Normal controls           | Oddball             | Visual   | 11    | 11    | Amplitude<br>Latency | 3.296<br>1.231  |
| Mathias and Stanford (1999) <sup>b</sup> | 21.3 | Impulsive aggression             | Normal controls           | Novel oddball       | Visual   | 11    | 11    | Amplitude<br>Latency | 3.433<br>0.340  |
| Munro et al. (2007)                      | 46.3 | Violence                         | Normal controls           | Go/No-Go            | Visual   | 15    | 15    | Amplitude<br>Latency | -0.274<br>0.332 |
| Munro et al. (2007) <sup>b</sup>         | 46.3 | Psychopathy (PCL-R)              | Normal controls           | Go/No-Go            | Visual   | 12    | 0     | Amplitude<br>Latency | 0.161<br>0.408  |
| O'Connor et al. (1994)                   | 23.0 | ASPD                             | Normal controls           | Oddball             | Visual   | 30    | 49    | Amplitude<br>Latency | 1.632<br>0.000  |
| Patrick et al. (2006)                    | 17.0 | ASPD                             | Normal controls           | Oddball             | Visual   | 969   | 0     | Amplitude            | 0.251           |
| Raine and Venables (1987) <sup>a</sup>   | 15.0 | Antisocial behavior              | Normal controls           | S1-S2               | Auditory | 20    | 14    | Amplitude            | -1.139          |
| Raine and Venables (1987) <sup>a</sup>   | 15.0 | Antisocial behavior              | Normal controls           | S1-S2               | Auditory | 18    | 23    | Amplitude            | -0.664          |
| Raine and Venables (1988)                | 32.3 | Psychopathy (PCL)                | Inmates                   | CPT                 | Visual   | 14    | 14    | Amplitude<br>Latency | -0.899<br>0.000 |
| Raine et al. (1990) <sup>b</sup>         | 15.0 | Psychopathy (Mixed)              | Normal controls           | S1-S2               | Auditory | 105   | 0     | Amplitude<br>Latency | 0.366<br>-0.201 |
| Rothenberger et al. (2000)               | 11.1 | CD + ADHD                        | ADHD                      | Selective-attention | Auditory | 9     | 11    | Amplitude            | 0.059           |
| Rothenberger et al. (2000) <sup>b</sup>  | 11.4 | CD + ADHD                        | Normal controls           | Selective-attention | Auditory | 9     | 11    | Amplitude            | 0.404           |
| Stanford et al. (2003)                   | 33.0 | Aggression                       | Normal controls           | Oddball             | Auditory | 14    | 14    | Amplitude<br>Latency | 0.000<br>1.455  |
| Stanford et al. (2007)                   | 33.1 | Spousal abuse                    | Normal controls           | Oddball             | Auditory | 18    | 18    | Amplitude<br>Latency | 0.767<br>-0.244 |
| Surguy and Bond (2006)                   | 29.2 | Aggression                       | Normal controls           | Oddball             | Visual   | 16    | 16    | Amplitude<br>Latency | 0.062<br>-0.193 |
| Syndulko et al. (1975) <sup>a</sup>      | 20.5 | Psychopathy (Interview)          | Normal controls           | S1-S2               | Auditory | 13    | 13    | Amplitude<br>Latency | -0.348<br>0.000 |
| Syndulko et al. (1975) <sup>a</sup>      | 35.3 | Psychopathy (Interview)          | Normal controls           | S1-S2               | Auditory | 14    | 14    | Amplitude<br>Latency | 0.139<br>0.000  |

Note: ASPD = antisocial personality; CD = conduct disorder; ADHD = attention deficit and hyperactivity disorder; ODD = oppositional dispositional disorder; MMPI-2 = Minnesota multiphasic personality inventory-2; PCL = psychopathy checklist; PCL-R = psychopathy checklist-revised; CPT = continuous performance task;  $N_e$  = number of participants in experimental (i.e., aggressive, psychopathic/sociopathic, ASPD, CD, ODD and violent) group;  $N_c$  = number of participants in control group;  $d$  = effect size.

<sup>a</sup> Multiple independent samples from a single study.

<sup>b</sup> Multiple independent tasks or comparison groups or operationalizations from a single study—used for moderator analyses only.

**Tabla 8.** Resumen del tamaño de los efectos y los modeladores con respecto a los estudios de la P3.

## CONCLUSIONES

Tras exponer los resultados de ambos metanálisis podemos afirmar que a pesar de que hayan algunos estudios que los contradigan, la mayor parte de los autores avalan la hipótesis de que se esperan menores amplitudes P3 en psicópatas con respecto a los grupos control, en concreto, menores amplitudes P3a ante estímulos novedosos al igual que menores amplitudes P3b ante estímulos objetivo. No obstante, si nos centramos en la población reclusa encontramos diferencias entre reclusos psicópatas y no psicópatas, al igual que entre aquellos psicópatas reclusos, considerados no exitosos (debido a los antecedentes penales) y entre aquellos psicópatas exitosos (subclínicos) que no son detectados y no presentan previamente historial delictivo. Por lo tanto, encontraríamos menores amplitudes P3b y mayores latencias P3a durante la ejecución de las tareas experimentales en psicópatas no exitosos en comparación con los psicópatas considerados exitosos, es más, a medida que aumentara la dificultad de las tareas se

esperarían mayores amplitudes P3 en sujetos psicópatas en comparación con los reclusos no psicópatas (considerados antisociales). Es decir, la principal diferencia entre los individuos que presentan conductas antisociales/impulsivas y los psicópatas es que estos últimos mostrarían mejor capacidad de procesamiento cognitivo durante la ejecución de las tareas, de ahí la diferencia entre las amplitudes P3 entre ambos grupos junto con las latencias P3. Del mismo modo, los participantes psicópatas mostrarían menores amplitudes P3 en zonas centrales del cuero cabelludo a diferencia de aquellas zonas más anteriores y/o posteriores, por otro lado, los sujetos antisociales/impulsivos mostrarían menores amplitudes P3 en diversas zonas del cuero cabelludo sin localización concreta.

Con respecto a la relación entre el componente externalizante de la psicopatía, la mayoría de los estudios refieren claras relaciones entre elevadas puntuaciones en el PCL-R, el factor 2 del PCL-R, y la escala de impulsividad del PPI-R en relación a las menores amplitudes P3a y P3b durante las tareas con respecto a los grupo control. Del mismo modo, los sujetos que obtengan mayores puntuaciones en el factor externalizante, tendrán mayores probabilidades de desarrollar algún/os trastorno/s del espectro externalizante. Por lo tanto, podemos concluir que el potencial evocado P3 es un perfecto marcador endofenotípico del componente externalizante de la psicopatía pero también del resto de trastornos del espectro externalizante.

La mayoría de estos resultados se han obtenido con diferentes metodologías, los instrumentos utilizados para la evaluación de las muestras han sido bastante heterogéneos, no obstante, queda claro que la técnica de evaluación *gold standard* para el constructo de psicopatía es el PCL-R a pesar de las controversias con respecto a su consideración de la psicopatía como de naturaleza dual y unidimensional. Con respecto a las tareas experimentales, también han sido bastante diferentes pero la que más se repite es la Oddball de modalidad visual. La población en la que más se centran los autores, por no decir la única, es la de reclusos, la mayoría con medias entre 24,75 y 29 años de edad.

A modo de conclusión me gustaría reflejar algunas características importantes a tener en cuenta para futuras investigaciones. Es cierto que existen datos que confirman la hipótesis de que el potencial evocado es un biomarcador del componente externalizante de la psicopatía, no obstante, estos datos hay que cogerlos con pinzas ya que las muestras no son totalmente heterogéneas y en algunos casos el mismo grupo experimental hace de grupo control, es más, en otro estudios existen niveles importantes de asimetría entre grupo experimental y grupo control. Con respecto a los criterios de

inclusión, sería muy interesante que se realizaran más estudios con el instrumento de evaluación PPI-R y si se realizan con el PCL-R, no considerar la psicopatía como un todo sino como un constructo de naturaleza multifactorial. En cuanto a la edad, algunos autores (Couchesne, 1979, 1990; Polich et al., 1990) afirman encontrar disminuciones del potencial evocado P3 a medida que aumenta la edad, por lo tanto, el factor edad es una de las variables extrañas más importantes a controlar para futuras investigaciones, llegando a ser más que interesante la realización de estudios longitudinales aun a sabiendas de los elevados costes que ello implicaría. Otro dato que me ha llamado la atención es el hecho de que los autores se centren en el estudio en la población reclusa, resultaría interesante que se realizaran estudios enfocados en otro tipo de psicópatas como es el caso de los no reclusos o exitosos, algunos autores (Brazil et al., 2012) intentan dar explicación a las reducciones en cuanto a amplitudes P3 en muestras de reclusos, llegando a afirmar que posiblemente se deba a la falta de estimulación a la que se someten muchos de ellos en prisión y que en parte podrían explicar los déficits en el procesamiento cognitivo reflejado en menores amplitudes P3a y P3b junto con las largas latencias durante la ejecución de las tareas.

Por tanto, según los datos expuestos podemos afirmar que el potencial evocado P3 nos resultaría bastante útil en cuanto a la detección del componente externalizante de la psicopatía junto con la detección de posibles trastornos del espectro externalizante, no obstante, no nos ayudaría a detectar posibles psicópatas según sus niveles conductuales, es decir, según los tiempos de reacción o los errores cometidos durante los ensayos experimentales. Pero sí que diferenciaría entre posibles psicópatas y no psicópatas según sus niveles ejecutivos durante la realización de tareas (como es el procesamiento de la información, la toma de decisiones, etc.). Así pues, es necesario que se realicen mayores investigaciones al respecto considerando, si es posible, las características anteriormente mencionadas e intentar homogeneizar las diferentes metodologías entre los estudios para facilitar que se repliquen los resultados.

**BIBLIOGRAFIA**

- Alexander J, Polich J. P300 differences between sinistrals and dextrals. *Cogn Brain Res* 1995;2:277–82.
- Alexander J, Polich J. Handedness and P300 from auditory stimuli. *Brain Cogn* 1997;35:259–70.
- Attou, A., Figiel, C., & Timsit-Berthier, M. (2001). ERP assessment of heroin detoxification and methadone treatment in chronic heroin users. *Clinical Neurophysiology*, 31, 171–180.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65–94. doi:10.1037/0033-2909.121.1.65
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275, 1293–1295. doi:10.1126/science.275.5304.1293
- Begleiter, H., Porjesz, B., Bilhari, B., & Kissin, B. (1984). Event-related brain potentials in boys at risk for alcoholism. *Science*, 225, 1493–1496.
- Benning, S. D., Patrick, C. J., Blonigen, D. M., Hicks, B. M., & Iacono, W. G. (2005). Estimating facets of psychopathy from normal personality traits: A step toward community-epidemiological investigations. *Assessment*, 12, 3–18. doi:10.1177/1073191104271223
- Benning, S. D., Patrick, C. J., Hicks, B. M., Blonigen, D. M., & Krueger, R. F. (2003). Factor structure of the Psychopathic Personality Inventory: Validity and implications for clinical assessment. *Psychological Assessment*, 15, 340–350. doi:10.1037/1040-3590.15.3.340
- Benning, S. D., Patrick, C. J., & Iacono, W. G. (2005). Psychopathy, startle blink modulation, and electrodermal reactivity in twin men. *Psychophysiology*, 42, 753–762. doi:10.1111/j.1469-8986.2005.00353.x
- Benning, S. D., Patrick, C. J., Salekin, R. T., & Leistico, A. R. (2005). Convergent and discriminant validity of psychopathy factors assessed via self-report: A comparison of three instruments. *Assessment*, 12, 270–289. doi:10.1177/1073191105277110
- Berman, S. M., Whipple, S. C., Fitch, R. J., & Noble, E. P. (1993). P3 in young boys as a predictor of adolescent substance use. *Alcohol*, 10, 69–76.
- Biggins, C. A., MacKay, S., Clark, W., & Fein, G. (1997). Event-related potential evidence for frontal cortex effects of chronic cocaine dependence. *Biological Psychiatry*, 42, 472–485.
- Blumer, D., & Benson, D. F. (1975). Personality changes with frontal and temporal lobe lesions. In D. F. Benson & D. Blumer (Eds.), *Psychiatric aspects of neurological disease* (pp. 151–169). New York, NY: Grune & Stratton.
- Branchey, M. H., Buydens-Branchey, L., & Horvath, T. B. (1993). Event-related potentials in substance-abusing individuals after long-term abstinence. *American Journal of Addictions*, 2, 141–148.
- Brazil, I. a., Verkes, R. J., Brouns, B. H. J., Buitelaar, J. K., Bulten, B. H., & de Bruijn, E. R. a. (2012). Differentiating Psychopathy from General Antisociality Using the P3 as a Psychophysiological Correlate of Attentional Allocation. *PLoS ONE*, 7(11), 1–8. doi:10.1371/journal.pone.0050339

- Campanella, S., Vanhoolandt, M.E., Philippot, P., 2005. Emotional deficit in subjects with psychopathic tendencies as assessed by the Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2: an event-related potentials study. *Neuroscience Letters* 373, 26–31.
- Carlson, S. R., Tháí, S., & McLarnon, M. E. (2009). Visual P3 amplitude and self-reported psychopathic personality traits: Frontal reduction is associated with self-centered impulsivity. *Psychophysiology*, 46, 100–113. doi:10.1111/j.1469-8986.2008.00756.x
- Costa, L., Bauer, L., Kuperman, S., Porjesz, B., O'Connor, S., Hesselbrock, V., et al., 2000. Frontal P300 decrements, alcohol dependence, and antisocial personality disorder. *Biological Psychiatry* 47, 1064–1071
- Courchesne E, Hillyard SA, Galambos R. Stimulus novelty, task relevance, and visual evoked-potential in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1975;39:131–43.
- Damasio, A. R., Tranel, D., & Damasio, H. (1990). Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomously to social stimuli. *Behavioural Brain Research*, 41, 81–94. doi: 10.1016/0166-4328(90)90144-4
- Davidson, R. J., Putnam, K. M., & Larson, C. L. (2000). Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation—A possible prelude to violence, *Science*, 289, 591–594. doi:10.1126/science.289.5479.591
- Desimone R, Miller EK, Chelazzi L, Lueschow A. Multiple memory systems in the visual cortex. In: Gazzaniga MS, editor. *The cognitive neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press; 1995. p. 475–86.
- Dias, R., Robbins, T. W., & Roberts, A. C. (1996). Dissociation in prefrontal cortex of affective and attentional shifts. *Nature*, 380, 69–72. doi:10.1038/380069a0
- Donchin E. Surprise!....Surprise? *Psychophysiology* 1981;18:493–513.
- Donchin E, Ritter W, McCallum C. Cognitive psychophysiology: the endogenous components of the ERP. In: Callaway P, Tueting P, Koslow S, editors. *Brain-event related potentials in man*. New York: Academic Press; 1978. p. 349–411.
- Douglas, K. S., Lilienfeld, S. O., Skeem, J. L., Poythress, N. G., Edens, J. F., & Patrick, C. J. (2008). Relation of antisocial and psychopathic traits to suicide-related behavior among offenders. *Law and Human Behavior*, 32, 511–525. doi:10.1007/s10979-007-9122-8
- Edward M., Lindsay D., Vaughn R., William J., & Christopher J. (2012). Externalizing Psychopathology and Gain/Loss Feedback in a Simulated Gambling Task: Dissociable Components of Brain Response Revealed by Time-Frequency Analysis. *J Abnorm Psychol*, 120(2): 352-364. doi:10.1037/a0022124
- Fjell A, Walhovd K. P300 and neuropsychological tests as measures of aging: scalp topography and cognitive changes. *Brain Topogr* 2001;14:25–40.
- Flor, H., Birbaumer, N., Hermann, C., Ziegler, S., & Patrick, C. J. (2002). Aversive Pavlovian conditioning in psychopaths: Peripheral and central correlates. *Psychophysiology*, 39(4), 505–518. doi:10.1017/S0048577202394046
- Gao Y, Raine A, Schug RA (2011) P3 event-related potentials and childhood maltreatment in successful and unsuccessful psychopaths. *Brain and cognition* 77: 176–182.
- Gao, Y., & Raine, A. (2009). P3 event-related potential impairments in antisocial and psychopathic individuals: A meta-analysis. *Biological Psychology*, 82, 199–210. doi:10.1016/j.biopsycho.2009.06.006

- Gottesman, I. I., & Shields, J. (1972). *Schizophrenia and genetics: A twin study vantage point*. New York: Academic Press.
- Fowles, D. C. (1980). The three arousal model: Implications of Gray's two-factor learning theory for heart rate, electrodermal activity, and psychopathy. *Psychophysiology*, 17, 87–104. doi:10.1111/j.1469-8986.1980.tb00117.x.
- Hare, R. D. (1965a). Acquisition and generalization of a conditioned fear response in psychopathic and nonpsychopathic criminals. *Journal of Psychology*, 59, 367–370. Available from <http://psycnet.apa.org/>
- Hare, R. D. (1965b). Temporal gradient of fear arousal in psychopaths. *Journal of Abnormal Psychology*, 70, 442–445. doi:10.1037/h0022775
- Hare, R. D. (1991). *The Hare Psychopathy Checklist-Revised*. Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.
- Hare, R. D. (2003). *The Hare Psychopathy Checklist-Revised (2nd ed.)*. Toronto, Ontario, Canada: Multi-Health Systems.
- Harpur, T. J., Hare, R. D., & Hakstian, R. (1989). A two-factor conceptualization of psychopathy: Construct validity and implications for assessment. *Psychological Assessment: A Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 1, 6–17. doi:10.1037/1040-3590.1.1.6
- Heslenfeld D. Visual mismatch negativity. In: Polich J, editor. *Detection of change: event-related potential and fMRI findings*. Boston, MA: Kluwer; 2003. p. 41–59
- Henry H., Stephen M., Scott J., Edward M., & William G. (2013). Association between P3 Event-Related Potential Amplitude and Psychophysiology Externalizing Disorders: A Time Domain and Time Frequency Investigation of 29-Year-Old Adults. *Psychophysiology*, 50(7): 595-609. doi:10.1111/psyp.12045
- Hiatt, K. D., & Newman, J. P. (2006). Understanding psychopathy: The cognitive side. In C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy* (pp. 334–352). New York, NY: Guilford Press.
- Hill, S. Y., Steinhauer, S., Lowers, L., & Locke, J. (1995). Eight-year longitudinal follow-up of P300 and clinical outcome in children from high-risk for alcoholism families. *Biological Psychiatry*, 37, 823–827.
- Howard L, Polich J. P300 latency and memory span development. *Dev Psychol* 1985;21:283–9.
- Iacono, W. G. (1998). Identifying psychophysiological risk for psychopathology: Examples from substance abuse and schizophrenia research. *Psychophysiology*, 35, 621–637.
- Iacono, W. G., Carlson, S. R., Malone, S.M., & McGue, M. (2002). P3 event-related potential amplitude and risk for disinhibitory disorders in adolescent boys. *Archives of General Psychiatry*, 59, 750–757.
- John, B., & Lewis, K. (1966). Chromosome variability and geographic distribution in insects. *Science*, 152, 711–721.
- Johnson R. A triarchic model of P300 amplitude. *Psychophysiology* 1986;23:367–84.
- Johnson R. On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology* 1993;30:90–7

- Jutai, J.W., Hare, R.D., Connolly, J.F., 1987. Psychopathy and event-related brain potentials (ERPs) associated with attention to speech stimuli. *Personality and Individual Differences* 8, 175–184.
- Jutai, J., & Hare, R. D. (1983). Psychopathy and selective attention during performance of a complex perceptual-motor task. *Psychophysiology*, 20, 146–151. doi:10.1111/j.1469-8986.1983.tb03280.x
- Kahneman D. *Attention and effort*. Englewood-Cliffs: Prentice Hall; 1973
- Katsanis, J., Iacono, W. G., McGue, M. K., & Carlson, S. R. (1997). P300 event-related potential heritability in monozygotic and dizygotic twins. *Psychophysiology*, 34, 47–58.
- Kiehl, K. A., Bates, A. T., Laurens, K. R., Hare, R. D., & Liddle, P. F. (2006). Brain potentials implicate temporal lobe abnormalities in criminal psychopaths. *Journal of Abnormal Psychology*, 115, 443–453
- Kiehl, K. A., Hare, R. D., Liddle, P. F., & McDonald, J. J. (1999). Reduced P300 responses in criminal psychopaths during a visual oddball task. *Biological Psychiatry*, 45(11), 1498–1507. doi:10.1016/S0006-3223(98)00193-0
- Kiehl KA, Bates AT, Laurens KR, Hare RD, Liddle PF (2006) Brain potentials implicate temporal lobe abnormalities in criminal psychopaths. *Journal of Abnormal Psychology* 115: 443–453.
- Kim, M. S., Kim, J. J., & Kwon, J. S. (2001). Frontal P300 decrement and executive dysfunction in adolescents with conduct disorder. *Child Psychiatry and Human Development*, 32, 93–106.
- Knight RT. Contribution of human hippocampal region to novelty detection. *Nature* 1996;383:256–9.
- Knight RT, Scabini D (1998) Anatomic bases of event-related potentials and their relationship to novelty detection in humans. *Journal of Clinical Neurophysiology* 15: 3–13.
- Kosson, D. S. (1996). Psychopathy and dual-task performance under focusing conditions. *Journal of Abnormal Psychology*, 105, 391–400. doi:10.1037/0021-843X.105.3.391
- Kosson, D. S. (1998). Divided visual attention in psychopathic and nonpsychopathic offenders. *Personality and Individual Differences*, 24, 373–391. doi:10.1016/S0191-8869(97)00176-1
- Kosson, D. S., & Newman, J. P. (1986). Psychopathy and allocation of attentional capacity in a divided-attention situation. *Journal of Abnormal Psychology*, 95, 257–263. doi:10.1037/0021-843X.95.3.257
- Krueger, R. F., Hicks, B. M., Patrick, C. J., Carlson, S. R., Iacono, W. G., & McGue, M. (2002). Etiologic connections among substance dependence, antisocial behavior, and personality: Modeling the externalizing spectrum. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 411–424. doi:10.1037/0021-843X.111.3.411
- Kujala A, Näätänen R. Auditory environment and change detection as indexed by the mismatch negativity (MMN). In: Polich J, editor. *Detection of change: event-related potential and fMRI findings*. Boston, MA: Kluwer; 2003. p. 1–22.

- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual (Tech. Rep. No. A-8). Gainesville, FL: University of Florida.
- Lilienfeld, S. O., Patrick, C. J., Benning, S. D., Berg, J., Sellbom, M., & Edens, J. F. (2012). The role of fearless dominance in psychopathy: confusions, controversies, and clarifications. *Personality Disorders, 3*(3), 327–40. doi:10.1037/a0026987
- Lykken, D. T. (1995). *The antisocial personalities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mertens R, Polich J. P300 hemispheric differences from oddball, verbal, and spatial tasks. *Psychophysiology 1997b;34:S64*.
- Morgan, A. B., & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review, 20*, 113–136. doi: 10.1016/S0272-7358(98)00096-8
- Munro, G. E. S., Dywan, J., Harris, G. T., McKee, S., Unsal, A., & Segalowitz, S. J. (2007). Response inhibition in psychopathy: The frontal N2 and P3. *Neuroscience Letters, 418*(2), 149–153. doi:10.1016/j.neulet.2007.03.017
- Nelson, L. D., Patrick, C. J., & Bernat, E. M. (2011). Operationalizing proneness to externalizing psychopathology as a multivariate psychophysiological phenotype. *Psychophysiology, 48*, 64–73. doi:10.1111/j.1469-8986.2010.01047.x
- Newman, J. P., & Kosson, D. S. (1986). Passive avoidance learning in psychopathic and nonpsychopathic offenders. *Journal of Abnormal Psychology, 95*, 252–256. doi:10.1037/0021-843X.95.3.252
- O'Donnell B, Friedman S, Swearer J, Drachman D. Active and passive P3 latency and psychometric performance: influence of age and individual differences. *Int J Psychophysiol 1992;12:187–95*.
- O'Connor SO, Morzorati S, Li T-K. Heritable features of the auditory oddball event-related potential: peaks, latencies, morphology and topography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1994;59:238–48*
- Pastor, M. C., Moltó, J., Vila, J., & Lang, P. J. (2003). Startle reflex modulation, affective ratings and autonomic reactivity in incarcerated Spanish psychopaths. *Psychophysiology, 40*, 934–938. doi:10.1111/1469-8986.00111
- Patrick, C. J. (1994). Emotion and psychopathy: Startling new insights. *Psychophysiology, 31*, 319–330. doi:10.1111/j.1469-8986.1994.tb02440.x
- Patrick, C. (2008). Psychophysiological correlates of aggression and violence: an integrative review. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 363*: 2543-2555. doi:10.1098/rstb.2008.0028
- Patrick, C. J., & Bernat, E. M. (2009). Neurobiology of psychopathy: A two-process theory. In: G. G. Berntson & J. T. Cacioppo (Eds.), *Handbook of neuroscience for the behavioral sciences* (pp. 1110-1131). New York: John Wiley & Sons.
- Patrick, C. J., Bernat, E. M., Malone, S. M., Iacono, W. G., Krueger, R. F., & McGue, M. (2006). P300 amplitude as an indicator of externalizing in adolescent males. *Psychophysiology, 43*, 84–92. doi:10.1111/j.1469-8986.2006.00376.x

- Patrick, C. J., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1993). Emotion in the criminal psychopath: Startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology, 102*, 82–92. doi:10.1037/0021-843X.102.1.82
- Patrick, C. J., Edens, J. F., Poythress, N., Lilienfeld, S. O., & Benning, S. D. (2006). Construct validity of the PPI two-factor model with offenders. *Psychological Assessment, 18*, 204–208. doi:10.1037/1040-3590.18.2.204
- Patrick, C. J., Hicks, B. M., Krueger, R. F., & Lang, A. R. (2005). Relations between psychopathy facets and externalizing in a criminal offender sample. *Journal of Personality Disorders, 19*, 339–356. doi:10.1521/pedi.2005.19.4.339
- Patrick, C. J., Hicks, B. M., Krueger, R. F., & Lang, A. R. (2005). Relations between psychopathy facets and externalizing in a criminal offender sample. *Journal of Personality Disorders, 19*, 339–356. doi:10.1521/pedi.2005.19.4.339
- Patrick, C. J., Venables, N. C., Yancey, J. R., Hicks, B. M., Nelson, L. D., & Kramer, M. D. (2013). A construct-network approach to bridging diagnostic and physiological domains: application to assessment of externalizing psychopathology. *Journal of Abnormal Psychology, 122*(3), 902–16. doi:10.1037/a0032807
- Patterson, C. M., & Newman, J. P. (1993). Reflectivity and learning from aversive events: Toward a psychological mechanism for the syndromes of disinhibition. *Psychological Review, 100*, 716–736. doi:10.1037/0033-295X.100.4.716
- Pelosi L, Holly M, Slade T, Hayward M, Barrett G, Blumhardt LD. Event-related potential (ERP) correlates of performance of intelligence-tests. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1992a;84:515–20.*
- Peterson, J. B., & Pihl, R. O. (1990). Information processing, neuropsychological function, and the inherited predisposition to alcoholism. *Neuropsychology Review, 1*, 343–369. doi:10.1007/BF01109029
- Petrides, M. (2000). Dissociable roles of mid-dorsolateral prefrontal and anterior inferotemporal cortex in visual working memory. *The Journal of Neuroscience, 20*, 7496–7503. Retrieved from <http://www.jneurosci.org/>
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology, 118*, 2128–2148. doi:10.1016/j.clinph.2007.04.019
- Polich J, Bondurant T. P300 sequence effects, probability, and interstimulus interval. *Physiol Behav 1997;61:843–9.*
- Polich J, Burns T. P300 from identical twins. *Neuropsychologia 1987;25:299–304.*
- Polich J. Clinical application of the P300 event-related potential. *Phys Med Rehabil Clin 2004;15:133–61*
- Polich J, Corey-Bloom J. Alzheimer's disease and P300: review and evaluation of task and modality. *Curr Alzheimer Res 2005;2:515–25.*
- Polich J, Criado JR. Neuropsychology and neuropharmacology of P3a and P3b. *Int J Psychophysiol 2006;60:172–85*
- Polich J, Ehlers C, Otis S, Mandell A, Bloom F. P300 latency reflects the degree of cognitive decline in dementing illness. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1986;63:138–44.*

- Polich J, Hoffman L. P300 and handedness: on the possible contribution of corpus callosal size. *Psychophysiology* 1998;35:497–507.
- Polich J, Howard L, Starr A. P300 latency correlates with digit span. *Psychophysiology* 1983;20:665–9.
- Polich J, Ladish C, Bloom FE. P300 assessment of early Alzheimer's disease. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990a;77:179–89.
- Polich, J., Ladish, C., Burns, T., 1990. Normal variation of P300 in children: age, memory span, and head size. *International Journal of Psychophysiology* 9, 237– 248.
- Polich J. Meta-analysis of P300 normative aging studies. *Psychophysiology* 1996;33:334–53
- Porter, S., & Woodworth, M. (2006). Psychopathy and aggression. In C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of psychopathy* (pp. 481–494). New York, NY: Guilford Press.
- Potter D, Barrett K. Assessment of mild head injury with ERPs and neuropsychological tasks. *J Psychophys* 1999;13:173–89.
- Poy, R., Segarra, P., Esteller, À., López, R., & Moltó, J. (2014). FFM description of the triarchic conceptualization of psychopathy in men and women. *Psychological Assessment*, 26(1), 69–76. doi:10.1037/a0034642
- Pritchard WS. Psychophysiology of P300. *Psychol Bull* 1981;89:506–40
- Raine, A., Venables, P.H., 1988. Enhanced P3 evoked potentials and longer P3 recovery times in psychopaths. *Psychophysiology* 25, 30–38.
- Raine, A., 1993. *The Psychopathology of Crime: Criminal Behavior as a Clinical Disorder*. Academic Press, San Diego, CA.
- Rhee, S.H., Waldman, I.D., 2002. Genetic and environmental influences on antisocial behavior: a meta-analysis of twin and adoption studies. *Psychological Bulletin* 128, 490–529.
- Rolls, E. T. (2000). The orbitofrontal cortex and reward. *Cerebral Cortex*, 10, 284–294. doi:10.1093/cercor/10.3.284
- Ross, S. R., Benning, S. D., Patrick, C. J., Thompson, A., & Thurston, A. (2009). Factors of the Psychopathic Personality Inventory: Criterion-related validity and relationship to the BIS/BAS and Five-Factor models of personality. *Assessment*, 16, 71–87. doi:10.1177/1073191108322207
- Skeem, J. L., Polaschek, D. L. L., Patrick, C. J., & Lilienfeld, S. O. (2011). Psychopathic Personality: Bridging the Gap Between Scientific Evidence and Public Policy. *Psychological Science in the Public Interest*. doi:10.1177/1529100611426706
- Sokolov, E., 1977. Brain functions: neuronal mechanisms of learning and memory. *Annual Review of Psychology* 28, 85–112.
- Squire L, Kandel E. *Memory from mind to molecules*. New York: Scientific American Library; 1999.
- Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER (1965) Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science* 150: 1187–1188.

- Sutton, S. K., Vitale, J. E., & Newman, J. P. (2002). Emotion among women with psychopathy during picture perception. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 610–619. doi:10.1037/0021-843X.111.4.610
- Venables, N. Hall, J., Yancey, J. & Patrick, C. (2015). Factors of Psychopathy and Electrocortical Response to Emotional Pictures: Further Evidence for a Two-Process Theory. *Journal of Abnormal Psychology*. doi:10.1037/abn0000032
- Verona, E., Patrick, C. J., & Joiner, T. E. (2001). Psychopathy, antisocial personality, and suicide risk. *Journal of Abnormal Psychology*, 110, 462–470. doi:10.1037/0021-843X.110.3.462
- Wagar, B. M., & Thagard, P. (2004). Spiking Phineas Gage: A neurocomputational theory of cognitive-affective integration in decision-making. *Psychological Review*, 111, 67–79. doi:10.1037/0033-295X.111.1.67

## ANEXO

Figura 1. Teoría de la actualización de la P300

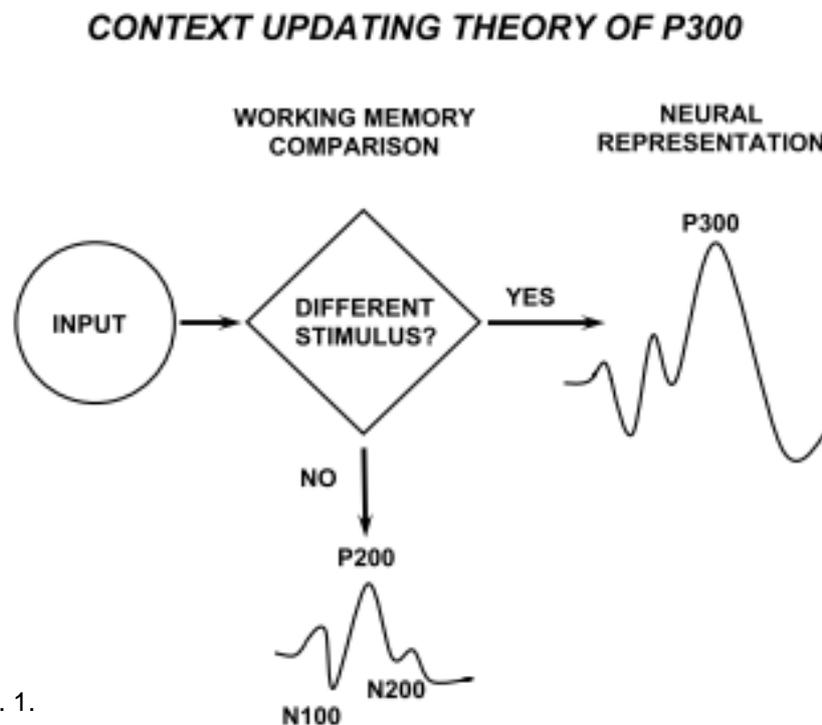


Fig. 1.

Fig. 2. Schematic illustration of the P300 context-updating model (Polich, 2003). Stimuli enter the processing system and a memory comparison process is engaged that ascertains whether the current stimulus is either the same as the previous stimulus or not (e.g., in the oddball task, whether a standard or a target stimulus was presented). If the incoming stimulus is the same, the neural model of the stimulus environment is unchanged, and sensory evoked potentials (N100, P200, N200) are obtained after signal averaging. If the incoming stimulus is not the same and the subject allocates attentional resources to the target, the neural representation of the stimulus environment is changed or updated, such that a P300 (P3b) potential is generated in addition to the sensory evoked potentials. Reprinted with permission from Kluwer/Spring Publishing (Copyright 2003).

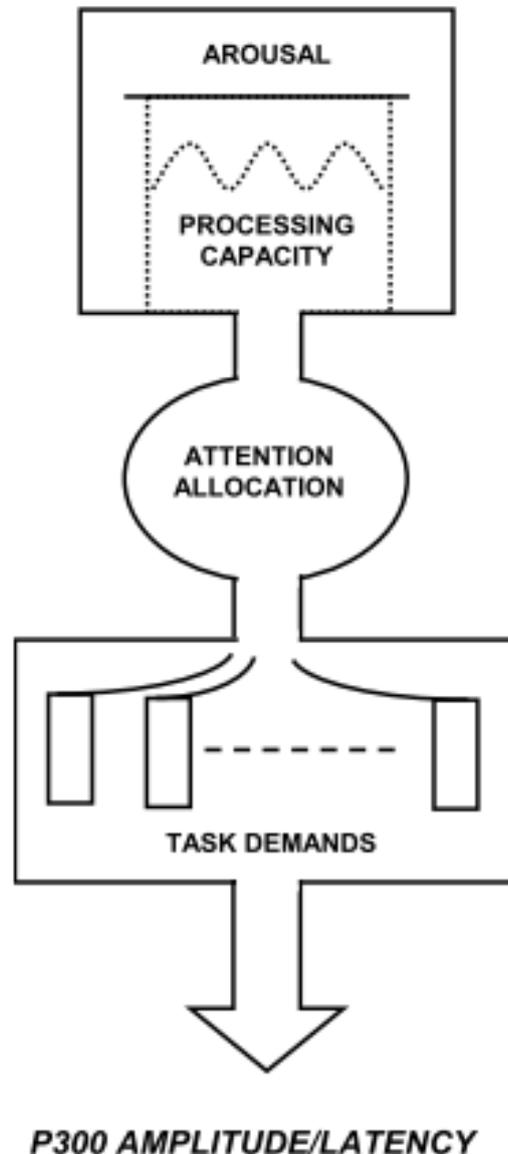
**Figura 2. Esquema de las funciones atencionales y la P300**

Fig. 3. Schematic illustration of how attentional resources affect P300 (after Kahneman, 1973). This model reflects a general framework for viewing how attentional resources can affect P300 measures. Overall arousal level determines the amount of processing capacity available for attention allocation to on-going tasks. More difficult or multiple task demands reduce P300 amplitude and lengthen peak latency. Reprinted with permission from Academic Press (Copyright 1973).

**Figura 3. Localización de la activación de la P3a o P3b**

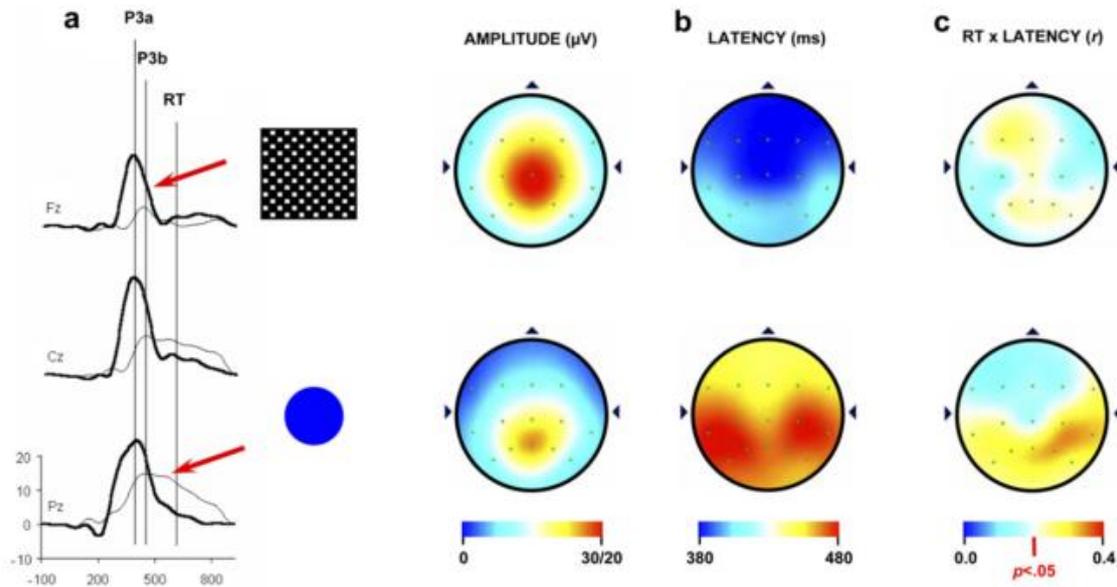


Fig. 5. (a) Grand averages of the P3a, P3b, and response time (RT) from a three-stimulus oddball task ( $N = 120$ ). Subjects were instructed to press a button whenever an infrequent target (5.0 cm diameter) circle was detected in a series of standard (4.5 cm diameter) stimuli (not shown). Infrequently presented distracter checkerboard patterns ( $18 \text{ cm}^2$ ) were employed to elicit the P3a. (b) Topography distributions for the mean P3a (upper) and P3b (lower) amplitude and latency. Note the distinct patterns for amplitude and latency from each component. Amplitude scales on upper end (30/20) refer to  $\mu\text{V}$  for P3a and P3b, respectively. (c) Topographic distributions of the correlation between P3a (top) and P3b (lower) latency and response time. The subject responded only to the target stimuli. P3a and response time were moderately correlated, whereas P3b and response time were strongly correlated over parietal areas. Adapted from Conroy and Polich (2007) with permission of the authors and Hogrefe & Huber Publishers (Copyright 2007).

**Figura 4. Producción de P3a o P3b dependiendo del proceso implicado**

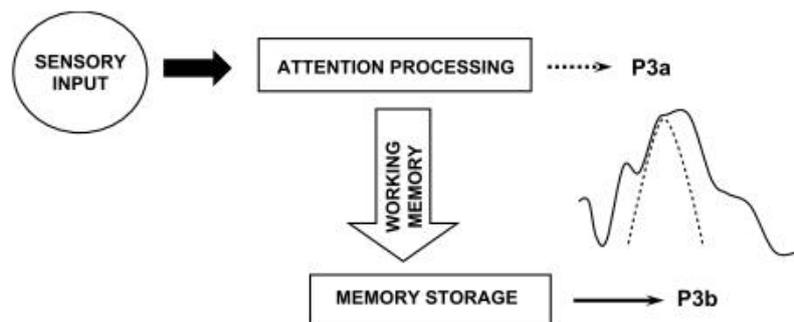


Fig. 6. Schematic model of cognitive P300 activity (Polich, 2003). Sensory input is processed, with frontal lobe activation from attention-driven working memory changes producing P3a and temporal/parietal lobe activation from memory updating operations producing P3b. Reprinted with permission from Kluwer/Spring Publishing (Copyright 2003).

**Figura 5. Patrones de activación de la P3a y la P3b ante estímulos novedosos, distractores u objetivo**

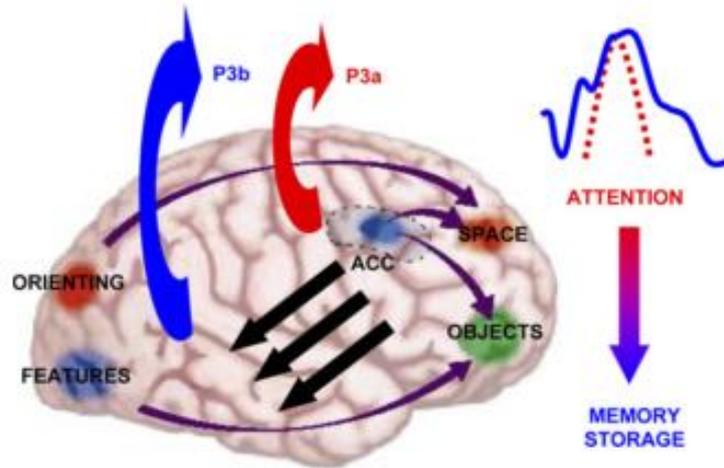


Fig. 8. Schematic representation of brain activation patterns underlying P3a and P3b generation (after Gazzaniga et al., 2000). The model suggests that stimulus information is maintained in frontal lobe working memory and monitored by anterior cingulate structures. When focal attention for the standard stimulus is disrupted by the detection of a distracter or a target (stimuli that garner attention automatically or purposefully from task demands), the P3a is perhaps generated by the activation pattern of the anterior cingulate and related structures. The attention-driven neural activity signal may be transmitted to temporal-parietal areas. Memory-related storage operations are engaged and P3b is generated via temporal/parietal cortical structures. As indicated by the ERP waveform and arrow to the right, every "P300" is composed of the P3a and P3b subcomponents, but the resulting ERP scalp topographies vary with the stimulus and task conditions that elicit them. Reprinted with permission from W.W. Norton & Company (Copyright, 2000).

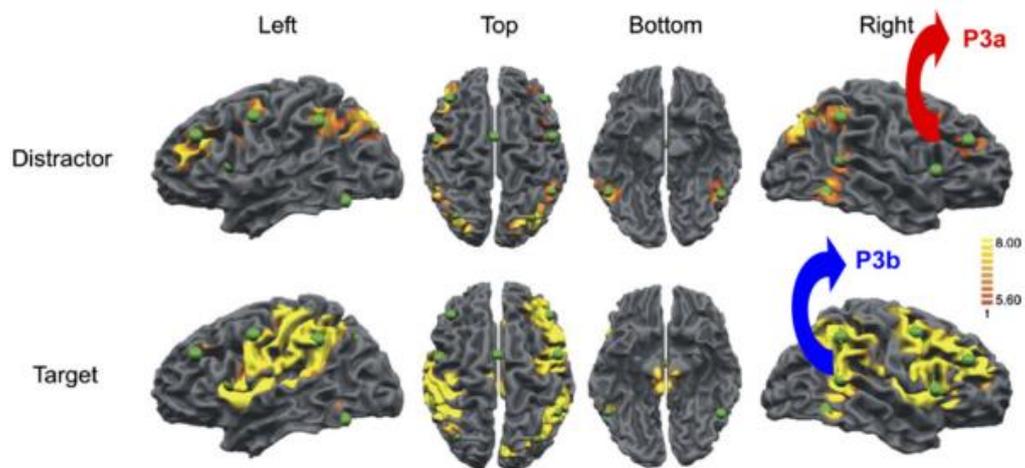
**Figura 6. Patrones de activación a través de la técnica de neuroimagen fMRI**

Fig. 9. Brain activation patterns from a visual three-stimulus oddball task modeled after that described in Fig. 6 used with fMRI and EEG recordings (after Bledowski et al., 2004b). Arrows and labels have been added to the images on the right for emphasis. The green spheres reflect dipole generator sources and appeared on the original figure. Reprinted with permission of the Society for Neuroscience (Copyright 2004).

**Tabla 1. Cleckley's (1976) 16 criterios de diagnóstico para la psicopatía: categorizado por Patrick (2006, p. 612)**

| Item category                    | No. | Description  |
|----------------------------------|-----|--|
| Positive adjustment              | 1.  | Superficial charm and good "intelligence"                          |
|                                  | 2.  | Absence of delusions and other signs of irrational thinking        |
|                                  | 3.  | Absence of "nervousness" or psychoneurotic manifestations          |
| Behavioral deviance              | 14. | Suicide rarely carried out   |
|                                  | 7.  | Inadequately motivated antisocial behavior                         |
|                                  | 8.  | Poor judgment and failure to learn by experience                   |
|                                  | 4.  | Unreliability  |
|                                  | 13. | Fantastic and uninviting behavior with drink and sometimes without |
| Emotional-interpersonal deficits | 15. | Sex life impersonal, trivial, and poorly integrated                |
|                                  | 16. | Failure to follow any life plan                                    |
|                                  | 5.  | Untruthfulness and insincerity                                     |
|                                  | 6.  | Lack of remorse or shame   |
|                                  | 10. | General poverty in major affective reactions                       |
|                                  | 9.  | Pathologic egocentricity and incapacity for love                   |
|                                  | 11. | Specific loss of insight   |
|                                  | 12. | Unresponsiveness in general interpersonal relations                |

**Tabla 2. Psychopathy Checklist–Revised (PCL-R) Factores, facetas, e Items**

| Factor 1: interpersonal-affective scale |   | Factor 2: antisocial scale                    |                                      |
|---|---|---|--------------------------------------|
| Facet 1<br>Interpersonal                | Facet 2<br>Affective                                | Facet 3<br>Lifestyle                          | Facet 4<br>Antisocial                |
| Glibness/superficiality charm           | Lack of remorse or guilt                            | Need for stimulation/<br>proneness to boredom | Poor behavioral controls             |
| Grandiose sense of self-worth           | Shallow affect                                      | Parasitic lifestyle                           | Early behavioral problems            |
| Pathological lying                      | Callousness/lack of empathy                         | Lack of realistic long-term<br>goals          | Juvenile delinquency                 |
| Conning/manipulative                    | Failure to accept responsibility<br>for own actions | Impulsivity                                   | Revocation of conditional<br>release |
|   |   | Irresponsibility                              | Criminal versatility                 |

From Hare (2003)

**Tabla 3. PPI-R Factores y contenido de las escalas asociadas**

| PPI-I              | PPI-II                      |                 |
|--------------------|-----------------------------|-----------------|
| Fearless dominance | Impulsive antisociality     | Coldheartedness |
| Social influence   | Machiavellian egocentricity | Coldheartedness |
| Fearlessness       | Rebellious nonconformity    |                 |
| Stress immunity    | Blame externalization       |                 |
|                    | Carefree nonplanfulness     |                 |

(from Lilienfeld & Widows, 2005; factor labels from Benning, Patrick, Hicks, Blonigen, & Krueger, 2003)

**Tabla 4. Correlaciones entre 23 constructos considerados externalizantes con el factor general del espectro externalizante**

| externalizing scale                   | general factor | first subfactor | second subfactor |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| irresponsibility                      | <b>0.93</b>    | 0.00            | -0.01            |
| dependability                         | <b>-0.66</b>   | -0.15           | 0.00             |
| problematic impulsivity               | <b>0.91</b>    | 0.00            | -0.04            |
| impatient urgency                     | <b>0.73</b>    | 0.22            | 0.00             |
| planful control                       | <b>-0.66</b>   | -0.07           | 0.00             |
| theft                                 | <b>0.87</b>    | 0.00            | 0.13             |
| alienation                            | <b>0.49</b>    | 0.01            | 0.00             |
| blame                                 | <b>0.51</b>    | 0.24            | 0.00             |
| externalisation relational aggression | <b>0.62</b>    | <b>0.68</b>     | 0.00             |
| destructive aggression                | <b>0.65</b>    | <b>0.55</b>     | 0.00             |
| physical aggression                   | <b>0.74</b>    | <b>0.41</b>     | 0.00             |
| empathy                               | <b>-0.48</b>   | <b>-0.55</b>    | 0.00             |
| excitement seeking                    | <b>0.56</b>    | <b>0.46</b>     | 0.00             |
| rebelliousness                        | <b>0.79</b>    | <b>0.31</b>     | 0.00             |
| boredom                               | <b>0.59</b>    | 0.28            | 0.00             |
| proneness honesty                     | <b>-0.54</b>   | <b>-0.31</b>    | 0.00             |
| fraud                                 | <b>0.87</b>    | 0.26            | 0.00             |
| marijuana use                         | <b>0.73</b>    | 0.00            | <b>0.61</b>      |
| marijuana problems                    | <b>0.75</b>    | 0.00            | <b>0.48</b>      |
| other drug use                        | <b>0.79</b>    | 0.00            | <b>0.49</b>      |
| other drug problems                   | <b>0.87</b>    | 0.00            | <b>0.30</b>      |
| alcohol use                           | <b>0.45</b>    | 0.00            | <b>0.36</b>      |
| alcohol problems                      | <b>0.69</b>    | 0.00            | 0.24             |