



Universidad Nacional Autónoma de México
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA

**ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD ELECTROENCEFALOGRÁFICA
EN RECLUSOS VIOLENTOS**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORADO EN PSICOLOGÍA**

PRESENTA:

OMAR ORTEGA NORIEGA

DIRECTORA:

**DRA. FEGGY OSTROSKY SHEJET
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

COMITÉ:

**DRA. ALICIA VELEZ GARCÍA
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
DRA. IRMA YOLANDA DEL RÍO PORTILLA
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
DRA. VERÓNICA MEDINA BAÑUELOS
UAM IZTAPALAPA
DRA. MARÍA DOLORES RODRÍGUEZ ORTÍZ
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

Cd. Mx.

DICIEMBRE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
La Psicopatía.....	4
Agresión y Violencia.....	7
Inhibición a la violencia.....	10
Psicópatas no violentos.....	11
Psicopatía y TDAH.....	11
Tratamientos para la psicopatía.....	13
Funcionamiento Cerebral en psicópatas.....	15
Lóbulos Frontales.....	15
Lóbulos Temporales.....	16
Estructuras subcorticales.....	18
Emoción y diferenciación hemisférica.....	19
Lateralización emocional en psicópatas.....	22
Comunicación Interhemisférica en la psicopatía.....	23
Cerebro y Psicópatas No criminales.....	24
Electroencefalograma.....	25
EEG y Tálamo.....	28
Potenciales relacionados a eventos.....	29
EEG cuantitativo (QEEG).....	32
EEG y Psicopatía.....	33
QEEG y Psicopatía.....	34

Ventajas del QEEG.....	35
Método.....	36
Justificación.....	36
Objetivos.....	37
Diseño.....	37
Preguntas de Investigación.....	37
Hipótesis.....	38
Procedimiento.....	40
Análisis estadístico.....	43
Resultados.....	45
Descriptivos.....	45
PA y PR por bandas.....	45
Banda estrecha.....	55
Coherencia Interhemisférica.....	55
Delta.....	55
Theta.....	60
Alpha.....	65
Beta.....	70
Asimetría Frontal Alpha.....	73
Correlación grupos forenses.....	73
Correlaciones por grupo.....	73

Correlación Factor 1 y Coherencia Beta.....	74
Correlación Factor 2 y Coherencia Delta.....	75
Correlación puntaje total PCL-R y Coherencia Alpha.	76
Correlación puntaje total PCL-R y Coherencia Theta...	77
Correlación puntaje total PCL:SV y Coherencia Beta.	78
Correlación puntaje total PCL:SV y Coherencia Theta.	79
Correlación puntaje total PCL:SV y Coherencia Alpha.	80
Discusión.....	81
Referencias.....	86

Abstract

Psychopathy has been associated to structural and functional changes in the brain, especially in those brain zones related to functions such as emotional processing, decision making, and behavioral inhibition among other functions. The Quantitative Electroencephalogram, QEEG technique provides an objective measure with an excellent temporal resolution to study brain functions. The objective of this research was to study the brain electrical activity within a psychopathic population. We investigated the effect of psychopathy on several measures of brain activity such as absolute and relative power, frontal Alpha asymmetry and coherence between pairs of electrodes in accordance with site of recording and cerebral hemisphere. 3 groups were assessed: normal population, non-psychopath inmates and inmates with psychopathy. Results fail to find any differences between subjects using absolute and relative power or frontal asymmetry, however, significant differences in the interhemispheric coherence between normal and forensic populations were found. Significant correlations were also found between coherence in temporal zones and factor 1 of Psychopathy Checklist-Revised PCL-R, indicating also a qualitatively greater percentage of psychopaths than non-psychopaths while reaching greater levels of coherence. Another significant correlation was observed in the same zones and the scoring obtained for factor 2 of PCL-R. In per Group correlation analysis, Psychopath group showed a significant correlation between the PCL-R total score and interhemispheric coherence, but only in frontopolar zones. The same correlation was observed in normal population group but just in mid-frontal regions. Results show functional connectivity abnormalities in forensic groups. EEG coherence seems to be a more sensible measure than absolute and relative power to study violence.

Keywords

EEG, quantitative electroencephalogram, Psychopathy, Crime, Neurophysiology

Resumen

La psicopatía se ha asociado a cambios estructurales y funcionales del cerebro en zonas relacionadas a funciones como el procesamiento emocional, la toma de decisiones y la inhibición conductual entre otras. El electroencefalograma cuantitativo es una herramienta objetiva con excelente resolución temporal, que permite estudiar el funcionamiento cerebral. El objetivo de este estudio fue analizar la actividad eléctrica cerebral en población psicópata. Se investigó el efecto de la psicopatía sobre las distintas medidas de actividad eléctrica cerebral: potencia absoluta, potencia relativa, coherencia y asimetría frontal Alpha. Se emplearon 3 grupos: controles normales (n=17), reclusos No Psicópatas (n=18) y reclusos Psicópatas (n=18). No se encontraron diferencias entre los grupos mediante la comparación de potencia absoluta, potencia relativa ni asimetría frontal Alpha. No obstante se encontraron diferencias en la coherencia interhemisférica entre el grupo normal y población forense. También se encontraron correlaciones significativas entre la coherencia en zonas temporales y el factor 1 de la PCL-R, indicando además cualitativamente mayor porcentaje de psicópatas que de no psicópatas, en la obtención de los mayores grados de coherencia. Se observó otra correlación significativa en las mismas zonas y la puntuación obtenida en el factor 2 de la PCL-R. En cuanto a las correlaciones por grupo, se hallaron correlaciones significativas entre la coherencia interhemisférica y la PCL-R en Psicópatas exclusivamente en las zonas frontopolares, mientras que en la población normal esta correlación se sólo se halló en las zonas frontales anteriores. Los resultados indican una conectividad funcional anormal en los reclusos (tanto psicópatas como no psicópatas) . La coherencia interhemisférica parece ser una medida EEG más sensible que la PA y PR para el estudio de la violencia.

Palabras clave:

EEG, electroencefalograma cuantitativo, Psicopatía, Crimen, Neurofisiología.

Introducción.

La psicopatía es un trastorno de personalidad que se ha relacionado con alteraciones tanto funcionales como estructurales cerebrales. El análisis cuantitativo del electroencefalograma (QEEG) es una técnica objetiva y económica (en comparación con otras técnicas de neuroimagen y de neuroimagen funcional) que evalúa con una excelente resolución temporal el funcionamiento cerebral.

A la fecha en los estudios sobre QEEG y Psicopatía no se han realizado comparaciones directas entre criminales Psicópatas y criminales No Psicópatas, además de no utilizar técnicas de análisis sobre conectividad cerebral funcional. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la psicopatía sobre la actividad eléctrica cerebral (incluyendo conectividad funcional) en un grupo de criminales Psicópatas, un grupo de criminales No psicópatas y un grupo control de población general.

En el capítulo 1 se define el concepto de psicopatía, se hace una revisión literaria acerca de la evaluación, el diagnóstico y los tratamientos de la personalidad psicopática, además de la comorbilidad entre la psicopatía y otros trastornos.

En el capítulo 2 se revisa el estado del arte sobre el funcionamiento cerebral en sujetos psicópatas, acorde a estudios realizados mediante distintas técnicas como resonancia magnética funcional, PET, entre otras técnicas.

En el capítulo 3 se presentan las bases del electroencefalograma tanto tradicional como cuantitativo, de los potenciales relacionados e eventos, además de presentar los estudios existentes acerca de electroencefalograma cuantitativo y psicopatía.

El capítulo 4 describe la metodología utilizada en esta investigación. Se describen la muestra de participantes, el diseño y el tipo de estudio, la variable independiente y la dependiente, los objetivos e hipótesis a comprobar, y finalmente el análisis estadístico.

En el capítulo 5 se presentan los resultados obtenidos en esta investigación.

En el capítulo 6 se discuten los resultados obtenidos

Capítulo 1. Psicopatía.

La psicopatía es un trastorno de personalidad definido por características interpersonales, afectivas y conductuales como: conducta antisocial, falta de empatía y ausencia de remordimiento, encanto superficial, versatilidad criminal, afecto aplanado, irresponsabilidad, pobre control de impulsos, búsqueda constante de estimulación, conductas impulsivas, y una alta tendencia a violar las normas sociales (Hare, 2009).

La psicopatía está presente en un alto porcentaje de los criminales (Ostrosky-Solís, Ruiz, Arias, & Vásquez, 2008). Se estima que la psicopatía tiene una incidencia de alrededor del 3% de la población mundial, y de aproximadamente el 25% de la población penitenciaria. Este tipo de personalidad ha demostrado ser un predictor de la reincidencia criminal, especialmente para crímenes violentos (Hemphill, Hare & Wong, 1998).

Actualmente el instrumento más utilizado para la evaluación de la psicopatía es la Psychopathy Checklist-Revised (PCL-R) (Hare, 1991). En población normal el puntaje que se obtiene con este instrumento oscila entre 0 y 15, en población reclusa entre 22 y 24, y en centros psiquiátricos entre 18 y 20. El punto de corte para determinar psicopatía mediante esta escala es de 30, aunque varias investigaciones utilizan puntos de corte diferentes. Este instrumento agrupa las características de la personalidad psicopática en dos factores (tabla 1), mismos que permiten definir la psicopatía.

Tabla 1. Modelo de dos factores de la personalidad psicopática (Hare, 1991).

Factor 1 Interpersonal/Afectivo	Factor 2 Estilo de vida/Desviación Social
Facilidad de palabra y encanto superficial	Necesidad de estimulación y tendencia al aburrimiento
Sentido desmesurado de autovalía	Estilo de vida parasitario
Mentiroso patológico	Ausencia de metas realistas a largo plazo
Estafador y manipulador	Impulsividad
Ausencia de remordimiento o de sentimiento de culpa	Irresponsabilidad
Encanto superficial	Pobre autocontrol de la conducta
Insensibilidad afectiva y Ausencia de empatía	Problemas de conducta en la infancia
Incapacidad para aceptar la responsabilidad de las propias acciones	Delincuencia juvenil
	Revocación de la libertad condicional

Versatilidad criminal

Este modelo de dos factores a su vez se subdivide para dar un modelo de 4 factores (Hare & Newman , 2009):

Tabla 2. Modelo de 4 factores de la personalidad psicopática (Hare & Newman , 2009).

Interpersonal	Afectivo
Encanto superficial	Ausencia de remordimiento
Egocentrismo	Afecto aplanado
Mitomanía	Falta de empatía
Manipulación	No acepta responsabilidades
Estilo de vida	Conducta Antisocial
Búsqueda de estimulación	Pobre control de conducta
Impulsividad	Problemas de conducta desde temprana edad
Irresponsabilidad	Delincuencia Juvenil
Parasitismo	Revocación de libertad condicional
Metas poco realistas	Versatilidad Criminal

Además de las características mencionadas, la PCL-R considera dentro de la psicopatía otras conductas, como la promiscuidad sexual y la frecuencia de relaciones maritales de corta duración (Hare, 1991).

A la fecha, las causas de este trastorno de personalidad son desconocidas aunque se han implicado varios factores, especialmente biológicos (Díaz , Ostrosky-Shejet, Romero & Pérez, 2013) y genéticos (Romero ,Ostrosky-Shejet, Díaz, López & Camarena, 2013).

El DSM-V (APA, 2013) no contempla entre sus categorías diagnósticas a la psicopatía, lo más cercano a ello es el Trastorno Antisocial de la Personalidad. Para el diagnóstico de este trastorno se emplean los siguientes criterios:

- A) Un patrón general de desprecio por y violación de los derechos de los demás que se presenta desde los 15 años, como lo indican 3 (o más) de los siguientes ítems:
 - 1) fracaso para adaptarse a las normas sociales en lo que respecta al comportamiento legal, p. ej. perpetrar repetidamente actos que son motivo de detención
 - 2) deshonestidad, indicada por mentir repetidamente, utilizar un alias, estafar a otros para obtener un beneficio personal o por placer
 - 3) impulsividad o incapacidad para planificar el futuro
 - 4) irritabilidad y agresividad, indicados por agresiones o peleas físicas repetidas
 - 5) despreocupación imprudente por su seguridad o la de los demás
 - 6) irresponsabilidad persistente, indicada por la incapacidad de mantener un trabajo con constancia o de hacerse cargo de obligaciones económicas
 - 7) falta de remordimientos, como lo indica la indiferencia o la justificación que expresan por haber dañado, maltratado o robado a otros.
- B) El sujeto tiene al menos 18 años.
- C) Existen pruebas de un trastorno disocial que comienza antes de la edad de 15 años.
- D) El comportamiento antisocial no aparece exclusivamente en el transcurso de un trastorno esquizofrénico o de un episodio maníaco.

El problema con la categoría diagnóstica anterior es que aunque describe algunas conductas de los psicópatas, no describe la psicopatía en sí misma, ya que omite características de personalidad como el encanto superficial, el estilo de vida parasitario, el sentido extremo de la autovalía, la versatilidad criminal y la manipulación. Por lo tanto cabe aclarar que la conducta antisocial y la psicopatía no son lo mismo; la conducta antisocial es solo un componente de la personalidad psicopática. Una persona puede presentar conducta antisocial sin presentar psicopatía.

CIE-10

El CIE-10 constituye la más reciente versión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (OMS, 1992), cuyos criterios y guías diagnósticas son ampliamente utilizados. Una de las enfermedades enlistadas por esta clasificación es el **Trastorno Antisocial de la Personalidad**, bajo el código F60.2, cuyas características son:

- a) Cruel despreocupación por los sentimientos de los demás e incapacidad para sentir empatía.
- b) Actitud marcada y persistente de irresponsabilidad y despreocupación por las normas, reglas y obligaciones sociales.
- c) Incapacidad para mantener relaciones personales duraderas.
- d) Muy baja tolerancia a la frustración o bajo umbral para descargas de agresividad, dando lugar incluso a un comportamiento violento.
- e) Incapacidad para sentir culpa y para aprender de la propia experiencia, en particular del castigo.
- f) Marcada predisposición a culpar a los demás o a ofrecer racionalizaciones verosímiles del comportamiento conflictivo.

Como puede observarse, los criterios son similares a los del DSM-V, y tampoco se refieren específicamente a la psicopatía, ya que omiten las características de personalidad y de afectividad de la misma.

Agresión y Violencia

Para su estudio, la agresión se ha dividido en reactiva e instrumental.

El tipo reactivo se refiere a la respuesta de un organismo hacia una amenaza (e.g. cuando un animal agrede para defenderse de otro); mientras que la agresión de tipo instrumental se refiere al uso de conductas agresivas para la obtención de algún beneficio (e.g. matar a un animal para conseguir comida).

Cuando la agresión no es de tipo adaptativo ni se justifica en relación con los fines que persigue, podemos categorizarla como **violencia**: conducta agresiva injustificada que atenta contra la integridad física, psicológica y moral del ser humano (Carrasco & González, 2006).

En el caso de la psicopatía, existe un riesgo elevado de presentar conducta violenta hacia los demás (Blair, 2005). El problema de los psicópatas no solo consiste en el uso de conductas violentas para obtener fines, si no el daño desproporcionado que producen en comparación con los beneficios obtenidos.

Hay estudios que sugieren una correlación significativa entre el factor 1 de la PCL y la conducta violenta, (Woodworth & Porter , 2002). También se ha comprobado que los psicópatas asesinos puntúan más alto en la PCL en el factor 1 (Interpersonal/Afectivo), mientras que los asesinos no psicópatas puntúan más alto en el factor 2 (Desviación Social) (Porter, Birt & Boer, 2001).

En una extensa revisión de la literatura se sugiere que la violencia que exhiben los psicópatas, pudiera de hecho tener un fin adaptativo y consistir en alguna estrategia evolutiva alternativa. La idea central es que las conductas como el robo, el engaño, el sexo forzado, la manipulación y el asesinato, pudieran ser estrategias de supervivencia para los sujetos psicópatas. Esta propuesta puede explicar en parte la motivación de la conducta violenta en la psicopatía: el tener una ventaja sobre otros (Glenn & Raine ,2009).

Si bien muchas personas tienen por objetivo conseguir recursos económicos muy pocas atacarían a otras para conseguirlo. Blair, Mitchell & Blair (2005) proponen que esto podría deberse al papel mediador de la socialización; el pertenecer a una sociedad puede constituir un factor regulador de la violencia. En el caso de los psicópatas, el problema es que ellos no socializan ni sienten formar parte de un grupo social. De acuerdo con los autores, esto facilitaría el utilizar la agresión como medio para obtener sus fines.

Reactividad emocional y miedo:

En general se considera que los trastornos que implican altos niveles de ansiedad (e.g. Trastorno por estrés postraumático, trastorno por ansiedad generalizada, etc.) conllevan un mayor riesgo de presentar comportamientos agresivos (Reed, Pien & Rothbart, 1984; Blair, Mitchel & Blair, 2005). Sin embargo, la descripción de los trastornos experimentados por los sujetos psicópatas sugiere un nivel muy bajo de ansiedad (Cleckley, 1982).

Se ha propuesto que los niveles de ansiedad están inversamente relacionados al puntaje obtenido en el factor 1 de la PCL-R (Patrick et al, 1994). Esto sugiere que ciertas características de personalidad como el encanto superficial, el egocentrismo, la irresponsabilidad, la falta de empatía y remordimiento, la tendencia a manipular a otros y la mitomanía se presentan sin signos de ansiedad. Algo interesante de esta propuesta es que se ha reportado también que la ansiedad correlaciona de forma positiva con el factor 2 de la PCL-R, sugiriendo un mayor riesgo de conducta antisocial cuando se presentan altos niveles de ansiedad.

Todo esto indica que pese a que la conducta antisocial que exhiben los psicópatas puede relacionarse con altos niveles de ansiedad (lo cual es coherente con la impulsividad y la nula espera por gratificación que muestran estos sujetos), la personalidad psicopática incluye muchas respuestas que se dan dentro de niveles muy bajos de ansiedad.

Al respecto Hare (2009) propone que la ansiedad juega un papel protector contra la conducta antisocial. Cuando las personas normales piensan en algún acto violento o en algún comportamiento por el que pudiesen ser criticados, comienzan a experimentar cierto grado de ansiedad. Dado que la personalidad del psicópata se caracteriza por bajos niveles de ansiedad, no es sorprendente la facilidad con la que llevan a cabo conducta antisocial (e.g. crímenes violentos).

No solo la ansiedad nos detiene de violar las normas sociales y jurídicas, el miedo también juega un papel primordial. Se ha demostrado que los individuos con psicopatía presentan un menor grado de temor ante estímulos amenazantes (Cleckley, 1982; Eysenck, 1964).

(Birbaumer et al, 2005) diseñaron un paradigma de condicionamiento aversivo en 10 psicópatas reclusos ($PCL-R \geq 24$) de entre 23 y 45 años de edad, además de un grupo control de sujetos sanos pareados por edad. El paradigma consistía en mostrar imágenes de rostros de un hombre con y sin bigote; cuando había algún cambio (e.g. al sujeto que solo veía rostros de un hombre sin bigote de repente se le presenta un rostro con bigote) en forma simultánea un pequeño estímulo doloroso era aplicado al sujeto instantes después de la presentación del estímulo prueba. Este ensayo era repetido 16 veces con el fin de que los sujetos aprendiera a relacionar el cambio en el rostro con el estímulo doloroso. Al mismo tiempo, los sujetos eran registrados mediante Resonancia Magnética Funcional y electrodos electrodérmicos. El objetivo era observar la activación cerebral y autonómica ante la anticipación de un estímulo doloroso. Los resultados indican que los sujetos control mostraron activaciones en circuitos fronto-límbicos

(cíngulo anterior, amígdala, corteza orbitofrontal e ínsula) además de cambios en la conductancia de la piel. Los sujetos del grupo psicópata no mostraron activaciones significativas en los circuitos neurales mencionados ni en la conductancia de la piel. Esta investigación apoya la idea de un procesamiento deficiente del miedo así como también un deficiente aprendizaje del mismo.

Existe una teoría conocida como la *hipótesis del miedo disfuncional* (Eynseck & Gudjonsson, 1989), que propone que en individuos normales la socialización y las bases morales se adquieren por medio del castigo, es decir, no cometemos crímenes ni actos que perjudiquen a otros por miedo a ser castigados (enfrentar las consecuencias) por ello. En el caso de los psicópatas, existe una asociación muy débil entre la conducta antisocial y las consecuencias de la misma, lo que propicia cometer actos antisociales sin miedo a ser castigados.

La teoría anterior ha sido corroborada con la literatura (Lykken, 1995; Hare, 1993) y es una explicación del porqué los psicópatas suelen reincidir en sus crímenes sin preocuparse por ser aprehendidos de nuevo.

Mecanismo de Inhibición la violencia.

Existe un modelo conocido como mecanismo de inhibición a la violencia (Blair, 1995) que propone que tanto en seres humanos como en animales, el atestiguar el dolor de otra persona nos causa cierto grado de malestar. Este malestar actúa como una forma de prevenir que dañemos a otros, ya que en cierta medida nos provocaríamos daño a nosotros mismos, aunque sea de forma temporal y subjetiva. El problema con los psicópatas, es que este mecanismo no se lleva a cabo de forma adecuada, ya que esta población presenta un grado casi nulo de ansiedad ante el dolor de los otros. De esa forma, no hay algo que inhiba la conducta violenta hacia otros como forma de evitar malestar; generando mayor probabilidad de cometer actos violentos.

Psicópatas No Violentos:

No todos los psicópatas son asesinos violentos, hay un subtipo llamado “de cuello blanco” que tiene características diferentes (Hare, 1993). Por lo general son individuos respetados y que gozan de buena reputación ante los demás. Pese a que sus acciones no se traducen en la comisión de crímenes violentos los efectos que sus actos producen suelen ser igualmente devastadores.

La mayoría de estos sujetos utilizan chantajes, mentiras y su encanto superficial para ganarse la confianza de la gente. Pueden incluso admitir todo lo que han hecho sin que les parezca que hay algo malo en sus acciones (Hare, 2003).

El delito más común es que cometan fraudes millonarios, que dejan a miles de personas en bancarrota, que destruyan vidas solo para obtener poder o dinero. Estas personas pueden ser grandes líderes, que al final traicionarán a los suyos con el fin de obtener algún beneficio.

Esta categoría no es excluyente de la violencia directa: es posible que los grandes timadores llegasen a matar a alguien con sus propias manos, sin embargo, no es lo más común en los psicópatas de cuello blanco.

Psicopatía y TDAH

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo, de inicio en la infancia, que se caracteriza por inatención, hiperactividad e impulsividad (NICE, 2008).

Se ha comprobado que existe un fuerte vínculo entre la agresión impulsiva en niños y el TDAH, llegando a presentarse hasta en el 50% de los casos de TDAH (Saylor & Amann, 2016). Una de las razones por las que se piensa que el TDAH está estrechamente relacionado con la psicopatía es que las personas que padecen cualquiera de estas dos condiciones pueden llegar a compartir varias características como: una vida desordenada, necesidad constante de estimulación, problemas de conducta, abuso de sustancias, entre otros (Eisenbart et al , 2008).

Una extensa revisión literaria (Blair, Mitchell & Blair, 2005) analiza la relación entre el TDAH y la psicopatía: un aspecto esencial que conecta ambos trastornos es la disfunción en algunos

procesos ejecutivos, sobre todo en inhibición conductual. Sin embargo, existen claras diferencias entre el desempeño ejecutivo en ambas patologías: los sujetos con psicopatía no manifiestan los clásicos problemas atencionales del TDAH; hay estudios que muestran que en el TDAH las personas presentan dificultades en la realización de la prueba Stroop, tanto en la interferencia como en la parte de nombrar colores (sin interferencia) (Corbett & Stanczak, 1999; Nigg, Blaskey, Huang-Pollock & Rappley 2002), mientras que en los sujetos con psicopatía estas dificultades no se dan (Smith et al, 1992) o si se dan, se presentan solo en la parte de interferencia (Díaz, Ostrosky-Shejet, Romero & Pérez, 2013).

Eisenbart et al (2008) llevaron a cabo una investigación con 28 adultos de entre 18 y 50 años diagnosticados con TDAH mediante la entrevista estructurada clínica del DSM-IV (SCID-I y SCID-II). En total fueron 16 hombres y 12 mujeres. Cada sujeto fue evaluado mediante el *Inventario revisado de personalidad psicopática* (Eisenbarth & Alpers, 2007). Los resultados se compararon con los obtenidos con el mismo instrumento en un grupo control pareado por edad y sexo y mostraron que los adultos con TDAH obtenían mayores puntajes ($p=0.3$) en externalización de la culpa, inconformidad ($p<.001$) y despreocupación/poca planeación ($p<.001$). No obstante, el grupo experimental obtuvo puntuaciones menores que el grupo control en inmunidad al stress y *sangre fría* ($p<.001$). Los autores concluyen que los adultos con TDAH pueden compartir algunas características de la personalidad psicopática, aunque solo algunas, sobre todo de tipo conductual; los aspectos emocionales de la psicopatía no son compartidos en los adultos con TDAH.

Colledge & Blair (2001) estudiaron una muestra de 71 niños de entre 9 y 13 años, provenientes de escuelas especiales para niños con problemas de conducta. Los profesores de los niños completaron la Psychopathy Screening Device (PSD) (Frick & Hare, 2001), la Escala de TDAH de DuPaul (DuPaul, 1991) y el Cuestionario de síntomas abreviado de Conners (ASQ)(Conners, 2001). Los resultados mostraron correlaciones significativas entre la puntuación total de TDAH en la Escala de DuPaul, y el total de psicopatía en la PSD. Más aún, se encontró una correlación significativa entre el factor 1 (despiadado/sin emoción) de la PSD, y los factores Impulsivo-Hiperactivo e Hiperactivo-Inatento de la Escala DuPaul, estas mismas correlaciones se obtuvieron para el factor 2 de la PSD (Impulsividad/Problemas de conducta). Los investigadores sugieren que los factores de la Escala DuPaul que correlacionaron con los de la PSD, constituyen un componente de Impulsividad. Entonces, el componente de Impulsividad del

TDAH parece estar relacionado con los problemas de conducta (e.g. conducta antisocial) de la psicopatía.

Una extensión del estudio anterior ha permitido obtener datos acerca de la psicopatía y su relación con el TDAH en adolescentes: Mathias et al (2007) evaluaron a 69 adolescentes de entre 13 y 17 años, con antecedentes de problemas de conducta. Cada sujeto fue evaluado mediante el instrumento K-SADS-PL (Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime Version. (Kaufman et al, 1997)) para determinar la presencia de TDAH, lo cual era confirmado por psicólogos y psiquiatras. La muestra final fue de 69 adolescentes (44 hombres y 25 mujeres) con una edad promedio de 14.5 años. Se les evaluó con las escalas CASS de Conners (Conners, 2001) y con el Antisocial Process Screening Device versión para adolescentes (Frick & Hare, 2001). Los análisis de correlación mostraron una asociación significativa entre la conducta impulsiva en la psicopatía y la hiperactividad en el TDAH. Los autores proponen que la impulsividad constituye un síntoma común en la Psicopatía y en el TDAH, por lo cual este síntoma podría representar un objetivo de tratamiento.

Podemos concluir este apartado diciendo que, si bien la psicopatía y el TDAH no son lo mismo, si comparten algunas características en común: la más importante de todas parece ser la impulsividad. Hasta la fecha no se considera que el TDAH constituya la causa de la psicopatía ni que conlleve necesariamente a ésta.

El tratamiento farmacológico más común para el TDAH es el metilfenidato, un estimulante del SNC. Pese a que existen algunos reportes de mejoría tras la administración de este fármaco en personas con problemas de conducta, a la fecha no hay ningún estudio que demuestre que la psicopatía es susceptible de ser tratada con este psicofármaco.

Tratamientos para la psicopatía:

Debido a la gravedad de los daños que puede causar una persona psicópata, se han desarrollado diversos tratamientos que buscan reducir la probabilidad de reincidencia y daños a terceros. Sin embargo, los resultados hasta ahora no han sido muy esperanzadores.

Una de las formas de tratamiento más utilizadas en población psicópata, ha sido la terapia de grupo en comunidades carcelarias. Por lo general, este tipo de terapia grupal busca crear un sentido de empatía y responsabilidad por todos los miembros del grupo.

Estudios han mostrado poca o ninguna mejoría en sujetos psicópatas internos después del tratamiento en grupo (Ogloff, Wong & Greenwood, 1990; Hobson, Shine & Roberts, 2000).

Una investigación del 2003 (Richards, Casey & Lucente) evaluó mediante la PCL-R a mujeres con problema de abuso de sustancias que acudían a un grupo terapéutico. Ninguna alcanzó el puntaje de 30, sin embargo, se constató que aquellas con los mayores puntajes en la PCL-R tendían más a abandonar el grupo o a no respetar las reglas del mismo. Al parecer, una mayor puntuación en la PCL-R está asociada con un menor ajuste a la terapia.

Un meta-análisis (Garrido, Esteban & Molero, 1996) estudió varias modalidades de tratamiento para sujetos psicópatas: terapia cognitivo-conductual, terapia de grupo, enfoque socio-médico y hospitalización a largo plazo. En total recopilaron 34 artículos sobre personas diagnosticadas con psicopatía mediante la PCL-R y que recibieran algún tratamiento en las modalidades anteriormente descritas. Los resultados mostraron que comparada con otros trastornos psiquiátricos, la psicopatía mostraba una respuesta sumamente pobre a todo tipo de tratamiento. Al analizar los resultados del seguimiento dado a los sujetos después del tratamiento, aquellos estudios que mostraban alguna mejoría inicial en los psicópatas, reportaban reincidencia. Los autores sugieren que hay escasa literatura sobre tratamientos orientados a psicópatas debido a que se les considera sujetos irremediables; además de afirmar que la terapia grupal es la que peores resultados arroja, mientras que los tratamientos cognitivo-conductuales aplicados a población psicópata muestran ciertas mejorías.

Se ha intentado también el tratamiento mediante psicofármacos: Brown et al. (2014) llevaron a cabo un estudio con 7 sujetos atendidos en un hospital forense de máxima seguridad. Todos fueron evaluados mediante la PCL-SV (Hart, Cox & Hare, 1995) utilizando como punto de corte para la psicopatía un puntaje de ≥ 16 . Todos puntuaron por encima de esta marca y cada uno fue medicado con clozapina: un antipsicótico atípico que ha demostrado reducir los niveles de agresión y autolesiones en pacientes psicóticos (Chengappa et al 1999). La dosis promedio de 171mg por día, durante un mínimo de 7 semanas y un máximo de 64, siendo el promedio de 14 semanas. Al inicio y al final del tratamiento, se empleó una escala llamada Impresión Global Clínica, además de registrar el número de incidentes violentos de cada sujeto para evaluar la

conducta. Los resultados indican que todos los sujetos mostraron mejorías, sobre todo en *impulsividad, control de la ira, y labilidad emocional*. De hecho, 3 de los 7 sujetos fueron trasladados a una unidad de menor seguridad debido a su mejoría. Los autores concluyen que la clozapina pudiera constituir una forma de tratamiento para los episodios violentos dentro de la enfermedad mental.

Capítulo 2. Funcionamiento cerebral en psicópatas:

Lóbulos Frontales:

La corteza frontal ha hecho posible que el ser humano se desenvuelva en un ambiente de cooperación, socialización y altruismo recíproco, para lo cual se requiere de un sistema regulador de la violencia (Raine, 2002).

Los lóbulos frontales se encuentran en la parte más anterior del encéfalo, delante de la cisura de Rolando y encima de la cisura de Silvio. La corteza prefrontal se encuentra delante de la corteza motora de los lóbulos frontales. Tres principales divisiones permiten estudiar la corteza prefrontal tanto anatómica como funcionalmente:

Corteza orbitofrontal: Esta parte de la corteza prefrontal se encuentra justo por encima del canto de los ojos, abarca las áreas 10,11,13 y 47 de Brodmann y sus principales funciones son la inhibición conductual, juicio social y regulación emocional.

Corteza dorsolateral: Es la parte más extensa de la corteza prefrontal, consta de las áreas 7,9,8,45,15,44 y 47 de Brodmann y se encarga de procesos como la planeación, abstracción, memoria de trabajo, lenguaje, monitoreo y solución de problemas (Fuster, 2002). Se considera que es una estructura compleja y probablemente la más desarrollada a nivel cerebral en el ser humano, ya que se encarga de procesos cognitivos superiores (Goldberg, 2009;González-Osornio, 2015).

Corteza medial: Se encuentra en las zonas mediales de los lóbulos frontales, incluye la corteza del cíngulo anterior, así como las caras mediales de las demás divisiones de la corteza prefrontal. Se encarga principalmente de la regulación de la agresión, procesos de inhibición,

detección de errores, esfuerzo atencional y motivación. Las áreas de Brodmann implicadas son: 8, 9, 10, 24, 31 y 12.

Se ha demostrado un fuerte vínculo entre la disfunción de la corteza prefrontal y el comportamiento violento (Raine,1997,2002; Damasio, 1994). Quizás el caso más famoso al respecto sea el de Phineas Gage, quien sufrió un accidente a los 25 años: una barra de acero de más de un metro de largo le atravesó el cerebro, dañando principalmente las zonas frontales, incluidas la corteza orbitofrontal y la porción más anterior del cíngulo. A raíz de este accidente, la personalidad de Gage cambió drásticamente: de ser una persona cooperadora y amable, se convirtió en alguien hostil y agresivo (Séguin, 2009).

Con el paso de los años, la evidencia científica concerniente a la relación entre el daño cerebral frontal y la conducta violenta ha ido acumulándose; esto ha permitido pensar que la conducta psicopática pudiera tener sus orígenes en una alteración de la corteza prefrontal (Blair, 2005). Al respecto hay diversos hallazgos que corroboran un funcionamiento diferente de la corteza prefrontal en sujetos psicópatas.

Un estudio reciente (Díaz, Ostrosky-Shejet,Romero & Pérez, 2013) evaluó mediante una batería neuropsicológica específica sobre funciones ejecutivas a 30 reclusos varones de entre 20 y 59 años de edad, clasificados como psicópatas mediante la PCL-R (puntaje mayor a 27) y a un grupo control de sujetos no reclusos del mismo sexo y edades similares. Se encontró que el grupo de psicópatas presentó un desempeño significativamente menor que el del grupo control en tareas relacionadas a funciones de la corteza orbitofrontal, principalmente en procesos de inhibición.

Lóbulos Temporales:

El lóbulo temporal se encuentra anatómicamente muy cerca de las estructuras límbicas, que poseen un rol fundamental en las respuestas emocionales del ser humano. Este lóbulo participa en procesos de lenguaje, memoria, audición y el procesamiento emocional (Slachevsky & Alegria, 2005). Esta última función es en gran parte la razón por la que se piensa que en la psicopatía puede haber alteraciones del polo temporal. Partiendo de que los psicópatas presentan una grave alteración en el procesamiento emocional, es posible pensar que las zonas temporales puedan verse implicadas.

Yang y Raine (2009) encontraron mediante resonancia magnética estructural, un adelgazamiento cortical significativo en la zonas prefrontal y temporal del hemisferio derecho en un grupo de psicópatas, comparados con un grupo control.

Seidenwurm, Pounds, Globus & Valk (1997) evaluaron a 7 sujetos de entre 17 y 39 años con antecedentes de cometer actos de violencia extrema, mediante PET. Se evaluó también a un grupo control para hacer la comparación. Los resultados indicaron un decremento en el metabolismo cerebral de los lóbulos temporales en el grupo de violentos, en comparación con el grupo control.

Otras investigaciones apuntan a que los psicópatas presentan problemas en la categorización de palabras y en el procesamiento lingüístico, lo cual se ha correlacionado con hallazgos de resonancia magnética funcional que sugieren patrones de activación anormales en el giro temporal derecho, ante estímulos lingüísticos, en comparación con un grupo control (Kiehl et al, 2004).

Un estudio mediante resonancia magnética estructural y morfometría basada en voxeles (Gregory et al, 2012), comparó los volúmenes de materia gris de 17 sujetos reclusos que cumplían los criterios tanto para Trastorno antisocial como para Psicopatía, 27 reclusos que solo cumplieron los criterios para Trastorno antisocial, y un grupo control de 22 sujetos. Se encontró una importante reducción de materia gris bilateral en zonas prefrontales y temporales en el grupo de reclusos con Trastorno antisocial y Psicopatía, en comparación con los otros grupos. Los autores concluyen que dado que las áreas donde se encontró la reducción de volumen de materia gris, están implicadas en el procesamiento emocional, razonamiento moral y comportamiento prosocial, las reducciones podrían contribuir a los déficits encontrados en los psicópatas en estas áreas.

Estructuras subcorticales:

Una de las estructuras cerebrales más importantes en la reactividad emocional y en la respuesta agresiva es la amígdala.

La amígdala es una estructura cerebral con forma de almendra, que se encuentra bilateralmente dentro del lóbulo temporal medial (LeDoux, 2007). Esta estructura cerebral se encarga de la detección de estímulos amenazantes para el sujeto, así como de enviar outputs a varias regiones del encéfalo a fin de preparar el cuerpo para responder a la amenaza; también participa en procesos de significado emocional de los estímulos, memoria emocional y condicionamiento al miedo (LeDoux, 2015). Dentro de estos procesos se encuentran la expresión facial de emociones y la detección de éstas en las expresiones faciales de los demás.

Como anteriormente se revisó, los psicópatas presentan alteraciones en el aprendizaje y procesamiento del miedo, reactividad emocional, expresión facial y reconocimiento de emociones. Es entonces lógico pensar que pudiera haber alguna diferencia funcional o anatómica en la amígdala de las personas con psicopatía.

Al respecto, existen en la literatura varios estudios que apuntan hacia anomalías en la amígdala de los psicópatas: Yang, Raine, Narr, Colletti & Toga (2009) realizaron una investigación mediante resonancia magnética, comparando el volumen amigdalino de 27 sujetos psicópatas diagnosticados mediante la PCL-R (puntaje > 23) contra 32 controles (PCL-R < 14). Los sujetos de ambos grupos fueron pareados por edad y sexo, siendo la media de edad de 30 años. Los resultados indicaron una reducción bilateral significativa en el volumen de la amígdala en los sujetos psicópatas. Además se encontró una correlación significativa entre esta reducción y el puntaje en la PCL-R, especialmente en el factor 1. Los autores concluyen que las reducciones en el volumen amigdalino podrían contribuir a algunas de las características de la psicopatía (e.g. el bajo nivel de miedo y de ansiedad que muestran los sujetos psicópatas).

Bobes et al (2013) realizaron una investigación mediante resonancia magnética funcional (fMRI) con 25 hombres violentos de la población general, evaluados mediante el cuestionario de Agresión Reactiva y Proactiva (RPQ) (Raine et al, 2006) y la PCL-R. Los sujetos completaron una tarea de observar rostros humanos con expresiones de miedo y expresiones neutrales, mientras se les realizaba la fMRI. Los resultados se compararon con los de un grupo control pareados por edad y sexo (y con bajas niveles de violencia en PCL-R y RPQ). Se encontró que

el grupo de hombres violentos mostró una menor activación de la amígdala dorsal izquierda ante las expresiones de miedo, lo cual correlacionó con una disminución de sustancia gris en esa misma zona. Los autores concluyen que las anomalías anatómicas de la amígdala, pueden contribuir a la agresión excesiva característica de los psicópatas.

Emoción y diferenciación hemisférica: modelo de valencia.

Acorde con este modelo, el hemisferio derecho se especializa en el procesamiento de emociones negativas, mientras que el hemisferio izquierdo se especializa en las positivas. Esta propuesta ha sido construida sobre los resultados de varios estudios en pacientes con lesión cerebral en hemisferio derecho, con posterior dificultad para percibir emociones negativas (Borod et al, 1996). Además de investigaciones con inyección de amital en la carótida, donde la inhibición del hemisferio derecho produce en los sujetos euforia, sonrisas, risa, sensación de bienestar; mientras que la inhibición del hemisferio izquierdo produce, llanto, pesimismo, culpa y preocupaciones (Ahern et al, 1994).

Numerosos estudios mediante EEG han apoyado este modelo de valencia la mayoría de los resultados apuntan hacia una asimetría en la actividad Alpha en reposo en corteza prefrontal ante emociones negativas. Dicha asimetría se calcula obteniendo la potencia absoluta (o alguna otra forma de transformación QEEG) en las derivaciones frontales derechas e izquierdas (e.g. F3, F4) , para después comparar ambos mediante la siguiente fórmula:

$$\ln(D) - \ln(I)$$

(Logaritmo natural de Alpha en hemisferio derecho - Logaritmo natural de Alpha en hemisferio izquierdo).

De esta forma, un número negativo indica mayor Alpha en el hemisferio izquierdo, mientras que un resultado positivo indica mayor Alpha derecho.

Se considera entonces que el área donde se encuentre mayor actividad Alpha será un área con menor activación. En el caso de las asimetrías frontales, al encontrarse mayor actividad Alpha en el hemisferio izquierdo que en el derecho, existe una menor activación en este hemisferio que ocasiona que el otro predomine. Al predominar el hemisferio derecho sobre el izquierdo, hay mayor probabilidad de experimentar emociones negativas.

El postulado anterior parece ser sólo válido para las zonas frontales, al respecto se ha propuesto que son las zonas anteriores las encargadas de la expresión de las emociones, mientras que las zonas posteriores se encargan de la percepción de las mismas (Davidson, 1992).

Una investigación pionera para este modelo, es la propuesta por Davidson , Eckman , Saron, Senulius & Friesen (1990). En este experimento se registró la actividad eléctrica cerebral en 11 sujetos de entre 17 y 41 años de edad, al mismo tiempo que observaban videos cortos diseñados para evocar emociones positivas (e.g diversión, felicidad) y otros que evocaban emociones negativas (e.g. tristeza, ira, miedo). Estos videos fueron previamente validados en otras investigaciones y se comprobó su capacidad para evocar las emociones mencionadas (Eckman, Friesen & Ancoli, 1980). El análisis cuantitativo del EEG reveló que los sujetos presentaron mayor actividad Alpha en el hemisferio izquierdo al observar videos relacionados a emociones negativas, y mayor actividad Alpha en hemisferio derecho durante los videos de emociones positivas. Lo anterior indica una mayor activación del hemisferio derecho ante emociones negativas y una hipoactivación del mismo ante emociones positivas.

Brzezicka A et al (2016) encontraron, en comparación con un grupo control mayor actividad Alpha en zona frontal izquierda que en derecha en sujetos con depresión. Esta relación entre asimetría frontal Alpha y depresión ha sido replicada en numerosos estudios (Allen & Reznik, 2015; Cantisani et al, 2015).

Diego , Field & Hernandez-Reif (2002) aplicaron la Escala de Depresión del Centro de Estudios Epidemiológicos (CES-D)(Radloff, 1977) a una muestra de 163 mujeres. A esta muestra se le realizó también un EEG en estado de reposo y se analizó la potencia absoluta Alpha entre los electrodos F3 y F4. Se encontró una correlación positiva significativa entre el puntaje del CES-D (mayor puntaje = mayor depresión) y la potencia absoluta Alpha en el hemisferio izquierdo. Los autores concluyen que una hipoactivación izquierda en la banda Alpha se encuentra asociada a condiciones como la depresión.

Otra investigación (Moscovitch et al, 2011) analizó el EEG en 23 pacientes diagnosticados con Trastorno de Ansiedad Social, antes y después de una intervención cognitivo conductual. Encontraron que los pacientes mostraban mayor actividad en zona frontal derecha antes del tratamiento, al término del cual mostraron mayor actividad en zona frontal izquierda. Los autores

concluyen que la asimetría en la actividad Alpha frontal en reposo puede servir de predictor de cambios en los síntomas en pacientes con Ansiedad Social, además de ser útil para evaluar las intervenciones.

Otros estudios han reportado una mayor prevalencia de asimetría frontal con mayor Alpha en hemisferio izquierdo que en derecho, en personas con síntomas obsesivo-compulsivos, así como con ansiedad y preocupación excesivas (Smith, Zambrano-Vazquez & Allen, 2016).

Un modelo, alternativo al de valencia, es el de aproximación-retirada, el cual propone que las emociones asociadas a la aproximación son procesadas por el hemisferio izquierdo, mientras que las conductas de retirada por el hemisferio derecho (Davidson, 1998). Este modelo se apoya en estudios que vinculan la depresión con asimetría frontal (Debener et al, 2000; Cohan & Allen, 2004); la depresión se caracteriza por conductas que evitan la consecución de metas: anhedonia, fatiga, disminución de la actividad motora, entre otras.

Otra evidencia que apoya este modelo surge de estudios en pacientes con manía. En esta condición patológica las personas muestran una excesiva cantidad de conductas que en su forma no patológica sirven para lograr metas: locuacidad, movimiento, hedonismo. Algunos estudios han reportado una mayor activación frontal derecha en pacientes maníacos (Bearder, Hoffman & Cannon, 2001; García-Toro, Montes & Talavera, 2001).

A la fecha no existen estudios publicados sobre asimetría anterior Alpha y psicopatía.

La evidencia que relaciona asimetrías hemisféricas y procesamiento emocional no se limita a estudios mediante EEG:

Estudios mediante resonancia magnética funcional han encontrado que en población general, cuando se muestran imágenes pertenecientes al International Affective Picture System; (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997) en aquéllas con contenido relacionado a valencia negativa (e.g. imágenes violentas, rostros que expresan miedo, etc.) hay una mayor activación en la amígdala derecha que en la izquierda. Mientras que cuando los estímulos son de valencia positiva (e.g. paisajes, rostros mostrando felicidad, etc.) la activación es mayor en la amígdala izquierda (Stillman, Bavel & Cunningham, 2015).

Styliadis, Ioannides, Bamidis & Papadelis (2013) investigaron mediante magnetoencefalografía con estimación de fuentes, a 12 sujetos sanos. Se les presentaban estímulos de valencia tanto

positiva (estímulos agradables) como negativa (estímulos desagradables) al tiempo que se les registraba con el magnetoencefalógrafo. Los resultados mostraron que ante los estímulos agradables hay una mayor activación en la amígdala izquierda, mientras que los desagradables producen esta activación en la amígdala derecha.

Lateralización emocional en psicópatas: Teoría del hemisferio izquierdo

De acuerdo a los modelos expuestos anteriormente, un predominio del hemisferio derecho sobre el izquierdo produciría una mayor propensión a experimentar emociones negativas. Esto podría estar relacionado con la conducta violenta o criminal. Al respecto, algunos estudios (Kosson et al, 1998; Bobes et al, 2013) han comprobado que la población violenta también presenta diferencias en la valencia y expresión emocional en relación con los hemisferios cerebrales, sobre todo en lo que concierne al hemisferio izquierdo.

Modelo de activación del hemisferio izquierdo.

De acuerdo a este modelo las personas psicópatas presentan déficits cognitivos específicos que ocurren solo en condiciones en las que se activaría de forma selectiva el hemisferio izquierdo (Kosson et al, 1998; Blair, Mitchell & Blair, 2005). Estos déficits pueden ser tanto de lenguaje, como de audición o de cualquier otra conducta.

Este modelo ha recibido algún respaldo en la literatura, por ejemplo: En una investigación hecha en población psicópata, mediante una tarea de escucha dicótica se encontró que los psicópatas mostraban dificultades en reportar las palabras escuchadas en el oído derecho, pero no en el izquierdo (Hare & McPherson, 1984). Este estudio fue replicado por Raine et al. (1990) en una población de adolescentes con tendencias psicopáticas; obteniendo resultados similares.

Existen otras investigaciones en población psicópata que apoyan este modelo, la mayoría realizadas mediante tareas manuales, de escucha dicótica o tareas de lenguaje (Kosson, 1996, 1998). Hay sin embargo otras investigaciones que sí logran relacionar el hemisferio izquierdo con la conducta violenta. Por ejemplo, Bobes et al. (2013) realizaron una investigación por medio de resonancia magnética tanto funcional como estructural, en la cual evaluaron a 60 varones de alrededor de 30 años de edad. Estos sujetos se clasificaron como violentos o no violentos

acorde a las puntuaciones de cuestionarios estandarizados para medir violencia; posteriormente respondieron escalas de psicopatía (PCL-R) y de tipos de agresión. Para la resonancia magnética funcional se les aplicó una tarea en la que observaron rostros humanos expresando diferentes emociones (Ekman & Friesen, 1976) las cuales tenían que clasificar como estímulos neutrales o estímulos relacionados al miedo. Se encontró que a nivel amígdala, los sujetos violentos mostraban una menor discriminación entre estímulos neutros y relacionados al miedo, sobre todo en la amígdala izquierda, misma región donde se encontró menor concentración de materia gris en este grupo. Los autores sugieren que en los sujetos violentos existen anomalías estructurales que conllevan a una hiper-reactividad de la amígdala, lo cual puede facilitar la comisión de conductas violentas.

Aunque el modelo de activación del hemisferio izquierdo tiene poca especificidad, deja claro que hay diferencias en el funcionamiento hemisférico en individuos con conductas psicopáticas. En conjunto, el modelo de valencia (con sus variantes) y el modelo de activación del hemisferio izquierdo, parecen sugerir que una alteración en la forma en que un hemisferio actúa sobre el otro puede tener una importante influencia en la conducta presente en la psicopatía.

Comunicación Interhemisférica en la Psicopatía:

Algunas investigaciones apuntan hacia anomalías en la comunicación interhemisférica en población psicópata: Hoppenbrouwers et al. (2014) realizaron un estudio combinando Estimulación Magnética Transcraneal con electroencefalografía. A 18 varones psicópatas (PCL-R >25) de alrededor de 33 años de edad, se les registró mediante EEG en un hemisferio mientras recibían estimulación magnética transcraneal en el otro hemisferio (e.g. estimulación en C3 y medición EEG en C4). Las señales EEG fueron analizadas digitalmente y se compararon los resultados con un grupo control pareado por edad, que también completó la misma tarea de estimulación y EEG. Los resultados mostraron un incremento significativo en la propagación de las señales EEG del hemisferio derecho hacia el izquierdo. Los autores sugieren que existe una conectividad interhemisférica anormal en población psicópata.

Otro estudio (Hiatt & Newman, 2007) aplicó una tarea de estimación del tiempo de transferencia interhemisférica (paradigma de Poffenberger) a un grupo de 54 reclusos diagnosticados con psicopatía mediante la PCL-R (puntajes >29) , y comparó los tiempos obtenidos con los de un

grupo control de 39 reclusos con PCL-R > 21). Los resultados apuntaron hacia un mayor tiempo de transferencia interhemisférica en el grupo psicópata.

Raine et al (2003) emplearon resonancia magnética estructural para medir el volumen del cuerpo calloso en 15 sujetos psicópatas, comparando sus resultados con los de un grupo control de población general. Se encontró un incremento significativo en el volumen y longitud del cuerpo calloso en el grupo psicópata. Los investigadores concluyen que estas anomalías podrían explicar los déficits en la comunicación interhemisférica en psicópatas, previamente reportados.

Cerebro y Psicópatas no criminales.

Para su estudio, los psicópatas se han dividido en exitosos y no exitosos. Los primeros son aquellos que no han sido atrapados ni han estado en la cárcel; mientras que los no exitosos son aquellos que han sido descubiertos y capturados (Hare, 2003).

Existen en la literatura, algunas investigaciones que sugieren que los psicópatas exitosos y los no exitosos pudieran presentar diferencias cerebrales entre ellos.

Raine et al (2004) compararon el volumen del hipocampo de psicópatas exitosos, contra el de psicópatas no exitosos y un grupo control. Para ello se empleó Resonancia Magnética Estructural y se calculó los volúmenes de ambos hipocampos, izquierdo y derecho de cada sujeto. Comparados con el grupo control y con el grupo de psicópatas exitosos, los psicópatas no exitosos presentaron una asimetría exagerada entre el volumen hipocampal derecho e izquierdo. Los autores concluyen que esta anomalía en el hipocampo podría alterar el circuito hipocampo-corteza frontal, relacionado con el miedo, la regulación del afecto y en este caso, indicadores de que serían capturados.

Otra investigación mediante Resonancia Magnética Estructural realizada con psicópatas exitosos (n=13), psicópatas no exitosos (n=16) y sujetos control (n=23), encontró una reducción del 22.3% de materia gris prefrontal en psicópatas no exitosos (Yang et al, 2005).

Capítulo 3. Electroencefalograma:

El electroencefalograma es el registro de la diferencia de voltaje entre dos electrodos situados sobre el cuero cabelludo (Fernández-Harmony & González, 2001). Estas fluctuaciones de voltaje registradas en el EEG son el resultado de la comunicación neuronal que genera campos eléctricos en su proceso.

El EEG convencional consiste en una gráfica tiempo vs voltaje, donde es posible ver las oscilaciones de voltaje que ocurren en milisegundos. Estas oscilaciones se estudian según su duración, frecuencia, morfología y amplitud.

Frecuencia: es el número de ciclos por segundo dentro del EEG, entendiendo por ciclo una serie completa de cambios de potencial de una onda, lo cual forma una curva por arriba de la línea base, seguida de otra debajo de dicha línea (Martínez & Rojas, 2005).

La frecuencia se mide en ciclos por segundo o Hertzios (Hz); medida que indica el número de veces que una misma onda se repite en un segundo. Según su frecuencia, las señales del EEG se clasifican en 4 bandas: Delta (de 0 a 3.5 Hz), Theta (de 4 a 7 Hz), Alpha (de 8 a 13 Hz), Beta (de 14 a 30 Hz) y Gamma (más de 30 Hz). Estas bandas a su vez, pueden formar ritmos, es decir, una sucesión de ondas en una misma banda, con características más o menos semejantes entre sí (Martínez & Rojas, 2005).

La diferencia entre banda y ritmo es que la banda solo se refiere a la duración de las ondas independientemente de si son similares entre sí o su amplitud o cualquier otra característica; el ritmo se refiere a un conjunto de ondas en una misma banda con características similares como forma, amplitud, reactividad –qué estímulos las generan y cuales las suprimen–, topografía –en qué derivaciones pueden observarse.

La amplitud se refiere al voltaje alcanzado por una onda, puede ser tanto positivo como negativo cuya escala está en microvoltios (μV). Este voltaje representa la suma de la actividad sináptica de una población neuronal, si la actividad de múltiples unidades nerviosas es sincrónica, entonces el voltaje será alto; si el número de neuronas influidas es menor o si existe una gran desincronía, el voltaje será bajo, en gran parte debido (en el caso de la actividad desincronizada) al fenómeno de cancelación de cargas (Alcaráz, 1987).

La morfología hace referencia a la forma de las ondas, es decir, al contorno.

Como es bien sabido, la principal utilidad clínica del electroencefalograma es la detección y diagnóstico de la epilepsia, aunque puede ser útil como auxiliar en la detección y seguimiento de otras condiciones clínicas cerebrales como tumores, lesiones, estado de coma, intoxicaciones severas, abscesos, accidentes vasculares etc. (Nordly, Rieviello & Niedermeyer, 2011).

Actualmente se considera que la actividad eléctrica cerebral registrada por medio del EEG es producto de la suma de potenciales post-sinápticos, ya que estos son más lentos y tienen mayor probabilidad de ser sincrónicos, a diferencia de los potenciales presinápticos (potenciales de acción) que son cortos en duración y tienden a tener frecuencias muy altas (Cacioppo, Tassinari & Berntson, 2007).

La actividad eléctrica que se registra en el EEG es mayormente debida a la orientación radial de las neuronas piramidales, es decir, perpendicular a la corteza cerebral, por lo que se considera que la mayoría de la actividad del EEG proviene de las circunvoluciones (Fernández-Harmonny & González, 2001). Casi toda la actividad registrada en el cuero cabelludo es generada por corrientes que fluyen a través de las membranas de las neuronas corticales exclusivamente. Las estructuras subcorticales aunque tienen influencia en la actividad de las neuronas corticales, por ejemplo la ritmicidad es debida a estas estructuras subcorticales, contribuyen poco o nada a los campos de voltaje registrados por el EEG.

Los potenciales de campo eléctrico que subyacen al EEG proviene principalmente del disparo sincrónico de potenciales postsinápticos excitatorios e inhibitorios. Estas células están arregladas en una manera columnar con sus grandes dendritas apicales que crean una diferencia de potencial eléctrico. Estas células crean una corriente eléctrica dipolar y cuando se despolarizan sincrónicamente crean un dipolo suficientemente grande desde la superficie del cuero cabelludo.

Un dipolo está constituido por dos cargas de signo opuesto cercanas entre sí. En el caso del EEG, el dipolo se forma cuando las neuronas generan corrientes eléctricas que van de un punto hacia otro, similar a lo que ocurre con una batería eléctrica convencional. En el caso de la actividad cerebral en el EEG, el dipolo ocurre cuando una fuente (grupo neuronal que produce corriente eléctrica) posee una carga positiva y una negativa, lo que produce una corriente que va del polo positivo al negativo, el vector entre ambos polos es el dipolo (Fernández-Harmonny & González, 2001).

Podemos decir entonces que el registro del EEG es el resultado de la interacción de muchos dipolos de diferentes magnitudes. Aunado a lo anterior, es necesario que exista una orientación coherente de los troncos dendríticos, que permita tanto la suma como la propagación del campo eléctrico (Pizzagalli, 2007).

Esto implica que no toda la actividad generada cerebralmente podrá registrarse en el EEG, puesto que existen otro tipo de corrientes eléctricas cuya orientación no permite que sean captadas por los electrodos, este tipo de corrientes reciben el nombre de fuentes silentes. Un ejemplo de fuentes silentes es aquella proveniente de neuronas orientadas tangencialmente a la corteza cerebral y por tanto no puede ser captada por los electrodos del EEG, sin embargo es susceptible de ser registrada mediante otras técnicas, como la magnetoencefalografía. Otro tipo de fuentes silentes lo constituye aquella actividad eléctrica cerebral que no puede ser registrada debido a la cancelación de cargas, es decir, cuando corrientes de voltaje positivo y negativo se anulan entre sí.

Las neuronas piramidales son consideradas la fuente principal del EEG por varias razones: poseen un gran tamaño y una orientación que permite captar su actividad mediante electrodos (Pizzagalli, 2007); se encuentran alineadas perpendicularmente a la corteza cerebral y forman densas redes horizontales de conexiones locales que facilitan el disparo sincronizado (Congedo & Sherlin, 2011)

Resumiendo, la actividad captada por el EEG es el resultado del arreglo dipolar de corrientes eléctricas originadas en los inputs sinápticos, y de las propiedades de las neuronas piramidales (Lopez da Silva, 1991).

La actividad rítmica del EEG es producto de la sincronía en los disparos de fibras aferentes, esto produce oscilaciones periódicas en los elementos dendríticos (Alcaráz, 1987). El origen de esta sincronía reside en estructuras subcorticales, que funcionan como marcapasos y generan la actividad rítmica y sincronizada del EEG.

EEG y Tálamo.

Pese a que el mecanismo exacto que se encarga de la generación de las oscilaciones registradas en el EEG permanece aún desconocido, existe mucha información que sugiere que el tálamo tiene un papel esencial en la generación de los ritmos corticales:

Se cree que un potencial negativo en el EEG puede deberse a la excitación de dendritas apicales, a su vez resultado del envío de inputs talámicos hacia capas corticales superficiales, o al envío de inputs inhibitorios hacia capas profundas (Contreras & Steriade, 1995).

El tálamo ha sido descrito como una estructura clave en la generación de las oscilaciones Alpha y Beta (Pizzagalli et al, 2007). Se ha demostrado que existe una coherencia significativa entre el núcleo geniculado lateral y el ritmo Alfa (Lopes da Silva et al, 1980).

Lindgren et al (1999) realizaron un estudio mediante PET (Tomografía por emisión de positrones) y EEG, encontrando una fuerte correlación inversa entre la actividad Alpha y el metabolismo Talámico.

Para frecuencias de 13 a 30 Hz se ha propuesto que existe una interacción entre redes corticocorticales y talamocorticales (Pizzagalli et al, 2007).

En el caso de las oscilaciones Theta, la literatura señala al sistema septohipocampal y algunas zonas límbicas como los posibles generadores de este ritmo (Zhang & Jacobs, 2015; Fernández-Harmonny & González, 2001). Aunque se ha propuesto que el tálamo (en especial el núcleo anterior) juega un papel muy importante en la sincronía de la actividad Theta (Ketz, Jensen & O'Reilly, 2015).

Por otra parte, se sabe que el ritmo Delta en el sueño No-REM es resultado de un proceso de activación de neuronas reticulotalámicas que se encargan de inhibir a las neuronas talamocorticales, estas últimas producen oscilaciones Delta que son transmitidas hacia la corteza, donde se mezclan con un ritmo Delta cortical más lento (0.1 a 0.8 Hz) dando como resultado el Delta en sueño que puede registrarse en la superficie del cuero cabelludo (Amzica & Lopes da Silva, 2011).

En conclusión, el tálamo resultase un marcapasos cerebral que genera la mayor parte de la actividad que registra el EEG; dado que alguna actividad del EEG también es generada en la

corteza, se considera que la mayoría de las oscilaciones registradas son más bien producto de la interacción talamocortical.

Potenciales Relacionados a Eventos:

Los potenciales relacionados a eventos (PRE) son pequeños y breves cambios en la actividad eléctrica cerebral producidos por algún estímulo interno o externo ante una tarea, los cual se registra a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo (Yonelinas, Otten & Rugg, 2005; Kutas & Dale, 1997).

Existen también bases normativas para PRE en algunas tareas. El problema radica en es la interpretación: ya que aunque brinda valiosas aportaciones sobre el funcionamiento cerebral, es difícil extrapolar el componente obtenido en una tarea específica al funcionamiento cerebral general.

Respecto a la psicopatía, los PRE han aportado valiosos datos:

Un estudio (Williamson, Harpur & Hare, 1991) mediante PRE comparó el desempeño en una tarea de decisión léxica en sujetos psicópatas y controles. Durante la tarea se le presentaban al sujeto series de palabras, algunas no eran palabras reales (non-words), algunas otras eran palabras con carga afectiva y otras eran palabras neutrales; cada sujeto debía responder si se trataba de una palabra o de una palabra no real; se registraron los tiempos de reacción y la actividad eléctrica cerebral de cada sujeto durante la tarea. Los resultados indican que los sujetos del grupo control mostraron tiempos de reacción más cortos que los del grupo psicópata; además de que las personas no-psicópatas mostraron componentes PRE de mayor amplitud que los psicópatas en las palabras con carga afectiva. Los autores sugieren que en la personalidad psicopática se extrae menos información de las palabras con carga afectiva en comparación con sujetos normales.

Uno de los hallazgos más importantes sobre los PRE y la psicopatía es el componente negativo N350. Howard & McCullagh (2007) emplearon una tarea de clasificación de palabras con contenido afectivo; los sujetos fueron prisioneros psicópatas y no psicópatas (de acuerdo con la PCL-R) de una cárcel de Singapur. Los resultados indican que durante la tarea los sujetos psicópatas mostraron un componente frontal negativo (N350) de mayor amplitud que el del

grupo control. Dicho componente correlacionó positivamente con los puntajes del factor 2 de la PCL-R.

Kiehl, Hare, MCDonnall & Brick (1999) realizaron una investigación con tareas de decisión léxica e identificación de palabras con contenido afectivo. En todas las tareas los sujetos control mostraron el PRE esperado ante la diferenciación entre las palabras con contenido afectivo y neutrales, sin embargo esto no ocurrió en el grupo psicópata. Por otra parte, los sujetos psicópatas mostraron en todas las tareas un componente frontal (N350), el cual fue nulo o muy pequeño en los sujetos del grupo control.

No está claro si el componente N350 representa alguna variación de dos componentes de los PRE ampliamente estudiados: P300 y N400. El problema es que este componente frontal negativo a veces se presenta hasta 500 ms después del estímulo en psicópatas, creando una variación por lo cual la N350 también se llega a presentar como N500. Dado que el componente P300 tiene una variante de topografía frontocentral (P3a) es posible entonces que la N350-500 pudiera relacionarse a alguna anomalía del PRE; de hecho se ha sugerido que un acople temporal entre la N400 y la P300 pudiera ser la causa (Kiehl, Hare, MCDonnall & Brick, 1999). Por ahora no hay un consenso sobre si la N350-500 constituye una forma variante de P300 o N400, o un nuevo componente específico de la psicopatía. Aunque las investigaciones apuntan hacia una variación del P300, aún faltan más estudios antes de sugerir la existencia de un endofenotipo PRE de la psicopatía. Los mismos autores proponen que las variaciones de los PRE generadas por los psicópatas entre los 300 y 500 ms constituyen un componente N400 anormal. Sin embargo, un estudio de estos mismos autores empleó tareas típicas para elicitar la N400: una serie de palabras ligadas en un mismo contexto semántico y la aparición repentina de algunas palabras fuera de contexto. Este paradigma fue aplicado a 50 sujetos encarcelados divididos en grupo psicópata (PCL-R >29) y grupo no psicópata (PCL-R < 30). Al contrario de lo esperado, los resultados no mostraron ninguna diferencia entre los grupos en cuanto a la selección de palabras ni al componente N400; los autores concluyen que el componente negativo observado en zonas frontales en psicópatas durante tareas lingüísticas no constituye una variación del N400.

Respecto al componente P300, varios estudios han encontrado variaciones en sujetos psicópatas: Gao, Raine & Schug (2011) llevaron a cabo una investigación en 121 sujetos varones de entre 23 y 56 años (en una muestra comunitaria, no en una cárcel), categorizando a

los sujetos en 3 grupos: Psicópatas exitosos (PCL-R \geq 23 y que nunca hubieran sido encarcelados ; Psicópatas no exitosos (PCL-R \geq 23 y que alguna vez hubieran sido encarcelados , y Población normal (PCL-R $<$ 23).

A los miembros de los 3 grupos se les aplicó una tarea auditiva tipo oddball de 3 estímulos para elicitación de la P300. Adicionalmente cada sujeto fue evaluado mediante una escala de maltrato en la infancia. Los resultados indicaron que en comparación con el grupo control, los psicópatas no exitosos presentaron un componente P300 de menor amplitud, además de reportar un mayor grado de maltrato durante su infancia. Al respecto los autores sugieren que dentro de los psicópatas existe heterogeneidad y que diferentes tipos de psicopatía pueden tener orígenes distintos.

Brazil et al, (2012) emplearon la tarea oddball para elicitación de la P300 en sujetos de 3 grupos: grupo criminal psicópata (PCL-R \geq 26), grupo criminal no psicópata (PCL-R $<$ 26) y grupo control (sujetos sanos no reclusos). Los grupos criminales fueron reclusos en una clínica para criminales con trastornos mentales. Todos los sujetos eran varones de alrededor de 40 años de edad. Durante la tarea, se esperaba que los sujetos se pudieran diferenciar electrofisiológicamente (a través de sus PRE) entre los estímulos constantes y los estímulos novedosos. Los resultados indican que tanto los criminales psicópatas como los criminales no psicópatas presentaron reducciones significativas en la amplitud del componente P300 en comparación con el grupo control. Sin embargo, estas diferencias no se presentaron al hacer la comparación entre ambos grupos criminales. Lo interesante de este estudio es que se encontró que tanto los sujetos del grupo control y los del grupo criminal psicópata diferenciaron los estímulos novedosos de los constantes, en cambio, los sujetos del grupo criminal no psicópata no lograron esta distinción. Los autores proponen que el componente P300 pudiera ser útil para discriminar a aquellos criminales con psicopatía de aquellos criminales sin este trastorno.

Un meta-análisis sobre el componente P300 en personas con problemas de conducta antisocial diversos (Crimen, Trastorno Antisocial de la personalidad, Psicopatía) (Gao & Raine, 2009) compararon 38 estudios utilizando diferentes paradigmas para el PRE, encontrando que independientemente del paradigma, todos los sujetos mostraban una mayor latencia del P300 en el electrodo Fz, así mismo se concluyó que los criminales psicópatas presentan alteraciones en la amplitud de este componente en comparación con los criminales no psicópatas; pero sólo en las tareas oddball clásicas.

EEG Cuantitativo (QEEG)

Tradicionalmente el EEG se analiza de forma visual: expertos buscan en el trazado patrones que puedan apuntar hacia anormalidades y patologías. Aunque este método continúa siendo de mucha utilidad clínica, se ha demostrado que es sensible a variaciones inter e intraindividuales que ocasionan que un mismo trazado pueda tener diferentes interpretaciones (Fernández-Harmonny & González, 2001). Pese a que este método conlleva cierta subjetividad, es imprescindible realizar la inspección visual para descartar patologías antes de proceder a otros análisis.

Una forma más objetiva de analizar el EEG es mediante el uso de métodos cuantitativos:

El EEG cuantitativo (QEEG) es un término que se refiere al procesado por computadora de las señales convencionales de EEG y la aplicación de complejos algoritmos matemáticos para la obtención de imágenes y la localización de anormalidades compatibles con la patología (Instituto de Efectividad Clínica Sanitaria, 2007).

Dentro del QEEG existen ciertas medidas que permiten obtener información sobre la actividad eléctrica cerebral, las principales medidas utilizadas en el QEEG son: potencia absoluta, potencia relativa, frecuencia media, correlación interhemisférica y coherencia.

Potencia Absoluta (PA): Esta medida se obtiene al descomponer la señal eléctrica cerebral en sus distintas bandas de frecuencias mediante la transformada rápida de Fourier. La PA es el área representada bajo la curva del espectro por banda (Garcell, 2004).

Potencia Relativa (PR): La PR representa el porcentaje de actividad en una banda y se calcula como el valor de la PA en esa banda entre la suma de los valores de PA de todas las bandas (Garcell, 2004).

Frecuencia Media (FM): La FM es el valor de frecuencia que divide en dos mitades el área bajo la curva de todo el espectro o de una banda (Garcell, 2004).

Coherencia (COH): Es una medida en el dominio de la frecuencia que analiza la relación entre la actividad de dos electrodos a lo largo del tiempo; es dependiente de la amplitud y la fase. Los valores obtenidos varían de 0 a 1, donde 1 es la relación perfecta entre dos señales y 0 indica la mayor diferencia posible entre éstas. La principal información que brinda esta medida es qué

tanto la relación entre dos señales se ha mantenido estable a lo largo del tiempo (Corsi-Cabrera & Guevara , 1996). La coherencia es considerada una medida de conectividad funcional ya que refleja el grado de comunicación entre dos o más zonas cerebrales (Bowyer, 2016).

Cuando esta comunicación es excesiva se le denomina hipercoherencia, mientras que si esta comunicación es muy poca se le llama hipocoherencia; ambos casos se definen con respecto a bases normativas QEEG y pueden verse en algunas condiciones patológicas (Collura, 2014), por ejemplo, hay estudios que reportan una hipercoherencia en esquizofrénicos (Surmeli, Ertem & Kosh, 2012), mientras que otros reportan hipocoherencia en problemas de lenguaje (Kaiser, 2008).

Correlación Interhemisférica (CIH): Esta medida puede calcularse en el dominio del tiempo con una solo época o con varias. Es sensible a la polaridad (dirección del voltaje) y a la fase, independientemente de la amplitud. Sus valores oscilan entre -1 –una correlación inversa, señales opuestas– y 1 –una correlación perfecta, señales iguales–. Se ha reportado que la correlación y la coherencia interhemisférica brindan información muy similar y existe una alta correlación entre las cifras que arrojan ambas (Guevara & Corsi-Cabrera, 1996).

EEG y Psicopatía:

Schirmann, 2014; Raine et al, 2002 encontraron algunas anormalidades en población psicópata mediante la inspección visual del EEG principalmente exceso de ritmos lentos. Al no obtener cuantificaciones numéricas de los trazados EEG, es muy difícil realizar comparaciones entre los estudios y mucho más difícil será tratar de establecer una localización o cuando menos delimitar el grado y topografía de las anormalidades. Schirmann (2014) realizó un meta-análisis sobre el uso histórico del EEG en población forense como herramienta para detectar conductas criminales, su investigación trata sobre el uso del EEG tradicional sujeto a interpretación visual. El autor concluye que si bien el EEG tradicional es una herramienta clínica útil, su valor para detectar criminalidad no ha sido efectivo.

QEEG y Psicopatía:

Calzada-Reyes et al (2012) llevaron a cabo un estudio con 18 criminales diagnosticados con Trastorno Antisocial de la Personalidad (ASPD) –de acuerdo al DSM-IV-R–. Los investigadores evaluaron mediante QEEG a los criminales y a un grupo control y luego compararon las diferencias entre ambos grupos; los resultados indicaron un aumento de Delta en zonas temporales mediales y áreas del hemisferio derecho cercanas a la línea media; también reportaron un incremento de Theta en zonas frontales izquierdas y un decremento de Alpha en zonas temporales bilaterales, así como un exceso de Beta en zonas centrales –todo en comparación con el grupo control–. Los autores concluyen que estas diferencias sugieren una disfunción cerebral relacionada al ASPD.

En otro estudio de Calzada-Reyes et al (2013) combinaron varios métodos de QEEG para estudiar a un grupo de 27 psicópatas –diagnosticados mediante la PCL-R puntaje > 30–; los investigadores emplearon un grupo control de 28 sujetos –reclusos por delitos violentos con puntuaciones en la PCL-R < 30–. Se realizaron varios análisis incluyendo la comparación de algunos valores QEEG con una base de datos normativa, y la técnica LORETA –Low Resolution Electrical Tomography– para estimar las fuentes generadoras de la actividad eléctrica cerebral; los datos obtenidos mediante LORETA fueron comparados con los del grupo control, además compararon los puntajes obtenidos en el PCL-R de los psicópatas, contra los hallazgos QEEG.

Los autores encontraron un aumento de Beta en zonas posteriores, además de un decremento de Alpha en zonas centrales-izquierdas y parietales en el grupo de psicópatas en comparación con el grupo control. El análisis de fuentes mediante LORETA reveló un incremento de Beta en zonas fronto-temporo-límbicas en el grupo de psicópatas, respecto al grupo control.

Un estudio reciente (Ortega-Noriega, Pérez-López & Ostrosky-Shejet, 2015) describe el caso de un psicópata encarcelado desde hace 3 años por violación. Los autores deseaban saber si la psicopatía puede presentar rasgos específicos que puedan observarse en la actividad eléctrica cerebral. Para ello se evaluó al sujeto mediante la Escala de Psicopatía Revisada (PCL-R) a fin de establecer si el sujeto cumple con los criterios para el diagnóstico de Psicopatía (puntuación mayor o igual a 30); posteriormente se le realizó un electroencefalograma, el cual fue analizado de forma cuantitativa (QEEG).

Las medidas QEEG utilizadas fueron la potencia absoluta y la frecuencia media del Alpha occipital. Los valores fueron transformados a puntuación Z y comparados con las normas QEEG.

Los resultados mostraron un exceso generalizado de Theta y una reducción de Alpha. En este estudio también se encontró que su frecuencia media del Alpha occipital era por debajo de lo esperado para la edad del sujeto.

Ventajas del QEEG

El electroencefalograma en estado de reposo con ojos cerrados brinda varias medidas acerca de el funcionamiento de varias regiones corticales y subcorticales mientras el sujeto recibe input aferentes marcadamente disminuidos. En esta condición, el EEG puede arrojar valiosa información acerca de la preparación del cerebro para realizar diversas actividades y tareas (Jonh , 1977; Rodo-Hutt, 2005; Thatcher & Lubar, 2009).

Una ventaja del QEEG sobre los potenciales relacionados a eventos es su fácil replicación y por tanto el poder comparar estudios: para la obtención de los PRE se necesita una tarea específica y numerosos ensayos, por lo que para replicar un estudio es necesario realizar una tarea similar y similar número de ensayos; en el QEEG se puede obtener información únicamente con pedirle al individuo que cierre los ojos (o los mantenga abiertos) y permanezca quieto por un breve lapso y en un solo ensayo, algo fácil de replicar.

El análisis cuantitativo del EEG es sensible a los cambios de actividad eléctrica cerebral que pueden producirse bajo ciertas condiciones patológicas. Diversas investigaciones han mostrado la utilidad del QEEG como auxiliar en el diagnóstico diferencial de las demencias (Engedal et al, 2015; Caviness et al, 2015).

Una de las patologías más estudiadas mediante QEEG es el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), donde la sensibilidad del QEEG se ha convertido en una herramienta útil para hacer un diagnóstico diferencial en el TDAH.(Clarke et al, 2013; Roh et al, 2015; Rodrak & Wongsawat, 2013).

En otras patologías como el Trastorno Bipolar, se ha obtenido información luego del análisis QEEG. Moeini , Khaleghi & Mohammadi (2015) sugieren que en este trastorno podría haber implicada una disfunción talámica asociada a alteraciones de la actividad Alpha. Recientemente

un estudio de caso que sugiere los cambios de fase (manía/depresión) en este trastorno pueden detectarse en la actividad Theta frontal (Kopececk et al, 2015).

Existen bases de datos normativas QEEG que han sido construidas recopilando cientos de registros de sujetos en condición de reposo. Estas normas QEEG han probado ser útiles para discriminar entre sujetos sanos y aquellos con padecimientos como Trastorno Obsesivo-Compulsivo, Traumatismos Craneoencefálicos, Ansiedad, Depresión, Tumores, entre otras (Thatcher & Lubar, 2009; John , 1977).

Capítulo 4. Método

Justificación:

El QEEG es una herramienta no invasiva y de bajo costo (comparada con MEG, MRI, FMRI, PET, SPECT entre otras) que ha demostrado ser útil en detectar patrones de actividad eléctrica cerebral en diversas patologías.

Establecer un perfil QEEG propio de la Psicopatía podría ser de gran utilidad para entender las alteraciones en la actividad eléctrica cerebral que caracterizan a esta población, así como brindar información sobre la dinámica cerebral (e.g. conectividad), además de ayudar al proceso de evaluación y diagnóstico de la patología.

Los pocos estudios existentes no realizaron comparaciones directas entre grupos, ya que utilizaron bases normativas QEEG y solo compararon cuál grupo se alejaba más de la norma, y en qué bandas del EEG.

En la literatura se han reportado anomalías en la comunicación interhemisférica en psicópatas, sin embargo no se han realizado estudios sobre Coherencia Interhemisférica EEG en esta población, que contribuyan a especificar qué zonas son las que presentan estas anomalías y en qué bandas EEG lo hacen.

Se ha comprobado que en población carcelaria el proceso de institucionalización (reclusión) afecta factores conductuales y biológicos (Ostrosky, 2008). Por lo tanto, esta investigación utilizó 3 grupos pareados por edad y sexo: un grupo de Internos Psicópatas, uno de Internos no Psicópatas y uno de población no reclusa de la comunidad general.

Cabe aclarar que en ningún momento se plantea que la alteración de la actividad eléctrica cerebral sea la causa de la psicopatía, ya que esta patología es demasiado compleja y consta de la suma de muchos factores y síntomas.

Objetivos:

1. Estudiar el funcionamiento cerebral de los psicópatas a través del QEEG.
2. Observar la sensibilidad del QEEG en la psicopatía.
3. Obtener un perfil QEEG característico de la psicopatía.
4. Si el QEEG de los psicópatas es diferente al de la población normal y de la población forense no psicópata, encontrar qué factores contribuyen a estas diferencias.

Diseño:

No experimental, Transeccional, Comparativo.

Preguntas de Investigación:

¿Existirán diferencias en la actividad eléctrica cerebral entre internos psicópatas y población control sin psicopatía?

¿Existirán diferencias en la actividad eléctrica cerebral entre internos psicópatas y los internos no psicópatas ?

¿Existirán diferencias en la actividad eléctrica cerebral entre internos no psicópatas y población control sin psicopatía ?

¿Estas diferencias varían según el hemisferio y/o la zona de los electrodos?

¿La coherencia interhemisférica en internos psicópatas es diferente a la de la población de internos no psicópatas ?

¿La coherencia interhemisférica en internos no psicópatas es diferente a la de la población control sin psicopatía? Si es así, ¿En qué zonas y bandas EEG pueden verse estas diferencias?

¿Habrà mayor prevalencia de asimetría frontal Alpha en la población Psicópata?

Hipótesis

Existirán diferencias en la actividad eléctrica cerebral de los internos psicópatas en las distintas bandas EEG, en comparación con internos no psicópatas.

Existirán diferencias en la actividad eléctrica cerebral de los internos psicópatas en las distintas bandas EEG, en comparación con la población control sin psicopatía.

Las diferencias se concentrarán en zonas frontales y/o temporales.

Se encontrarán anomalías en el grupo Psicópata relacionadas al exceso de ondas lentas y/o disminución de ondas rápidas.

El hemisferio cerebral donde se evalúe la actividad EEG será un factor importante para establecer diferencias QEEG, probablemente el hemisferio izquierdo muestre más anomalías.

La actividad coherente interhemisférica mostrará diferencias entre la población de internos psicópatas e internos no psicópatas.

La actividad coherente interhemisférica mostrará diferencias entre la población psicópata y la población control sin psicopatía.

La coherencia interhemisférica mostrará diferencias entre la población de internos no psicópatas y la población control sin psicopatía.

Variable Independiente:

Psicopatía

(Evaluada a través de la PCL-R).

Variable Dependiente:

Actividad Eléctrica Cerebral

(medida a través del QEEG en las siguientes medidas: Potencia Absoluta (PA), Potencia Relativa (PR) y Coherencia Interhemisférica (COH).

Participantes:

Varones de entre 22 y 55 años que desearan participar de forma voluntaria. Se buscó parear los 3 grupos por edad a fin de reducir al mínimo las diferencias.

Criterios de inclusión:

Grupo Psicópata: internos del Reclusorio Norte, que cumplan con los criterios para psicopatía (puntaje PCL-R \geq 30).

Grupo de Internos no Psicópatas: internos del Reclusorio Norte que no cumplan con los criterios para Psicopatía (puntaje PCL-R $<$ 25).

Grupo Control: personas libres (sin reclusión) miembros de la comunidad, con baja puntuación en el PCL:SV ($<$ 12).

Criterios de exclusión:

Falta de disponibilidad, antecedentes psiquiátricos, enfermedades neurológicas, estar bajo la influencia de algún estupefaciente.

Procedimiento:

A cada participante se le informó acerca de la investigación a realizarse, aclarando en todo momento que la participación era totalmente voluntaria y que podrían dejar de participar en el momento en que lo desearan. En el caso de la población reclusa, se les aclaró que ni la participación en esta investigación, ni la negativa a participar, tendrían efecto alguno sobre su condena. A todos se les informó sobre la confidencialidad de los datos que aportaran.

Cada sujeto firmó un consentimiento informado antes de participar.

Los miembros del grupo control fueron citados por separado para ser entrevistados (historia clínica) y posteriormente evaluados mediante pruebas neuropsicológicas (resultados no mostrados aquí). En otra sesión se les realizó registro EEG en reposo con ojos cerrados durante 5 minutos, posteriormente se les aplicaron paradigmas de potenciales relacionados a eventos (resultados no mostrados aquí). Algunos sujetos requirieron una sesión más para terminar las evaluaciones (en caso de no haber completado la parte neuropsicológica en una sesión). Nota: cada sesión duró aproximadamente hora y media.

En el caso de la población forense, todas las evaluaciones se realizaron en el reclusorio norte de la Ciudad de México.

PCL-R:

Como se describió en párrafos anteriores, este instrumento es el estándar de oro para el diagnóstico de la psicopatía, a través de una entrevista semiestructurada de 20 preguntas que evalúan los rasgos característicos de la personalidad psicopática.

Cada sujeto de las poblaciones forenses fue entrevistado de acuerdo a las guías de entrevista de la PCL-R, a fin de obtener información sobre rasgos de personalidad que pudieran ser psicopáticos. Todos los datos fueron contrastados con el expediente proporcionado por la cárcel.

PCL:SV:

Psychopathy Checklist Screening Version (Hart, Cox y Hare, 1995), es una versión abreviada de la PCL-R, recomendada para evaluar a la población general, permitiendo establecer el nivel de psicopatía en la mitad de tiempo que la PCL-R, consta de 12 ítems, los puntajes van de 0 a 24; el punto de corte sugerido para la psicopatía es de 16. A cada miembro del grupo control se le aplicó esta escala mediante una entrevista semiestructurada.

Registro EEG:

Se utilizó un amplificador de EEG Digital DC Nuamps de Neuroscan®, una gorra electrocap, pasta conductora y electrogel, además de electrodos de arete de estaño y una jeringa sin punta para colocar el electrogel. Se estableció como referencia las orejas cortocircuitadas (A1-A2)/2. Se limpió el cuero cabelludo y lóbulos de las orejas con acetona y algodón. Se ajustó la gorra y se midió la impedancia, la cual se mantuvo por debajo del nivel máximo recomendado ($<10\text{ k}\Omega$).

Los filtros fueron de 0.5 a 70 Hz. Para esta investigación se utilizaron los 19 electrodos del sistema internacional 10-20 (precolocados en la gorra) y una tasa de muestreo de 256Hz.

A cada sujeto se le pidió que cerrara los ojos y que se relajara, que tratara de no moverse y que no hablara. Adicionalmente se les indicó fijar su vista en un punto imaginario y tratar de no mover los ojos (estando cerrados) de ese punto. Después de aproximadamente 3 minutos de registro, se le pedía al sujeto que abriera los ojos, unos segundos después se le pedía que los cerrara de nuevo, esto se repetía 3 veces. Luego se le pedía al sujeto que permaneciera con los ojos abiertos tratando de parpadear lo menos posible. Alrededor de 2 minutos después se le pedía que cerrara de nuevo los ojos, este último lapso duraba entre 1 y 2 minutos. La condición de reposo con ojos abiertos no se utilizó ya que existe la posibilidad de registrar múltiples artefactos, sobre todo de tipo ocular y muscular. Además, la literatura afirma que en el QEEG realizado a personas con psicopatía, conducta delictiva o TDAH, las diferencias con los grupos control sólo se ven durante la condición de ojos cerrados en reposo, no así con ojos abiertos (Rudo-Hutt, 2015).

Procesado de las señales:

El análisis offline de los registros EEG se realizó de la siguiente forma:

1. Se filtraron digitalmente los EEG de 1 a 30 Hz con un filtro de banda FIR Zero Phase Shift a 48 dB/oct
2. Cada registro fue inspeccionado visualmente para limpiarlo de artefactos de forma manual, mediante el software Edit de Neuroscan.

3. Se formaron épocas de 256 puntos (épocas de 1 seg de duración) cada una con los segmentos limpios de cada registro.
4. Se limpió de nuevo cada época con una rutina automatizada de rechazo de artefactos. Se eliminaron todas las épocas marcadas como artefactos.
5. Se utilizaron entre 60 y 89 épocas limpias de aproximadamente 1000 ms cada una para tener de 1 a 1.5 minutos libres de artefactos para promediar.
6. Se promedió cada archivo épocas en el dominio de la frecuencia (Power Average), utilizando para ello la transformada rápida de Fourier con una ventana Hanning.
7. Posteriormente, se utilizó el programa AVGBAND para extraer la potencia absoluta (en valores numéricos).
8. Las bandas EEG utilizadas fueron las siguientes: Dado que no hay un estándar en el punto de corte en Hz de cada banda, se emplearon las bandas recomendadas (ver tabla 0.1) por las normas cubanas (Neuronic, 2006), La mayoría de los estudios sobre QEEG y Psicopatía utilizan también algunos parámetros de las normas cubanas EEG (Calzada-Reyes A, Alvarez-Amador A, Galán-García L & Valdés-Sosa M, 2013).

Tabla 0.1 Bandas empleadas (Neuronic, 2006)

Banda	Frecuencia (Hz)
Delta	1.56 - 3.52
Theta	3.91 - 7.42
Alpha	7.81 - 12.50
Beta	12.89 - 19.14

9. Se retomaron los archivos de épocas obtenidos en el paso 6, esta vez se calculó la coherencia interhemisférica para las mismas bandas anteriormente descritas, en los siguientes pares de electrodos por zonas:

Frontopolar: Fp1-Fp2, Frontal Anterior: F3-F4, Central: C3-C4, Parietal: P3-P4, Occipital: O1-O2, FrontoLateral: F7-F8, Temporal Anterior: T3-T4 y Temporal Posterior: T5-T6.

Análisis estadístico:

En general los datos QEEG no poseen una distribución normal, por lo cual fue necesario utilizar transformaciones logarítmicas (Guevara, Ramos Hernández-González, Zarabozo & Corsi-Cabrera, 2003; Fernández-Harmony & González, 2001; Guevara Hernández-González, Sanz-Martin & Amezcua, 2011).

PA: $y = \log(x)$ Logaritmo base 10 de la Potencia Absoluta: PA

PR: $y = \ln(x/(100-x))$ Logaritmo natural de la Potencia Relativa: PR dividida entre 100 menos PR

COH: $z = 0.5 * \ln((1+r)/(1-r))$

Asimetría Frontal Alpha (FA): LnD - LnI

Una vez transformados todos los datos a distribución normal se prosiguió con el análisis estadístico.

Para la PA y la PR, se emplearon ANOVAS multifactoriales separados (1 por cada banda) utilizando como Factores: Grupo (Control, Psicópata, No psicópata) X Sitio (Frontal, Temporal, Posterior) X Hemisferio (Derecho, Izquierdo).

Para conformar el factor sitio se utilizó el promedio de PA (o PR según el caso) de los electrodos correspondientes a una zona:

Sitio frontal: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8

Sitio Temporal: T3, T4, T5, T6

Sitio Posterior: P3, P4, O1, O2

Se optó por este método ya que al haber sido normalizados los datos QEEG, la media es el mejor estimado, además de reducir el número de datos.

El factor Hemisferio agrupó a su vez los electrodos acorde al hemisferio cerebral en que se colocan, siendo del hemisferio derecho los que terminan en número par, y del hemisferio izquierdo aquellos que terminan en non (e.g. frontal derecho= Fp2, F4, F8).

No se utilizaron electrodos de la línea media ni área sensorio motriz en este análisis por dos razones:

1. No es posible incluirlos en el análisis por hemisferio ya que no pertenecen a ninguno.
2. Tampoco es posible determinar si los datos que arrojan se deben mayormente a la participación del lóbulo frontal, parietal o de la zona sensorio motriz (ya que contiene los 3).

Se estableció un nivel de significancia de 0.05 y se usó el análisis post-hoc de Bonferroni.

Para el caso de la Coherencia se realizaron Anovas de un factor (Grupo) separados (uno por cada banda). También aquí se estableció un nivel de significancia de 0.05 y se usó el análisis post-hoc de Bonferroni.

Para la Asimetría Frontal Alpha se obtuvo la diferencia de la potencia absoluta de la zona frontal anterior derecha menos la izquierda ($\ln F_4 - \ln F_3$) y se empleó una prueba de diferencia de proporciones (χ^2)

Análisis Adicionales

Adicionalmente se realizaron correlaciones de Pearson entre el puntaje total PCL-R y la actividad eléctrica cerebral (PA, PR y COH); además de realizar correlaciones entre el puntaje de los factores 1 y 2 por separado de la PCL-R y la actividad eléctrica cerebral (PA, PR y COH).

Capítulo 5. Resultados

Descriptivos:

No se encontraron diferencias significativas en la edad de los participantes de los 3 grupos: Anova de un factor (edad) $p= 0.167$.

Tabla 1.Datos descriptivos por grupos.

Grupo	N	Edad (DS)	Rango	PCL-R/PSCL:SV (DS)	Rango
Psicópatas	18	35 (7)	22-47	32.6 (2.3)	30-36
No Psicópatas	18	35 (9.5)	23-55	15.6 (4.9)	6-22
Control	17	30 (9.6)	22-54	1.5 (1.6)	0-5

DS= desviación típica

Lateralidad manual:

Sólo hubo un caso de lateralidad manual izquierda, el cual se ubicó dentro del grupo psicópata,.

POTENCIA ABSOLUTA Y POTENCIA RELATIVA

Delta: No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la PA ni en la PR en la banda Delta (Fig 1.1 y 1.2). Tanto el grupo Psicópata como el de Internos No Psicópatas parecen ser muy similares entre sí, mientras el grupo control se distingue de ambos por tener mayor PA y PR en la banda Delta en todas las zonas. No hubo interacciones significativas.

Theta: (Fig 2.1 y 2.2). Los psicópatas tendieron a mostrar mayor PA Theta en zonas posteriores. Tanto los Psicópatas como los internos No Psicópatas mostraron mayor PR Theta que el grupo control, sobre todo en frontales, sin embargo las diferencias no son estadísticamente significativas. No hubo interacciones significativas.

Alpha: (Fig 3.1 y 3.2). Los 3 grupos presentan una PA Alpha muy similar: mayor en zonas posteriores derechas (no significativo). En el grupo control hay mayor PR Alpha en zona posterior derecha que en la izquierda, de igual modo en el grupo de Internos no Psicópatas, sin embargo en el grupo Psicópata esto se invierte. Las diferencias no fueron estadísticamente

significativas, aunque en la zona posterior izquierda hubo una posible interacción cuya significancia fue de 0.08, muy cercano a ser un dato significativo.

Beta:(Fig 4.1 y 4.2). El grupo control muestra mayor PA Beta que los demás grupos, sobre todo en zonas posteriores, así mismo, muestra también mayor PR en zonas bitemporales. Es notable que el grupo control posea mayor PA Beta posterior del lado izquierdo, mientras que en los otros grupos esto se invierte. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas, tampoco las interacciones.

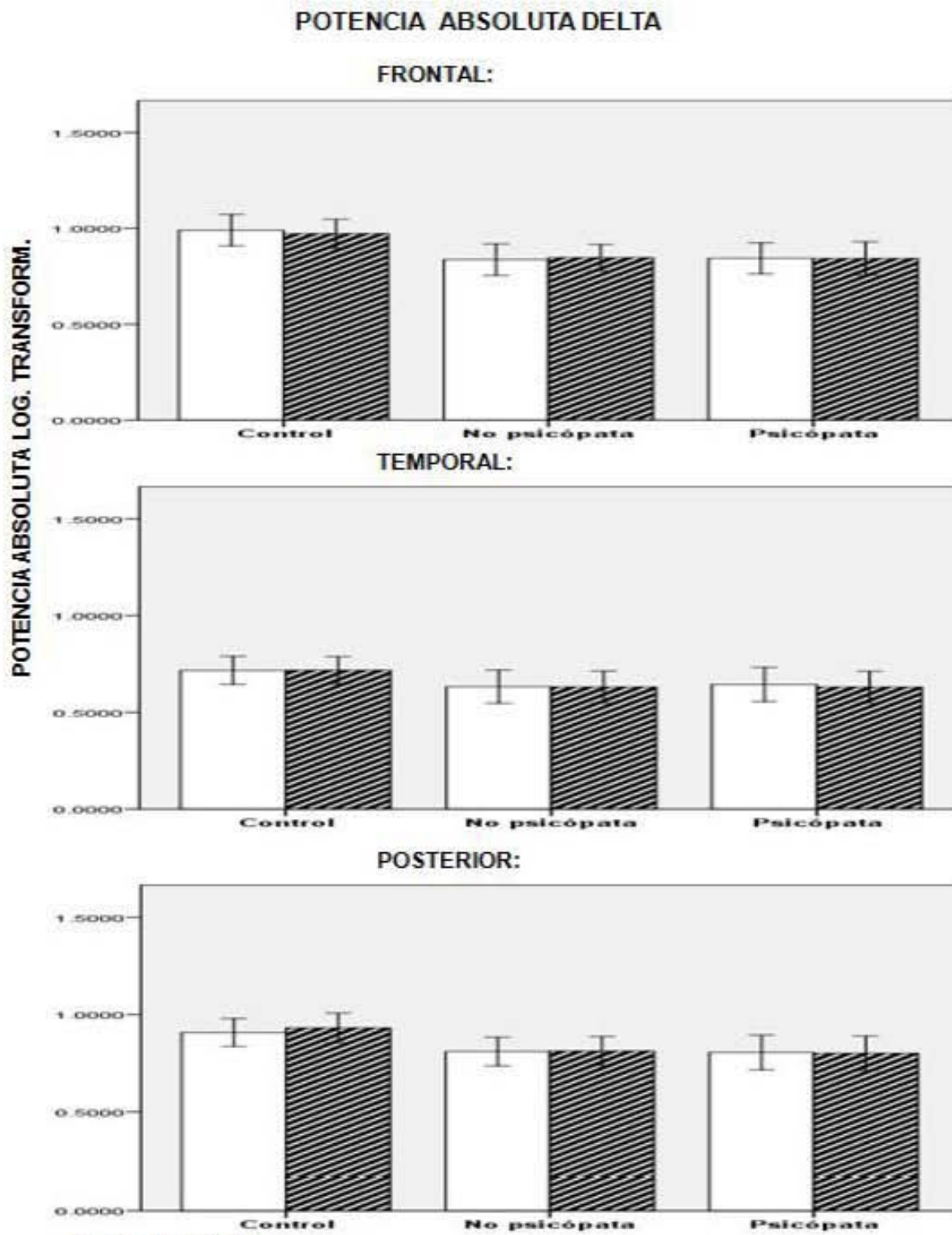


Fig. 1.1 PADelta

Medias de la potencia absoluta para la banda Delta por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

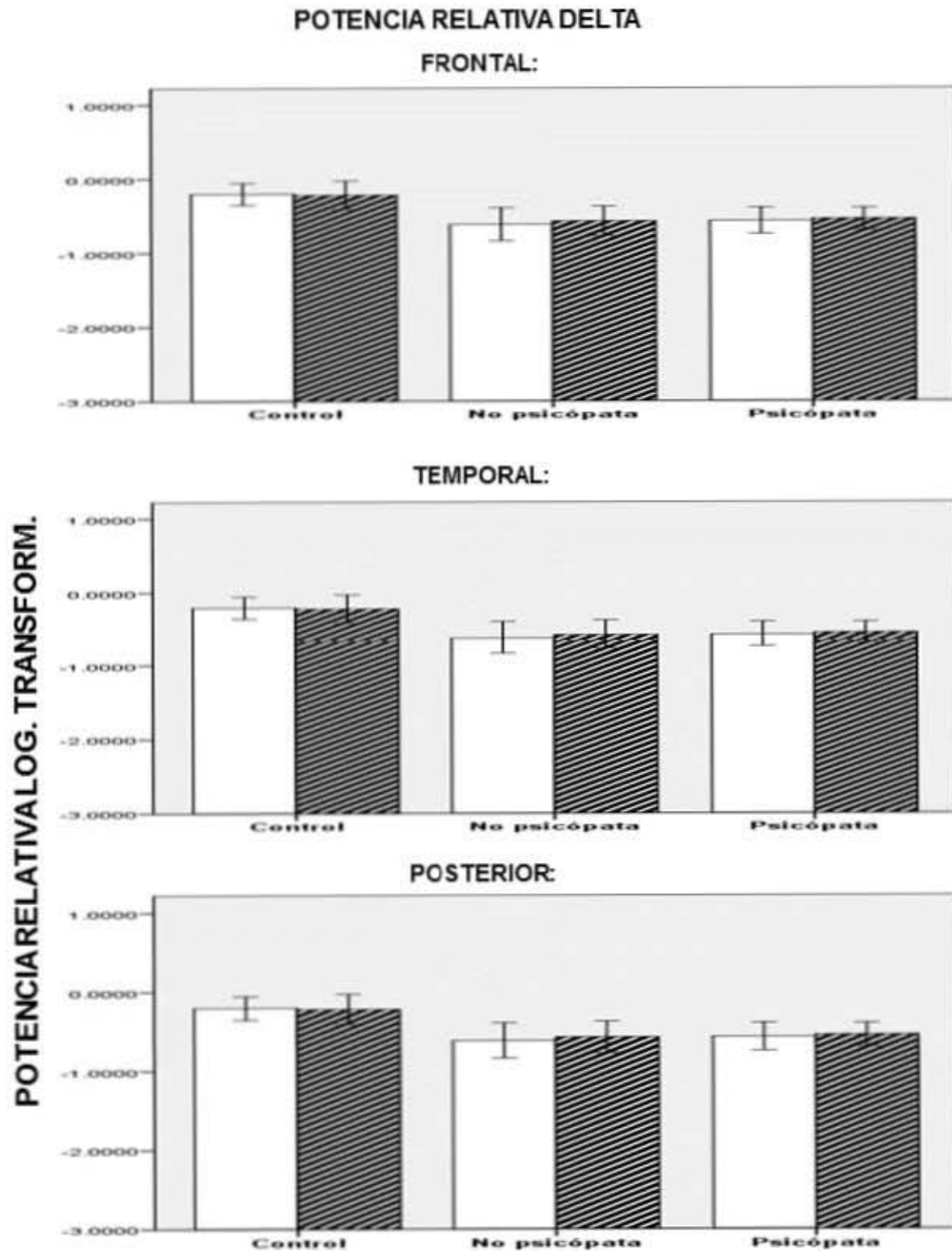


Fig. 1.2 PR DELTA

Medias de la potencia relativa para la banda Delta por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

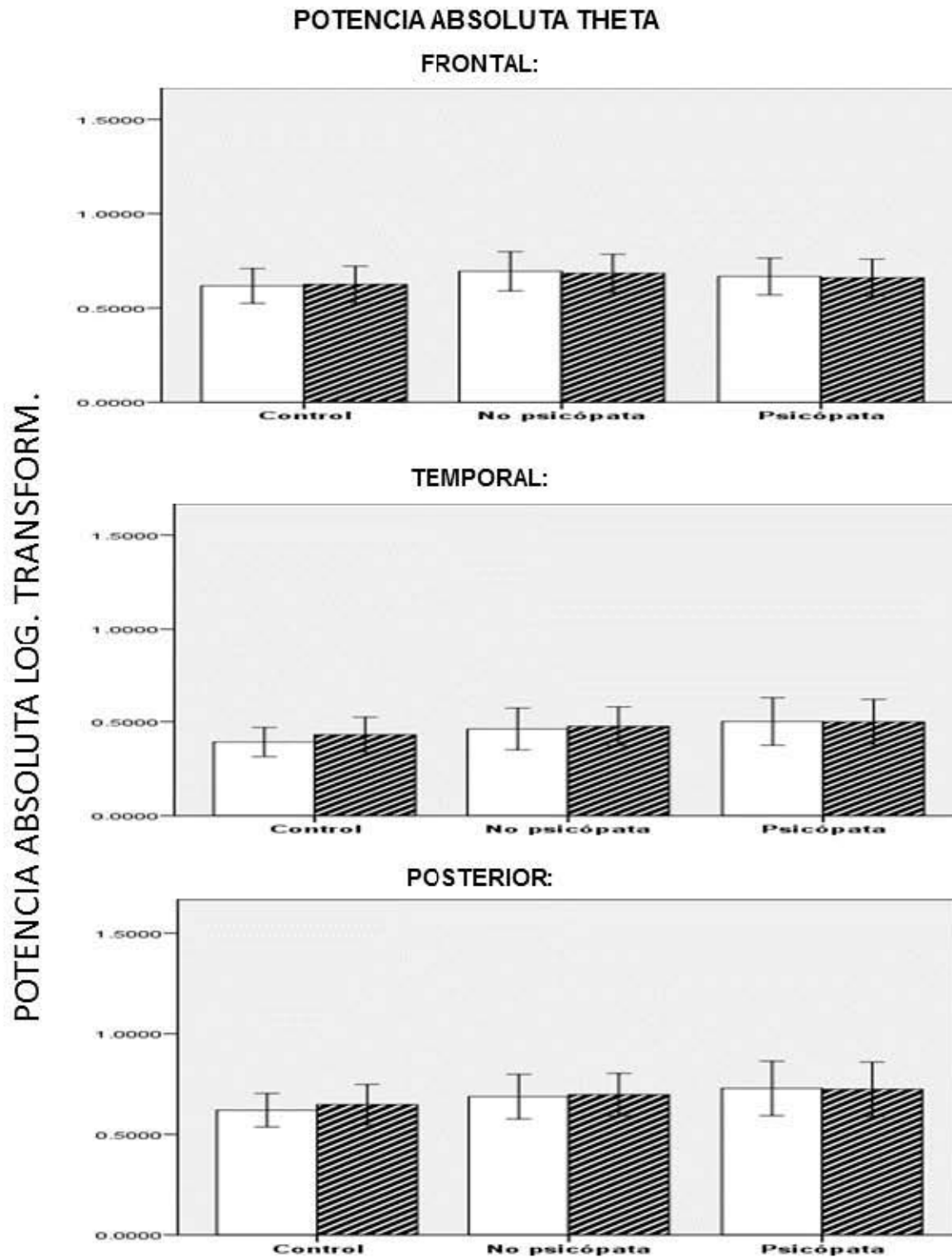


Fig. 1.3 PA THETA

Medias de la potencia absoluta para la banda Theta por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

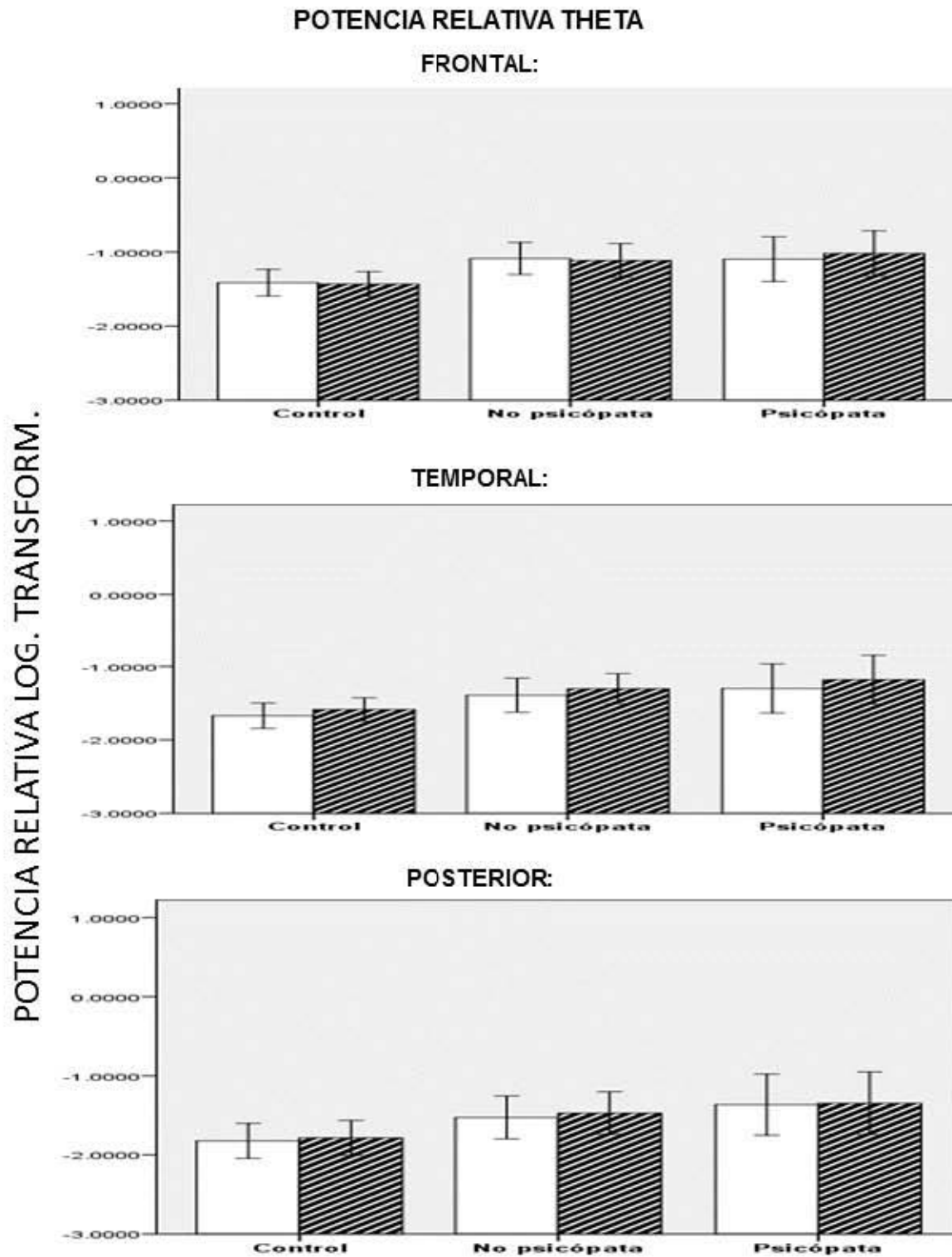


Fig. 1.4 PR THETA

Medias de la potencia relativa para la banda Theta por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

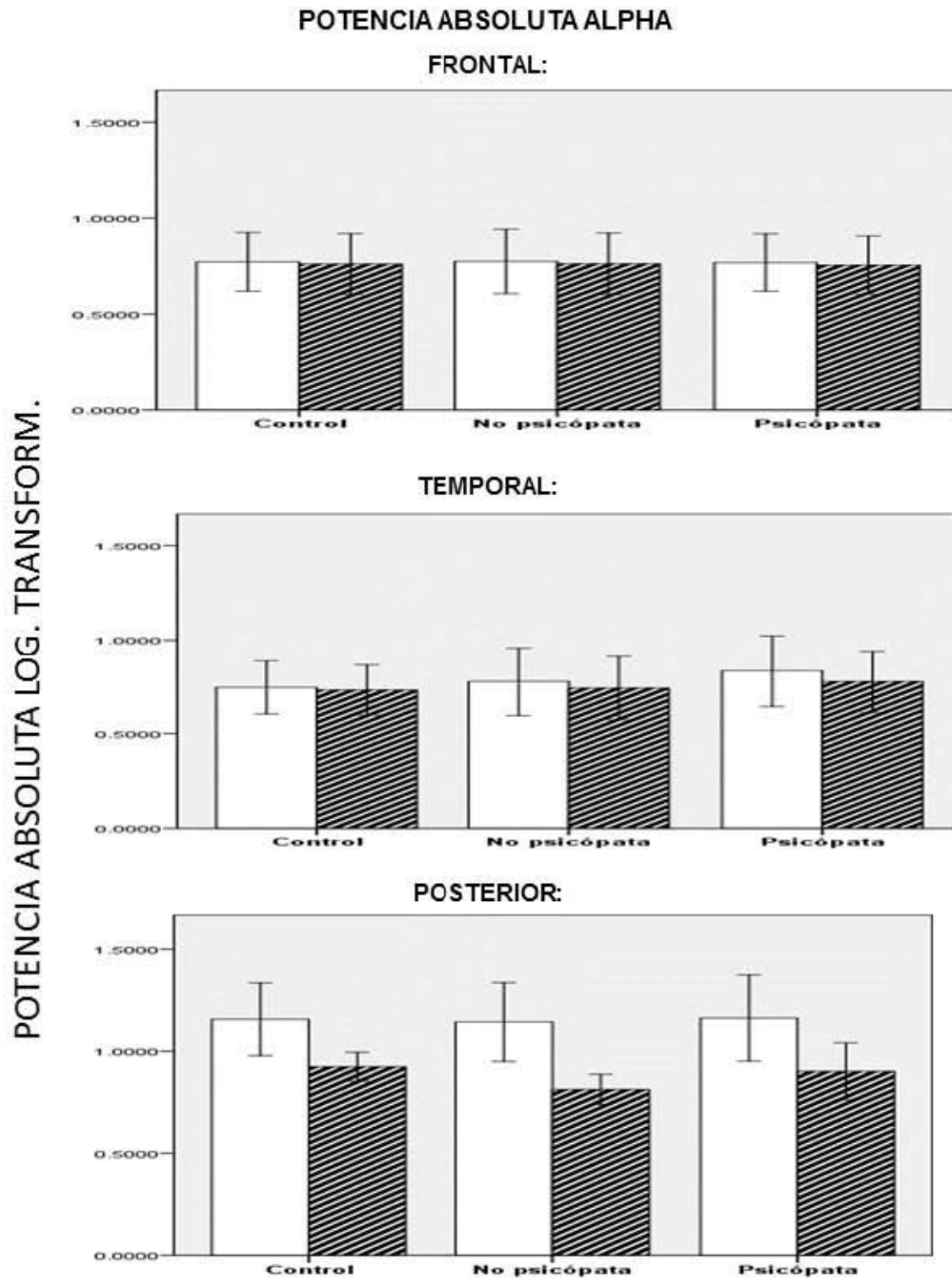


Fig. 1.5 PA ALPHA

Medias de la potencia absoluta para la banda Alpha por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

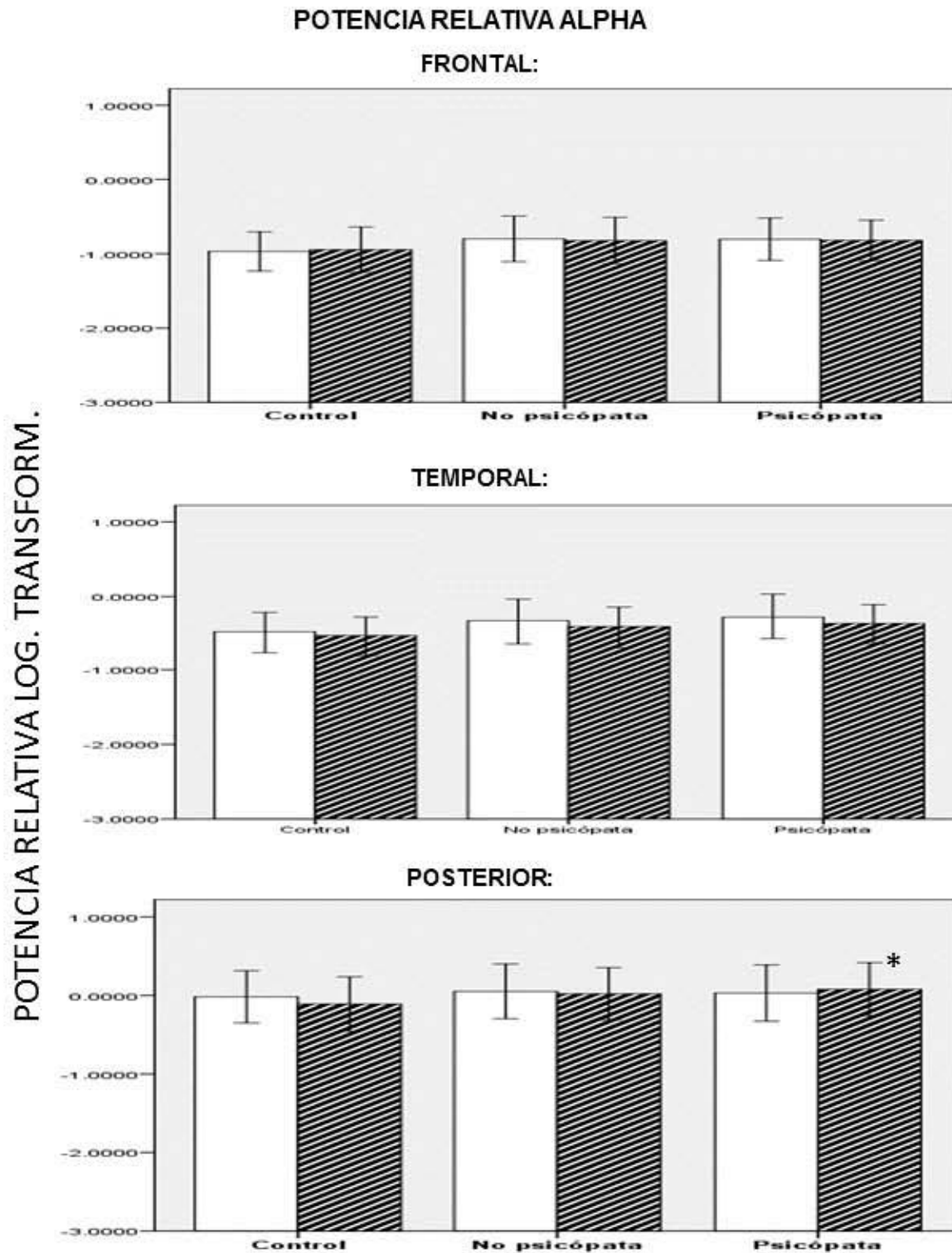


Fig. 1.6 PR ALPHA

Medias de la potencia relativa para la banda Alpha por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico). * La PR Alpha posterior mostró una tendencia (Izquierda > Derecha, $p = 0.08$) a estar invertida en el grupo psicópata comparada con los otros grupos.

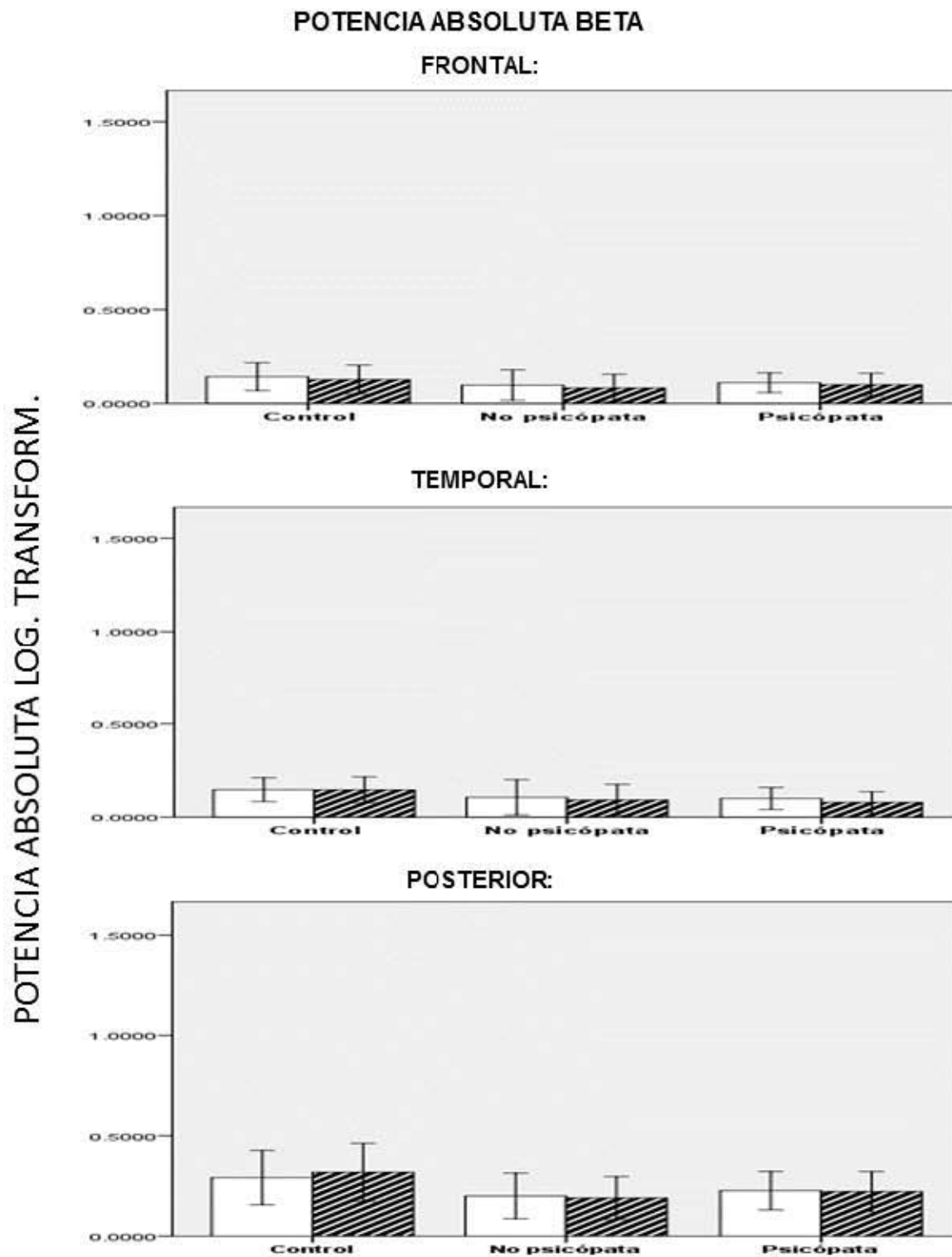


Fig. 1.7 PA BETA

Medias de la potencia absoluta para la banda Beta por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

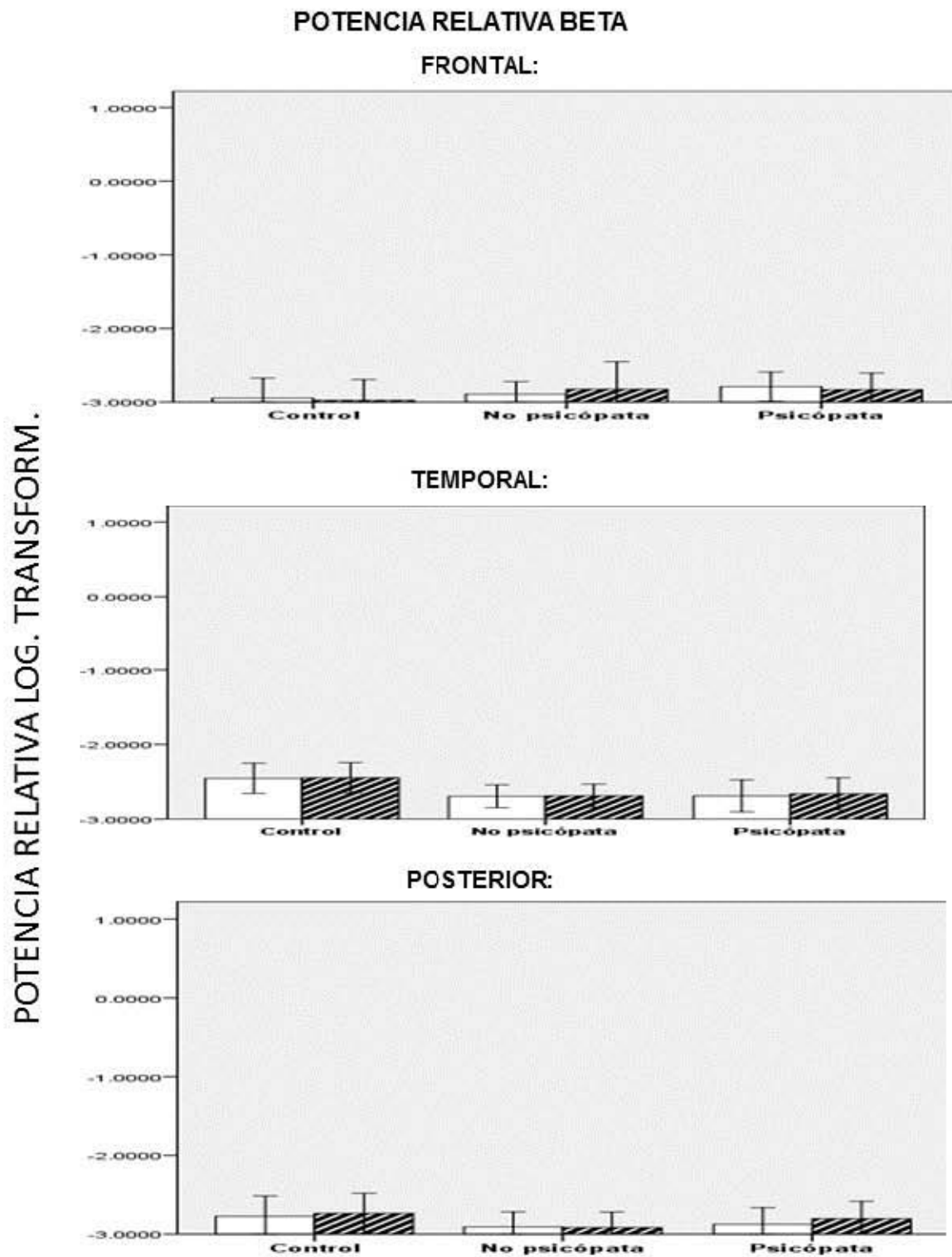


Fig. 1.8 PR BETA

Medias de la potencia relativa para la banda Beta por grupos. No se encontraron diferencias significativas. Barras de error: 2 ET (Error Típico).

Análisis de Banda Estrecha:

Debido a que en la banda Alpha las diferencias estuvieron muy cerca de ser estadísticamente significativas ($p= 0.08$), se optó por utilizar un análisis de banda estrecha entre las distintas frecuencias que define dicha banda. Se realizaron análisis Anova de medidas repetidas utilizando los mismos factores que en el análisis de banda ancha para PA y PR, solo que esta vez sólo se tomó en cuenta la PA de cada frecuencia de entre 7.81 y 12.5 Hz, con una resolución espectral de 0.3906 Hz, dando un total de 10 frecuencias analizadas: 7.81, 8.2, 8.5, 8.9, 9.3, 9.7, 10.1, 10.5, 10.9, 11.3, 11.7, 12.1 y 12.5 Hz, acorde a la resolución espectral sugerida por las normas cubanas (Neuronic, 2006).

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos.

Coherencia Interhemisférica Delta: (Fig. 5.1, 5.2 y 5.3)

Zona Frontopolar. En zonas frontopolares se encontró que tanto el grupo Psicópata como el Grupo de Internos No Psicópatas presentaron una menor coherencia que el grupo Control en la banda Delta. El grupo Psicópata fue el que menor coherencia frontopolar obtuvo en esta banda. Ninguna de estas diferencias alcanzó significancia estadística ($p= 0.156$).

Zona Fronto-Lateral. Se encontró un grado de Coherencia mucho mayor en los Psicópatas y en los Internos No Psicópatas, que en el grupo Control, sin embargo estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p= 0.839$).

Zona Frontal Anterior. De nuevo la coherencia es mucho mayor en los grupos Psicópata e Internos No Psicópatas, aunque sin significancia estadística ($p=0.111$).

Zonas Centrales. Hay una mayor coherencia central en los Internos No psicópatas, seguido de los integrantes del grupo Psicópata, y con la menor coherencia el grupo Control. Tampoco se alcanzó la significancia estadística ($p= 0.141$).

Zona Temporal Anterior. En esta zona la mayor coherencia la obtuvo el grupo Psicópata, en segundo los Internos No Psicópatas y la menor coherencia fue la del grupo Control. Las diferencias no fueron significativas ($p= 0.486$).

Zona Temporal Posterior. Mayor coherencia en el grupo Internos No psicópatas y en el de Psicópatas que en el grupo Control. Diferencias no significativas ($p= 0.597$).

Zona Parietal. Los Internos No Psicópatas alcanzaron el mayor grado de coherencia en esta banda, los demás grupos presentaron una coherencia similar y muy baja ambos en comparación con el grupo Psicópata, aunque ($p= 0.420$) no resulto ser significativo.

Zona Occipital. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la coherencia occipital del grupo Control y los Internos No Psicópatas ($p= 0.02$), así como entre el grupo Control y el grupo Psicópata ($p= 0.015$). La mayor coherencia la obtuvo este último grupo, seguido del grupo de Internos No Psicópatas , y la menor coherencia fue en el grupo Control.

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA DELTA

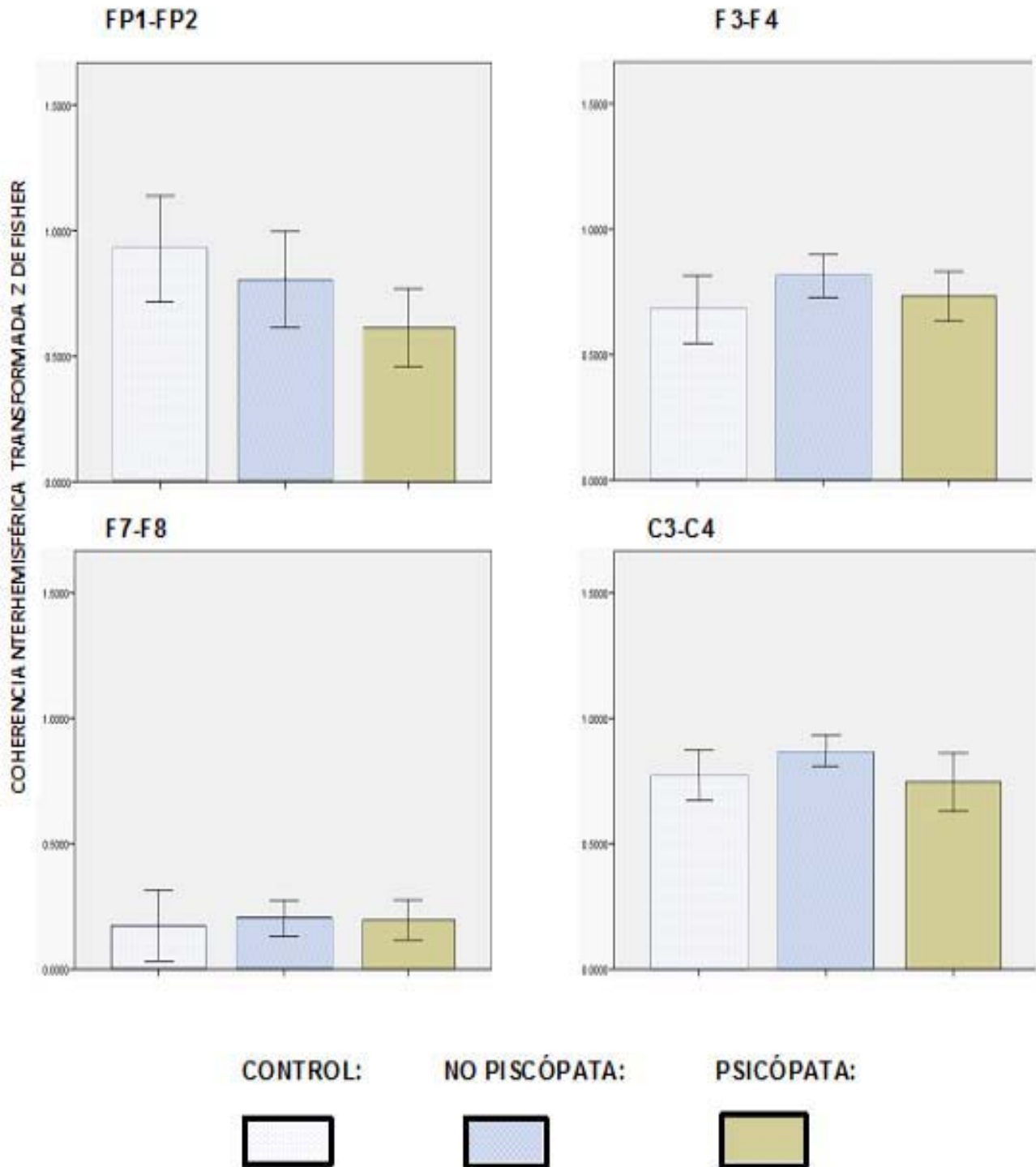


Fig. 2.1 Coherencia Interhemisférica Delta transformada mediante la Z de Fisher; en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos. Barras de Error: 2 ET (Error Típico).

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA DELTA

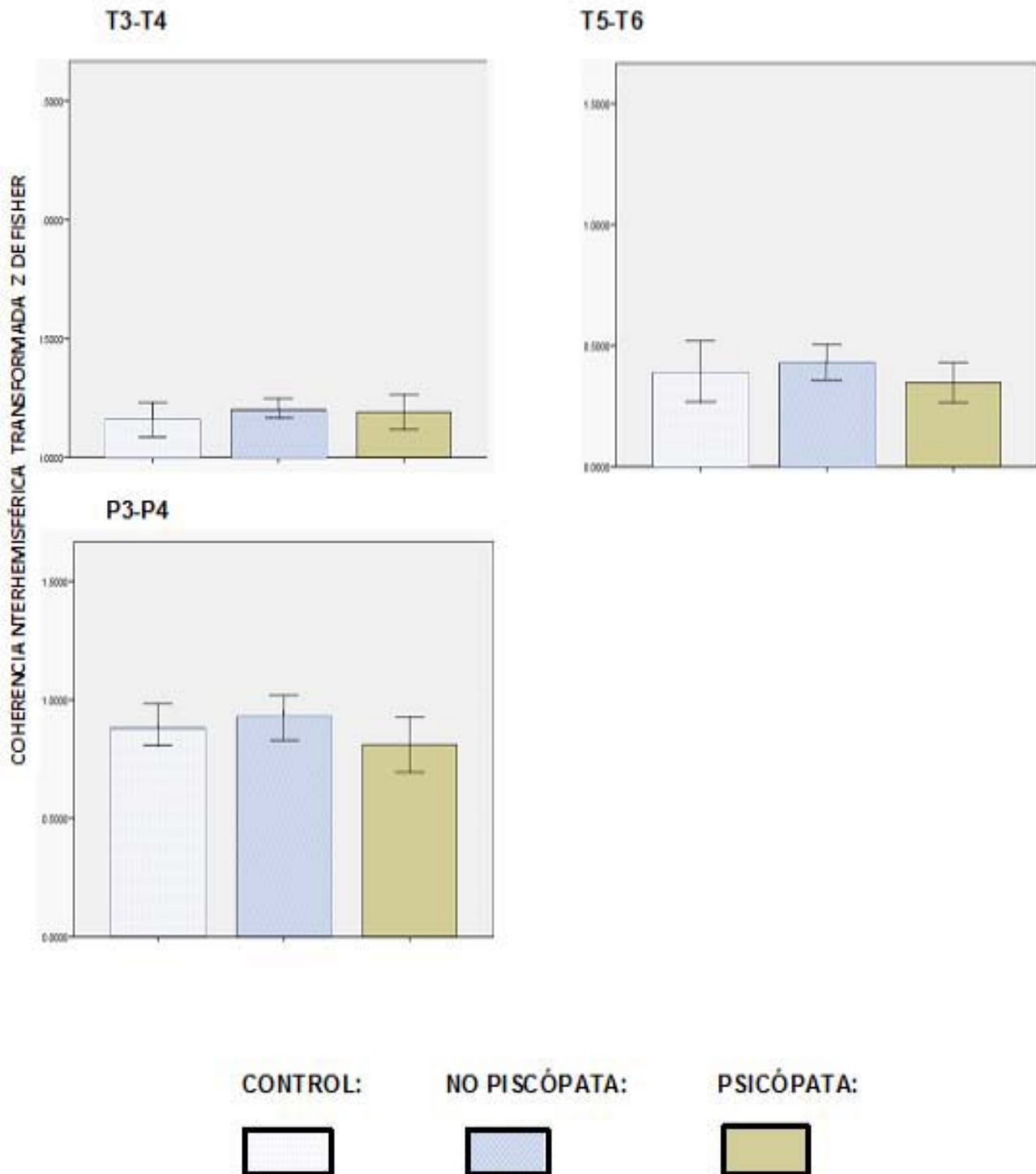


Fig. 2.1.2 Coherencia Interhemisférica Delta transformada mediante la Z de Fisher; en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos. Barras de Error: 2 ET (Error Típico).

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA O1-O2 DELTA

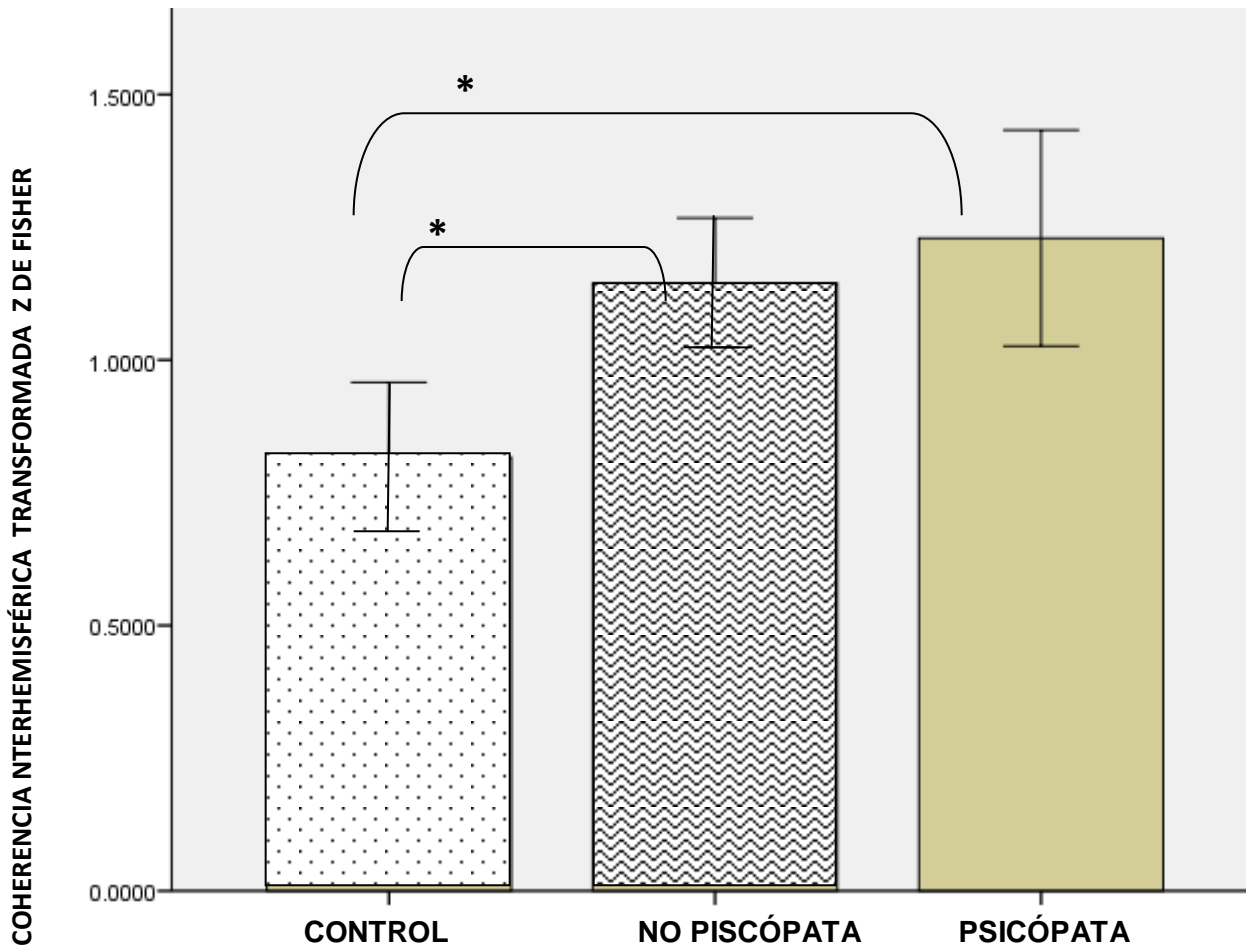


FIG. 2.1.3. Coherencia Occipital Delta. * Diferencias significativas $P < 0.05$.

Barras de Error: 2 ET (Error Típico).

Coherencia Interhemisférica Theta: (Fig. 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7)

Zona Frontopolar. Tanto el grupo Psicópata como el de Internos No Psicópatas presentaron una menor coherencia que el grupo Control en la banda Theta. El grupo Psicópata fue el que menor coherencia frontopolar obtuvo en esta banda. Ninguna de estas diferencias alcanzó significancia estadística ($p= 0.278$).

Zona Fronto-Lateral. La mayor coherencia la obtuvo el grupo Psicópata, seguido de los Internos no Psicópatas, ambos grupos presentan una mayor coherencia que los miembros del grupo Control, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p= 0.757$).

Zona Frontal Anterior. De nuevo la coherencia es mucho mayor en los Psicópatas y en los Internos No Psicópatas, aunque sin significancia estadística ($p= 1.189$).

Zonas Centrales. En las zonas centrales se encontró una mayor coherencia del grupo de Internos No Psicópatas con respecto al control, la diferencia fue estadísticamente significativa ($p= 0.010$).

Zona Temporal Anterior. El grupo Control mostró la menor coherencia con respecto a los demás grupos, el grupo Psicópata obtuvo la coherencia más alta, pese a esto, los resultados no fueron significativos ($p= 0.694$).

Zona Temporal Posterior. Mayor coherencia vista en los Internos No Psicópatas que en el grupo Control y el de Psicópatas. Diferencias no significativas ($p= 0.873$).

Zona Parietal. Esta vez el grupo de Internos No Psicópatas fue el que obtuvo el mayor grado de coherencia frente a los otros dos grupos, que obtuvieron coherencia similar aunque fue un poco mayor el grupo Psicópata; de nuevo esto no fue significativo ($p= 0.266$).

Zona occipital. Se encontraron diferencias significativas ($p= 0.04$) entre el grupo Control y el de Psicópatas, siendo este último el de mayor coherencia.

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA THETA

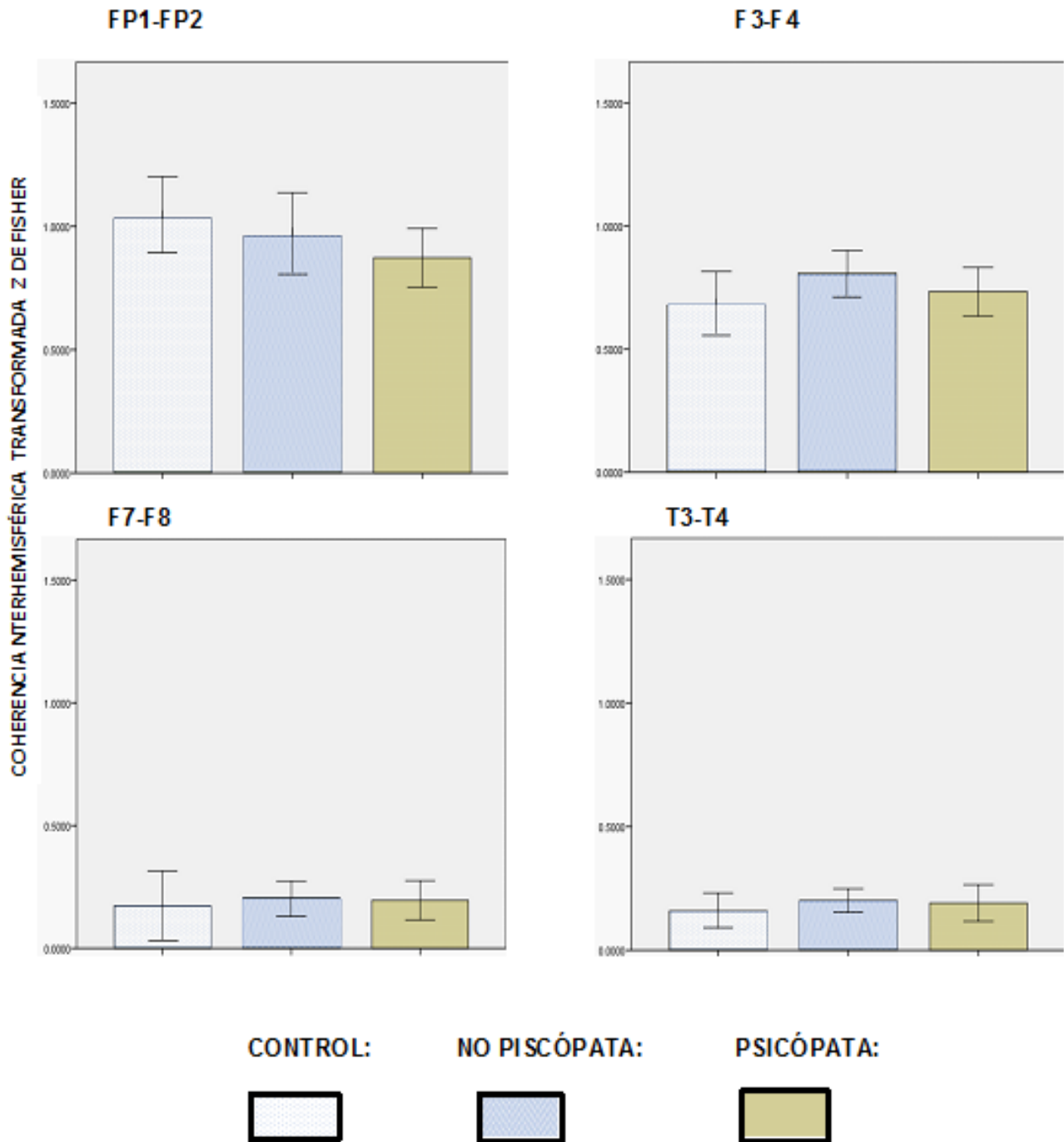


Fig. 2.2 Coherencia Interhemisférica Theta transformada mediante la Z de Fisher; en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos. Barras de Error: 2 ET (Error Típico).

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA THETA

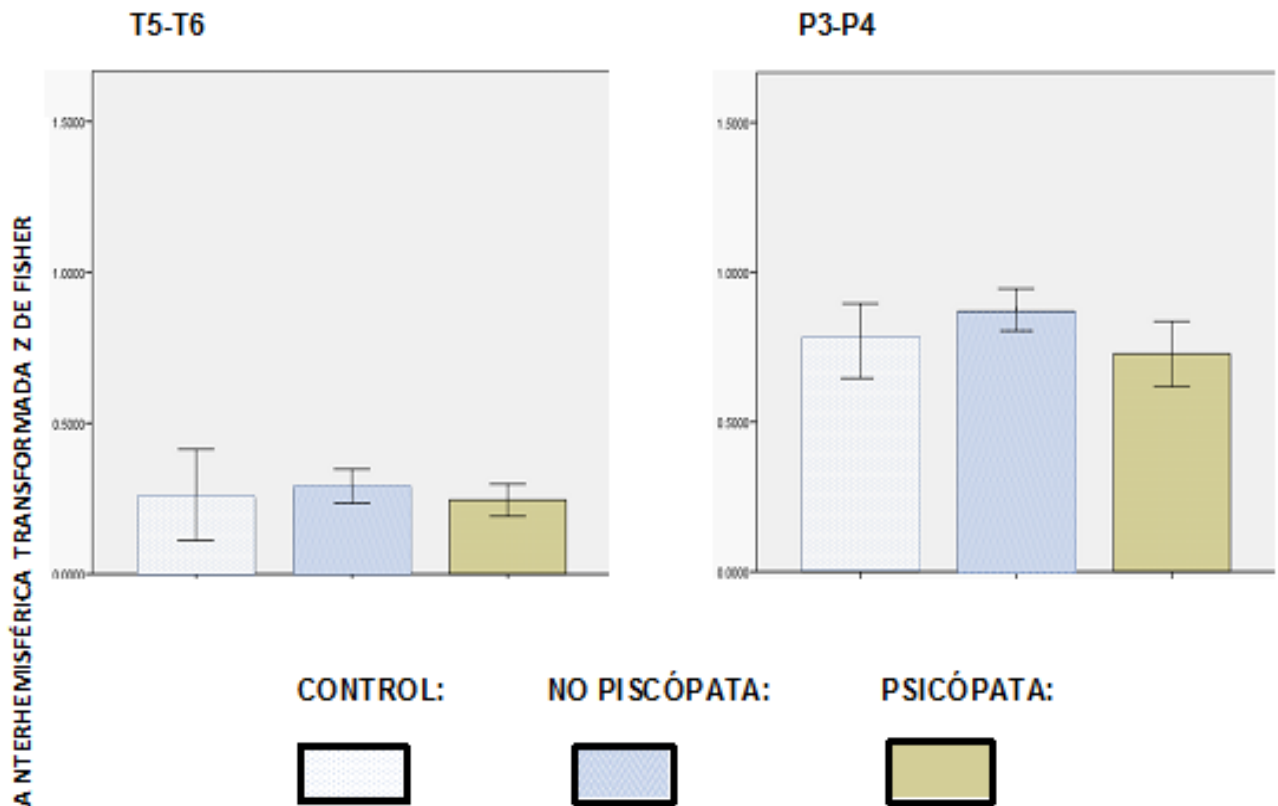


Fig. 2.2.1 Coherencia Interhemisférica Theta transformada mediante la Z de Fisher; en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos. Barras de Error: 2 ET (Error Típico).

INTERHEMISFÉRICA C3-C4 THETA

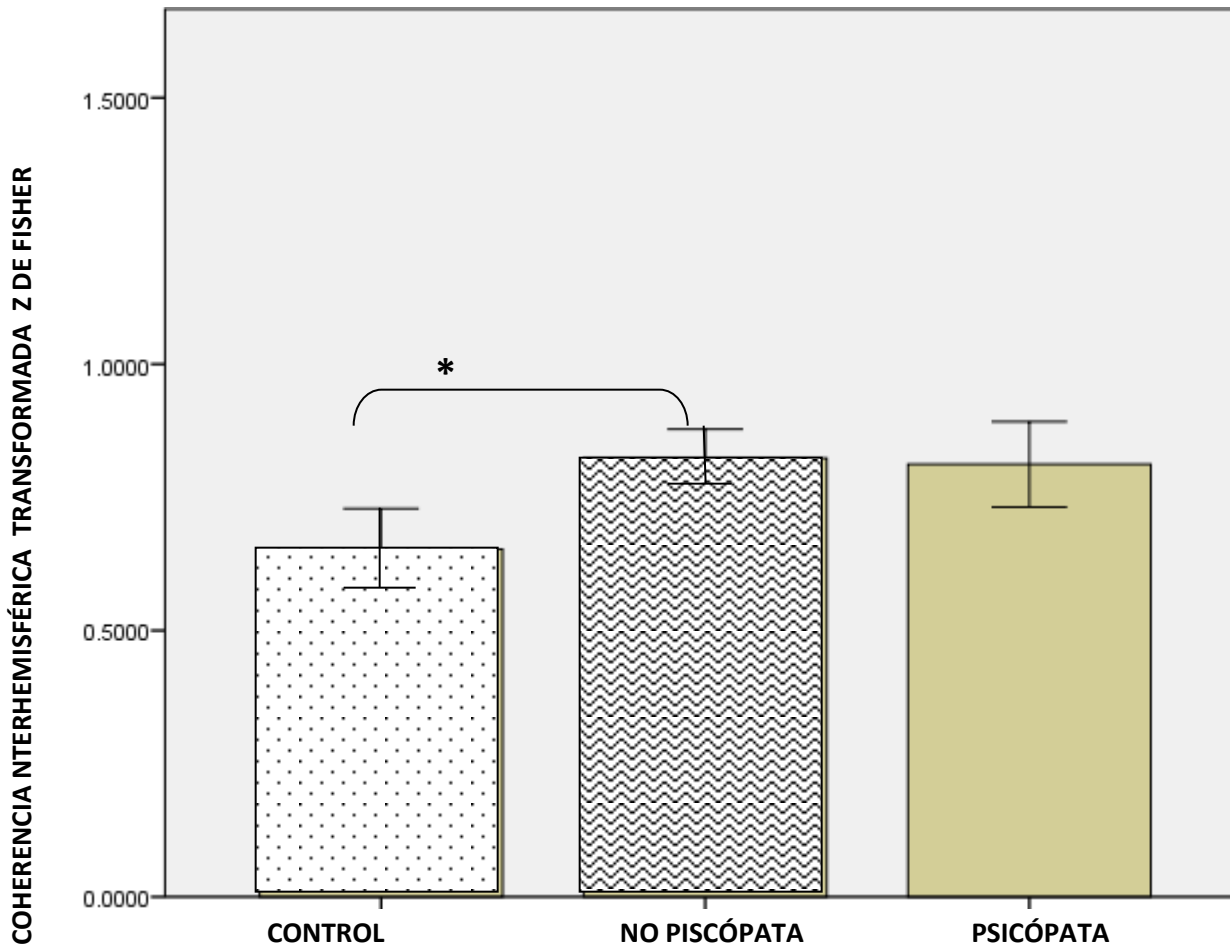


Fig.2.3. Media de la Coherencia Interhemisférica C3-C4 por grupo. Se observa una mayor coherencia en el grupo No Psicópata en comparación con el grupo control. * $p= 0.01$ (Barras de error típico 2ET).

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA O1-O2 THETA

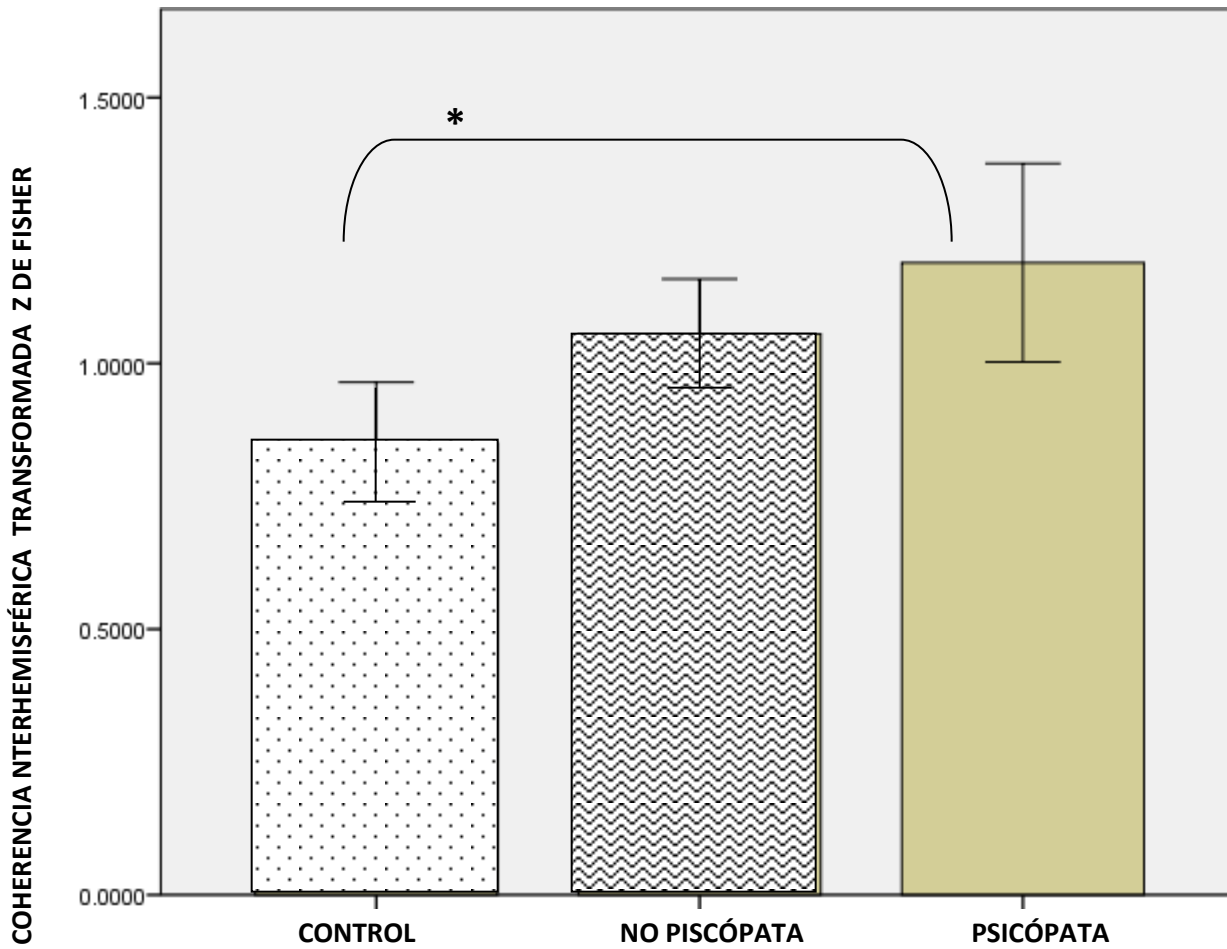


Fig.2.3.1 Media de la Coherencia Interhemisférica O1-O2 por grupo. Se observa una mayor coherencia en el grupo Psicópata en comparación con el grupo Control. * $p= 0.04$
Se muestran barras de error típico 2 ET.

Coherencia Interhemisférica Alpha: (Fig. 5.8, 5.9, y 5.10)

Zona Frontopolar. Hubo una gran distancia entre la coherencia obtenida por el grupo Control (la mayor en este caso) y los demás grupos: el grupo Psicópata fue el de menor coherencia seguida del de Internos No Psicópatas. Aún así, las diferencias no fueron significativas ($p= 0.099$).

Zona Fronto-Lateral. El mismo patrón que en la zona frontopolar ($p= 0.589$).

Zona Frontal Anterior. De nuevo el grupo Psicópata mostró la menor coherencia frente a los demás grupos, el que alcanzó mayor coherencia fue el grupo Control, seguido del de Internos No Psicópatas; no obtuvo significancia estadística ($p= 0.771$).

Zonas Centrales. Los Psicópatas mostraron una muy baja coherencia frente a los demás grupos; esta vez fue el grupo de Internos No Psicópatas el de mayor coherencia aunque no fue significativa ($p= 0.308$).

Zona Temporal Anterior. En esta zona la mayor coherencia la obtuvo el grupo Control, en el siguiente lugar el grupo de Internos No Psicópatas. Las diferencias no fueron significativas ($p= 0.674$).

Zona Temporal Posterior. La coherencia más baja la exhibió el grupo Psicópata en comparación con los demás grupos; de nuevo el Grupo control tuvo una coherencia un poco mayor que el tercer grupo ($p= 0.912$, no significativa).

Zona Parietal. El grupo de Internos No Psicópatas obtuvo mayor grado de coherencia en esta banda, los demás grupos presentaron una coherencia similar aunque el grupo control tuvo coherencia un poco más grande ($p= 0.586$, no significativa).

Zona Occipital. La coherencia en esta zona fue mayor en el grupo Psicópata que en el control y fueron significativas ($p= 0.027$).

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA ALPHA

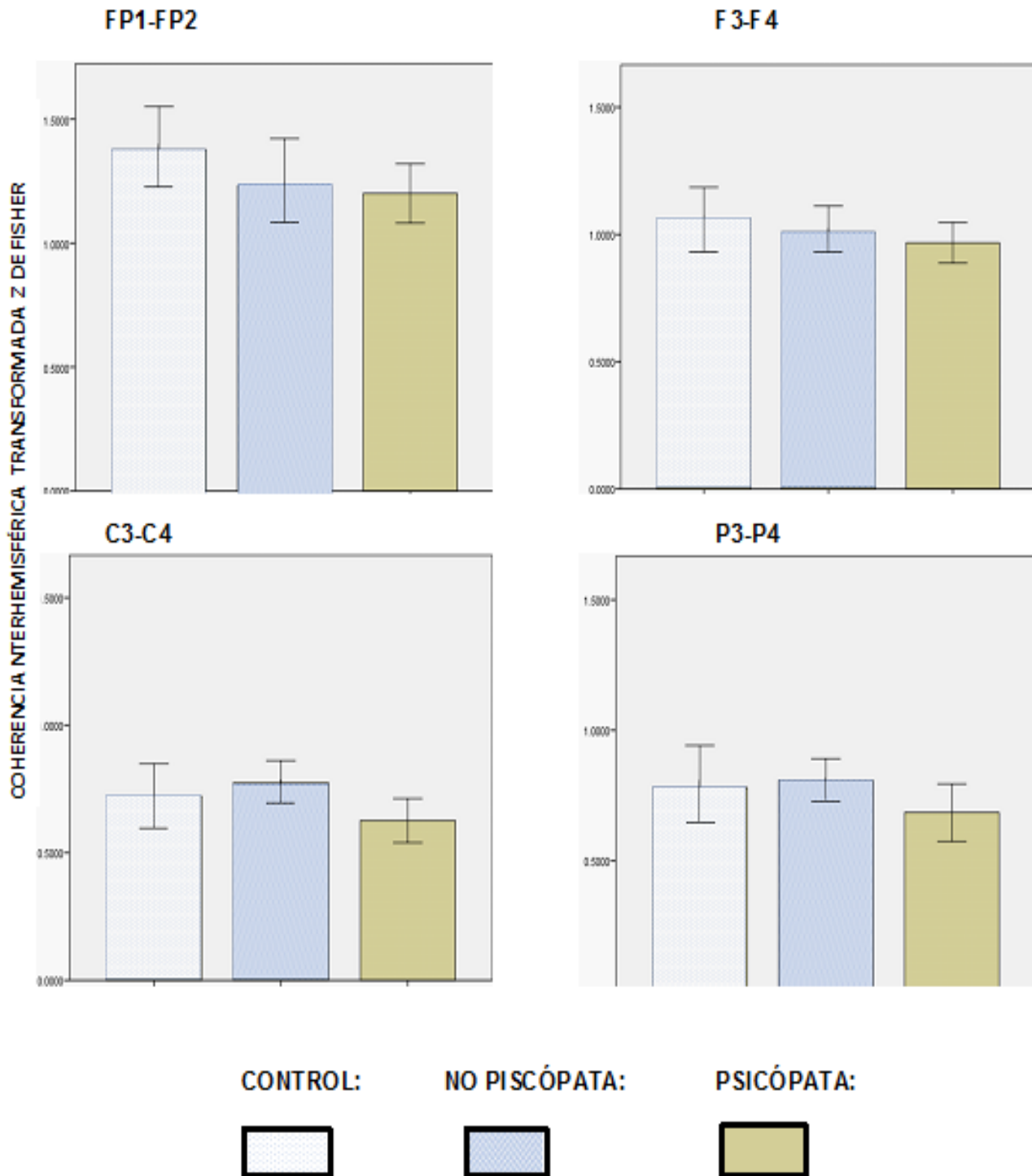


Fig. 2.4 Coherencia Interhemisférica Alpha transformada mediante la Z de Fisher; en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos.

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA ALPHA

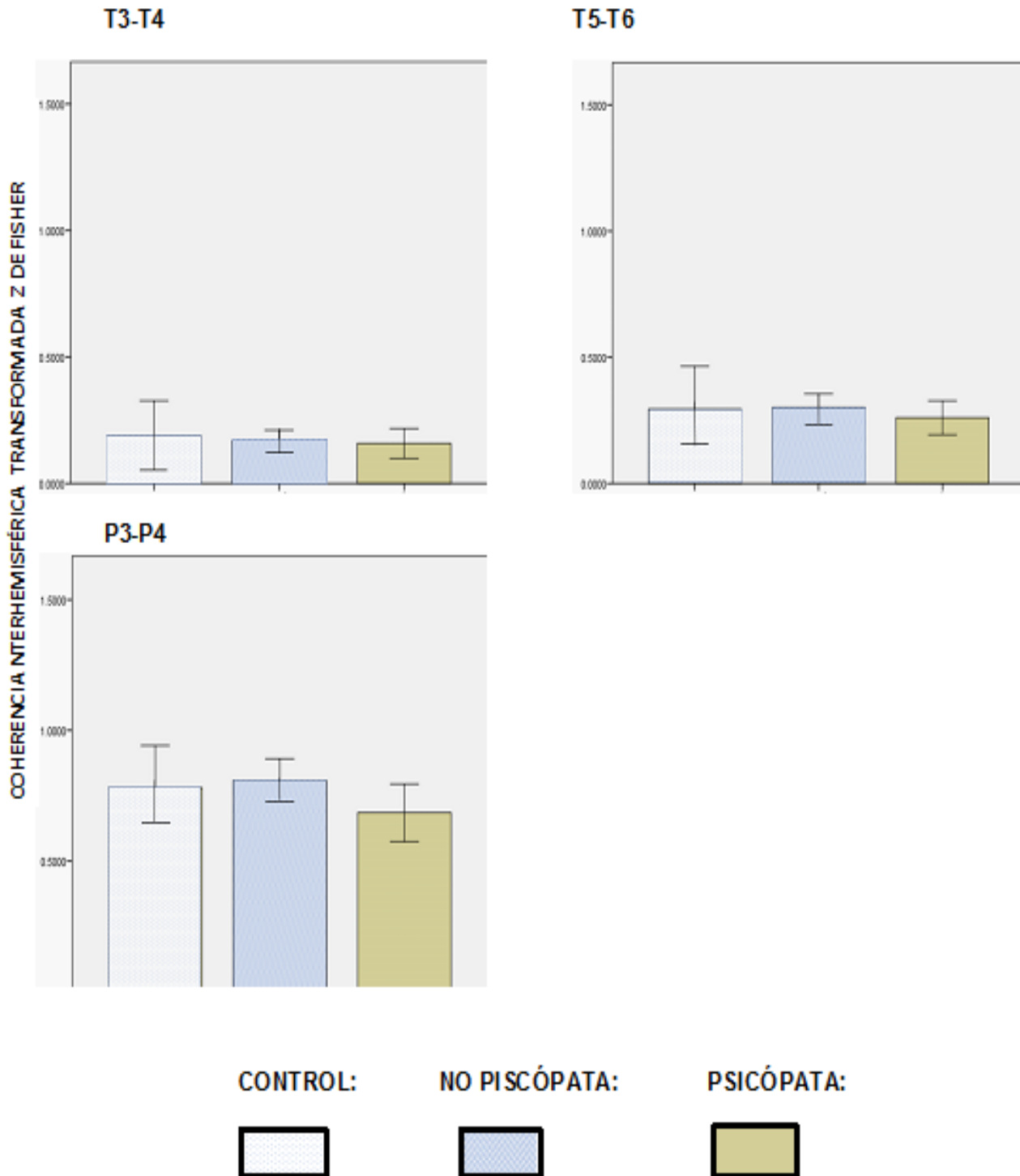


Fig. 2.4.1 Coherencia Interhemisférica Alpha transformada mediante la Z de Fisher; en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos.

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA O1-O2 ALPHA

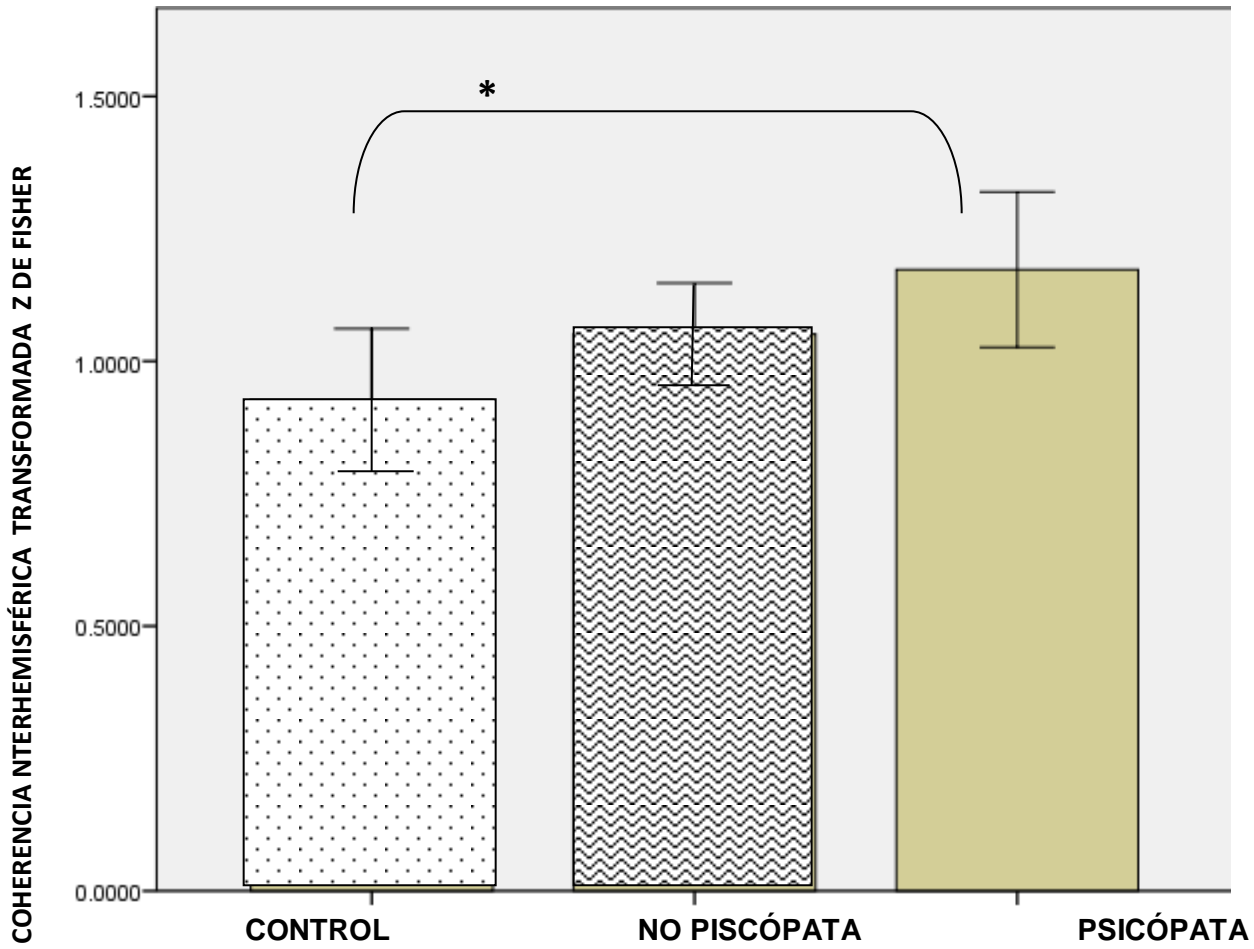


FIG. 2.5 Coherencia Occipital ALPHA. Se observa un aumento significativo de la coherencia del grupo Psicópata comparado con el grupo Control. * $p=0.02$ Se muestran barras de error.

Coherencia Interhemisférica Beta (5.11, 5.12 y 5.13):

Zona Frontopolar. A comparación del grupo Control, los demás grupos obtuvieron una coherencia muy baja y similar entre ellos, aunque la diferencia no se considera estadísticamente significativa ($p= 0.090$).

Zona Fronto-Lateral. Gran distancia entre la coherencia más grande (grupo Control) y los otros dos grupos; aquí el grupo de Internos no Psicópatas mostró la menor coherencia, dando como resultado una gráfica lineal, aún así , las diferencias no fueron significativas ($p= 0.211$).

Zona Frontal Anterior. El grupo de Internos No Psicópatas obtuvo la menor coherencia, seguido del grupo Psicópata. El grupo Control se distanció de ambos obteniendo una coherencia mucho mayor aunque no significativa ($p= 0.839$).

Zonas Centrales. Las coherencias alcanzadas por el grupo Psicópata y el grupo Internos No Psicópatas fueron casi la misma, aunque un poco mayor este último grupo; el grupo control presentó un grado mucho menor en comparación con los otros. La significancia estadística ($p= 0.780$) no fue la suficiente para considerar este resultado.

Zona Temporal Anterior. Mismo patrón que en la coherencia Frontal-Lateral, no fue significativo ($p= 0.369$).

Zona Temporal Posterior. El grupo control y el Psicópata muestran casi el mismo grado de coherencia, el cual es muy elevado a comparación del grupo No Psicópata. No llega a ser estadísticamente significativo ($p= 0.846$).

Zona Parietal. Los Psicópatas mostraron la mayor coherencia frente a los demás grupos; los datos del grupo control indican una mucho menor coherencia que los Internos No Psicópatas. Estas diferencias no fueron significativas ($p= 0.841$).

Zona Occipital. Las diferencias entre los Psicópatas y los integrantes del grupo control fueron estadísticamente significativas ($p= 0.05$). La mayor coherencia en Beta occipital fue del grupo Psicópata, luego el control y al final los Internos No Psicópatas.

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA BETA

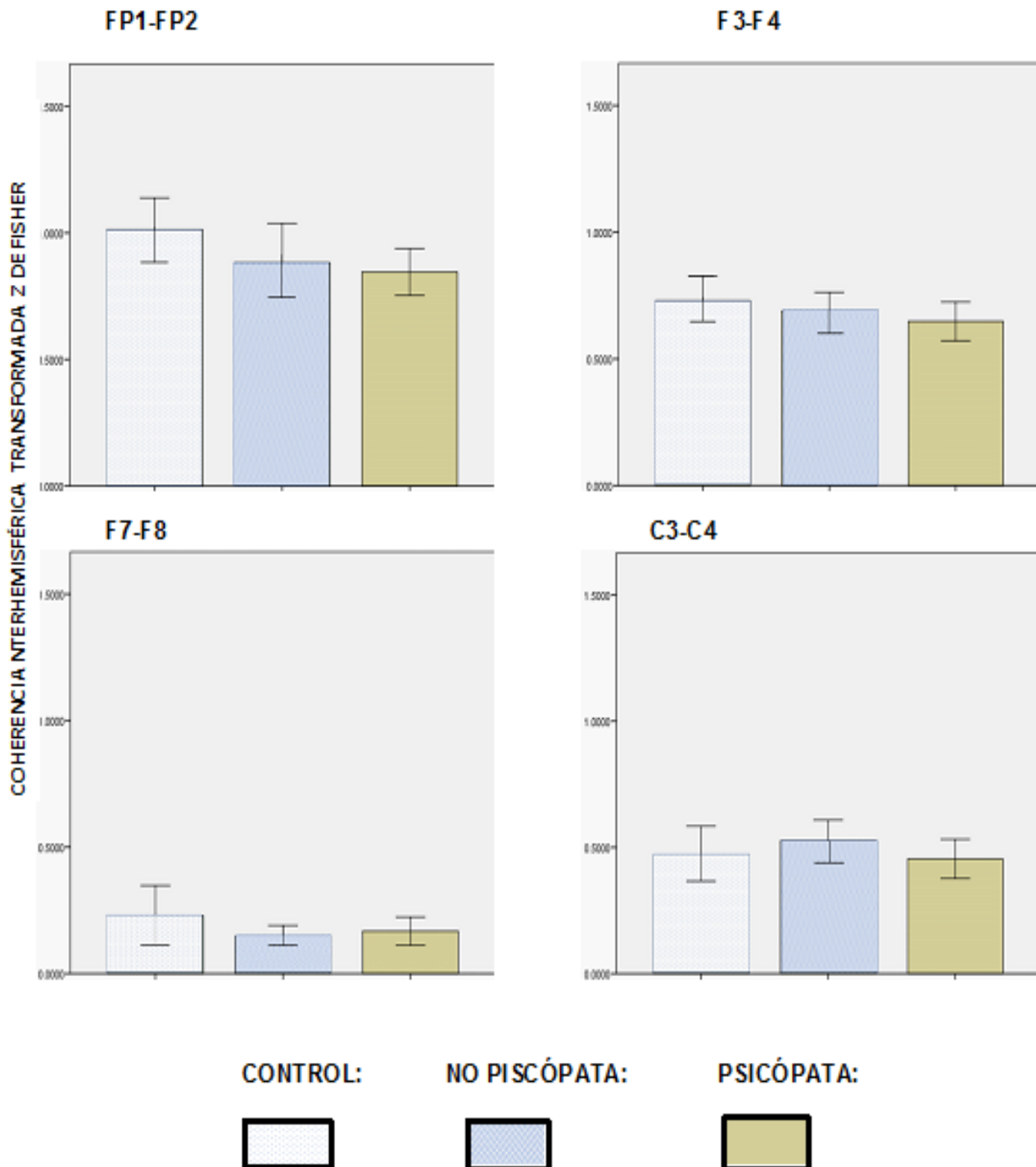


Fig. 2.5 Coherencia Interhemisférica Beta transformada mediante la Z de Fisher, en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos. Barras de Error: 2ET (Error Típico).

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA BETA

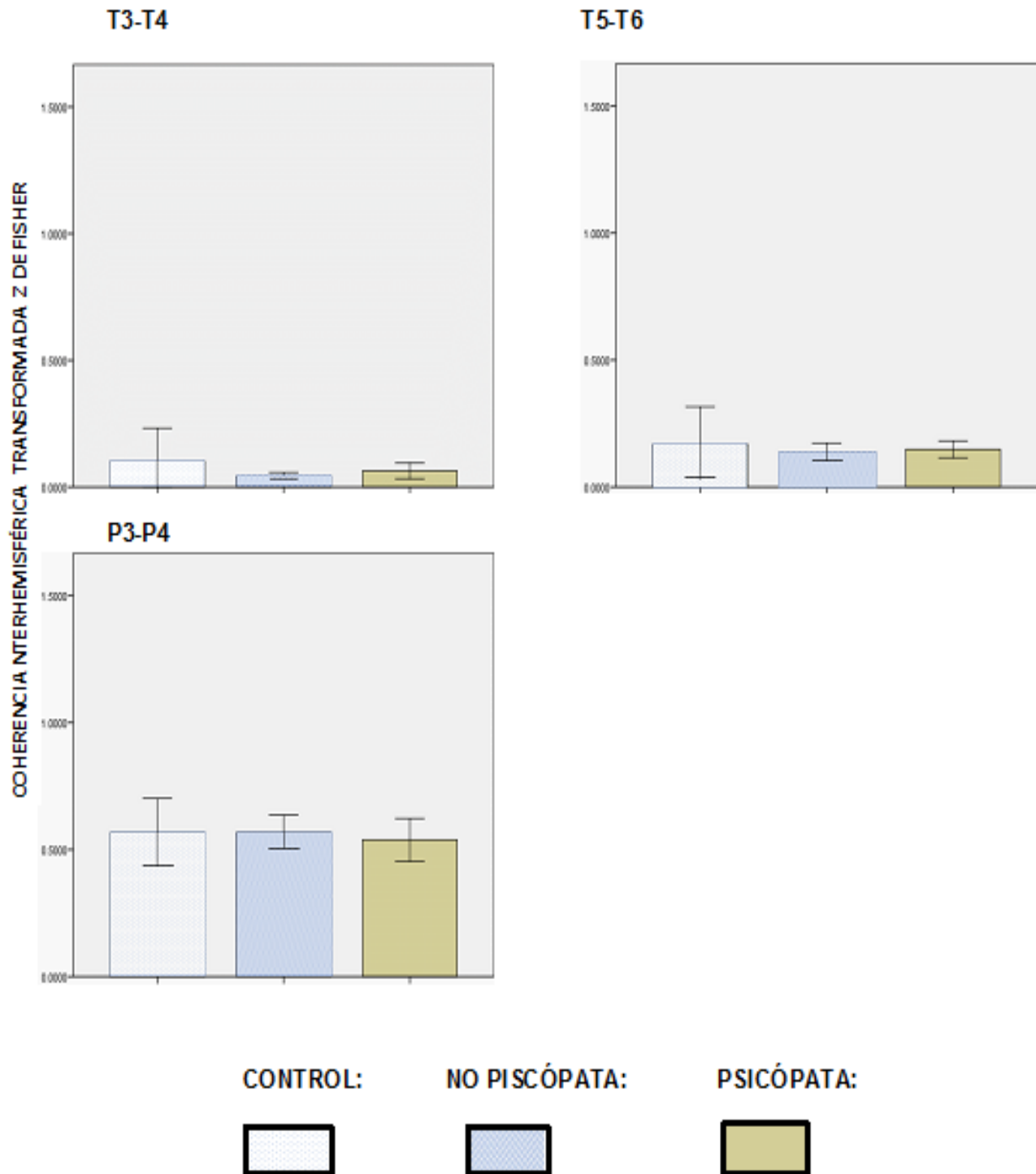


Fig. 2.5.1 Coherencia Interhemisférica Beta transformada mediante la Z de Fisher, en estos pares de electrodos no se encontraron diferencias significativas entre grupos.

COHERENCIA INTERHEMISFÉRICA O1-O2 BETA

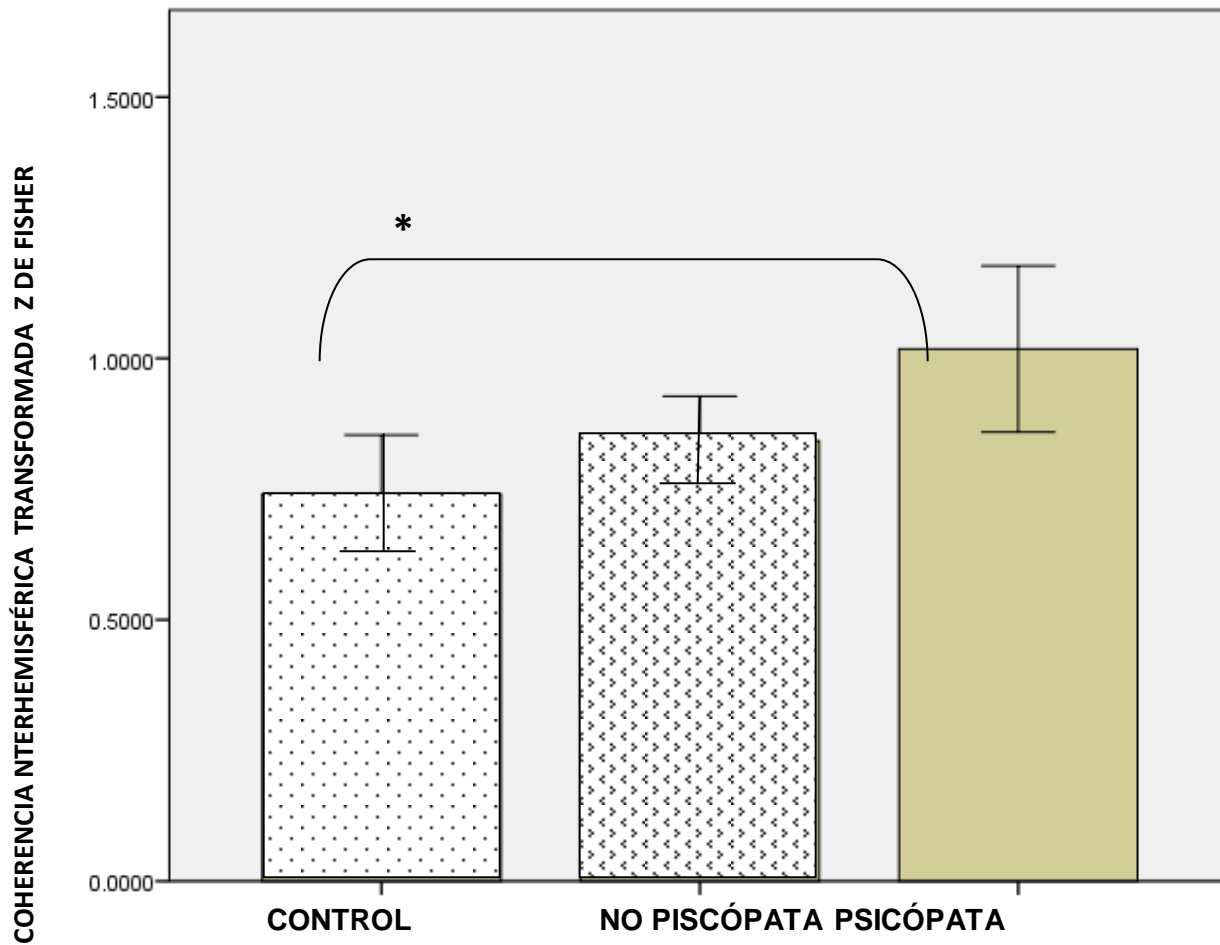


FIG. 2.6 Coherencia Occipital Beta. Se observa un aumento significativo de la coherencia del grupo Psicópata comparado con el grupo Control. * $p=0.05$ Se muestran barras de error 2ET (Error Típico).

Asimetría Frontal Alpha (FA):

Dentro del grupo psicópata 9 sujetos (52%) presentaron mayor Alpha frontal izquierdo que derecho. En el grupo de reclusos no psicópatas esta condición se presentó en 7 sujetos (38%), mientras que en el grupo Control sólo en 6 sujetos (35%). Pese a haber una clara tendencia en el grupo Psicópata a presentar con mayor frecuencia el Alpha frontal invertido, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Correlaciones de Pearson:

Grupo Psicópata + Internos no Psicópatas:

Se encontró una correlación positiva moderada ($r=0.34$) estadísticamente significativa ($p= 0.044$) entre el puntaje obtenido en el factor 1 de la PCL-R y la coherencia interhemisférica Beta en zona temporal anterior (fig 6.1). De forma cualitativa pudo observarse que la mayor coherencia la obtuvieron los sujetos psicópatas (23% de este grupo con Coherencia mayor a 0.10) en comparación de los no psicópatas (solo 5% con coherencia mayor a 0.10). En esta misma zona también se encontró una correlación negativa moderada ($r=-0.34$) estadísticamente significativa ($p= 0.045$) entre el puntaje obtenido en el factor 2 de la PCL-R y la coherencia interhemisférica Delta (fig 6.2). No se encontró correlación significativa entre el puntaje total de la PCL-R y la actividad eléctrica cerebral.

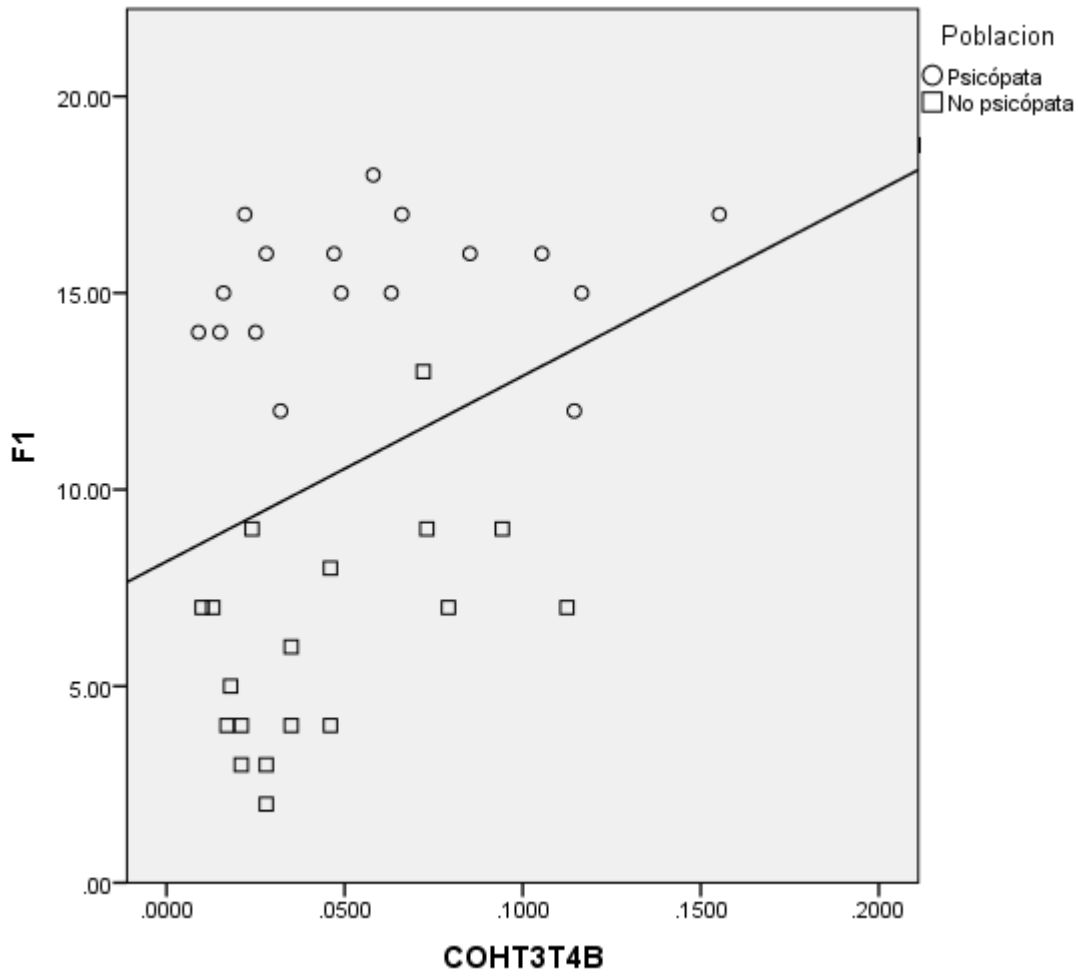
Correlaciones por grupo:

En el grupo de Psicópatas los puntajes totales de la PCL-R mostraron una correlación inversa significativa ($r= -.506$, $p= 0.038$) con la coherencia Alpha en zona frontopolar, así como también con la coherencia Theta ($r= -.46$, $p= 0.05$) en esta misma zona (fig. 6.3 y 6.4).

En el grupo Control se encontraron correlaciones inversas significativas entre el puntaje total de la PCL-R y la coherencia de las bandas Beta ($r= -.56$, $p= 0.019$), Theta ($r= -.56$, $p= 0.017$) y Alpha ($r= -.61$, $p= 0.009$), todas exclusivamente en zona frontal anterior (fig. 6.5, 6.6 y 6.7).

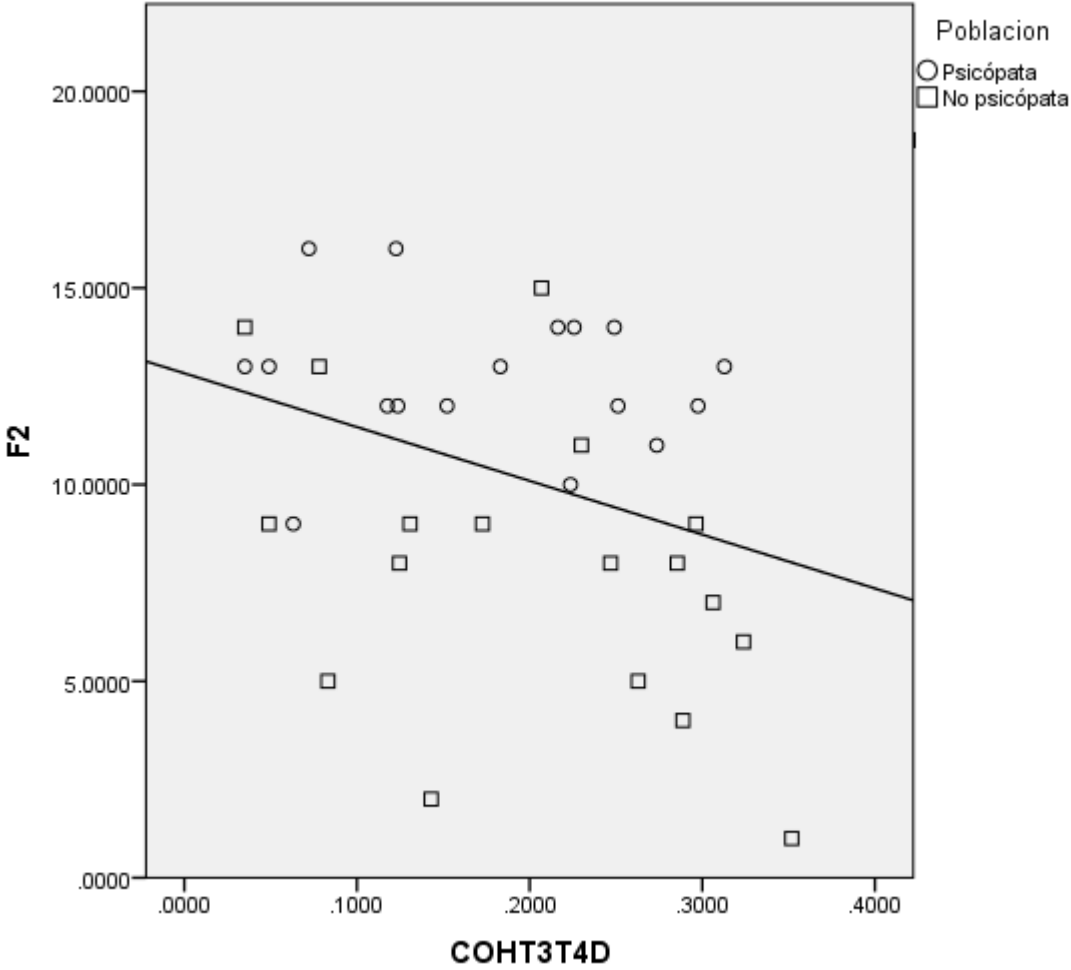
En el grupo de Internos no Psicópatas no se encontró ninguna correlación significativa con el puntaje total de la PCL-R.

Fig 3.1 Correlación entre Factor 1 en población forense y su COH Beta en T3-T4.



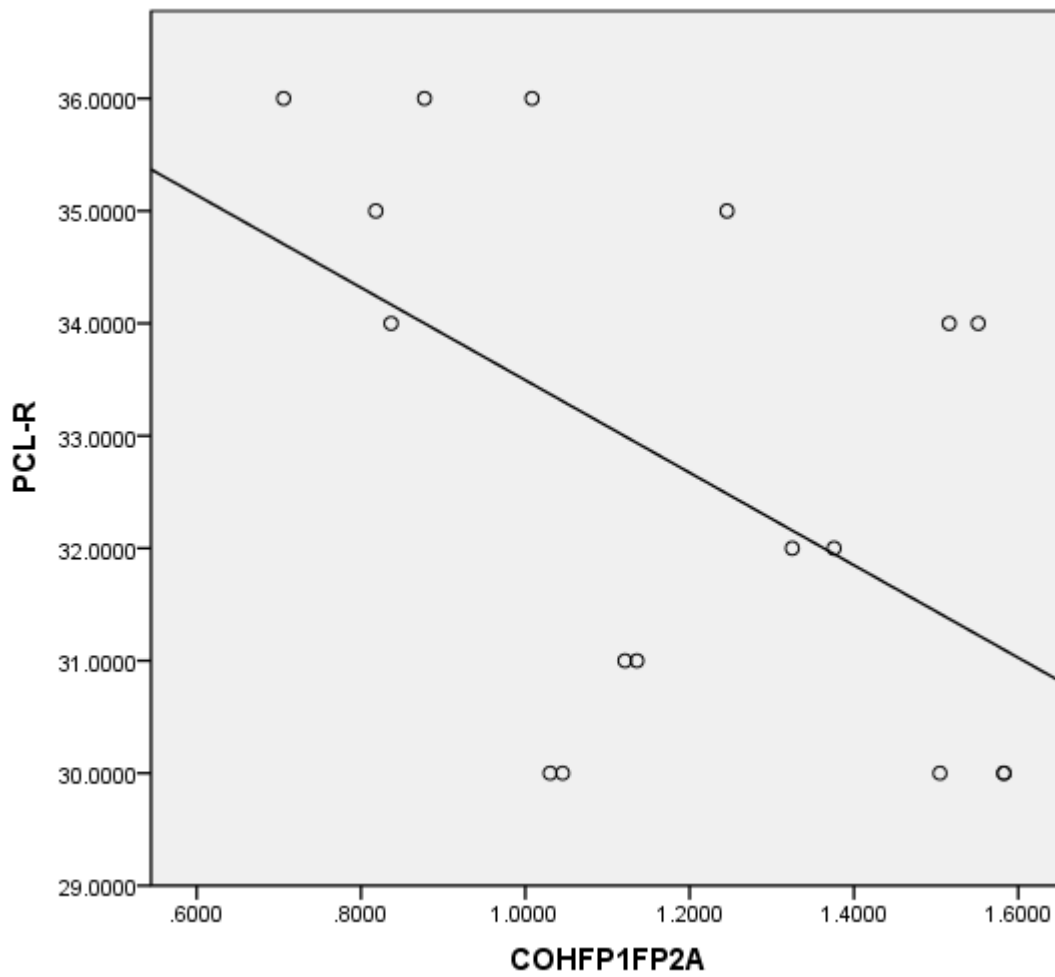
(r= .34, p= 0.04)

Fig 3.2 Correlación entre Factor 2 en población forense y su COH Delta en T3-T4.



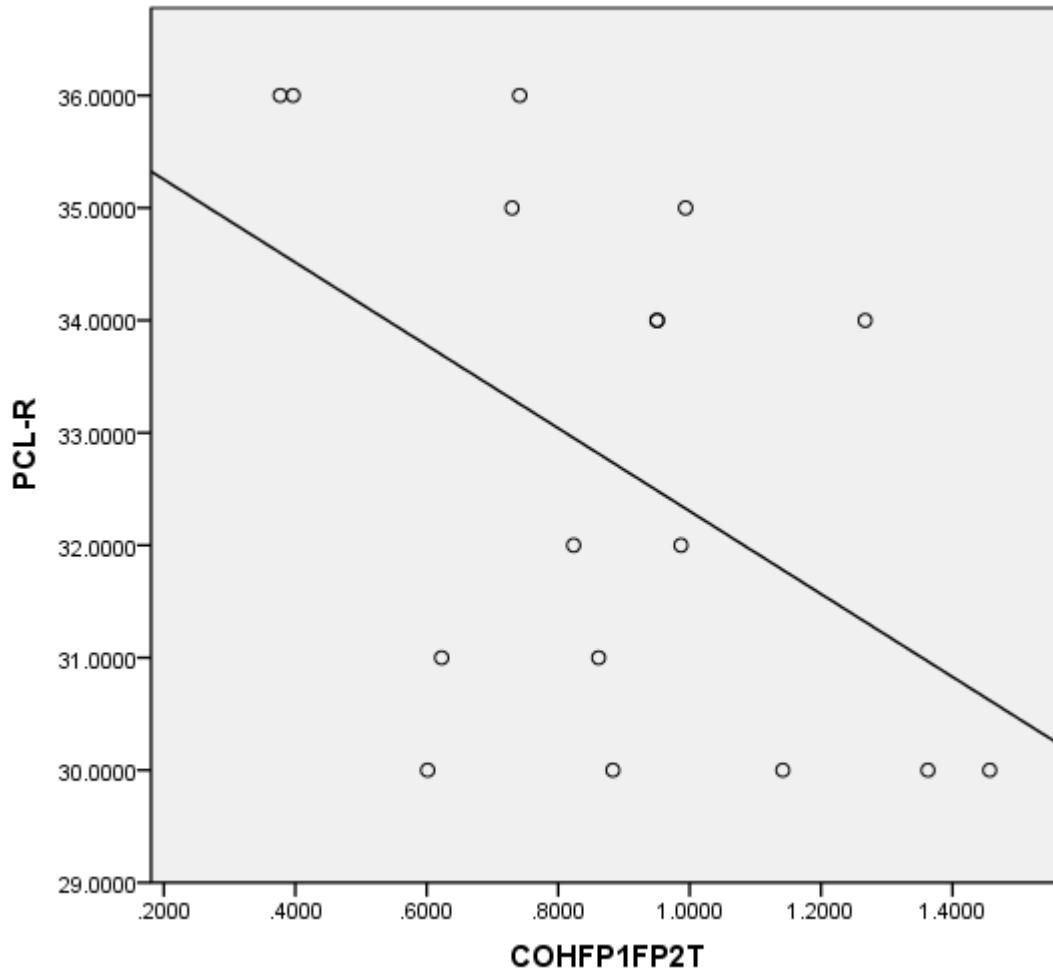
($r = -.34$, $p = 0.01$)

Fig. 3.3 Correlación entre puntuación total PCL-R y COH Alpha en FP1-FP2. Grupo Psicópata.



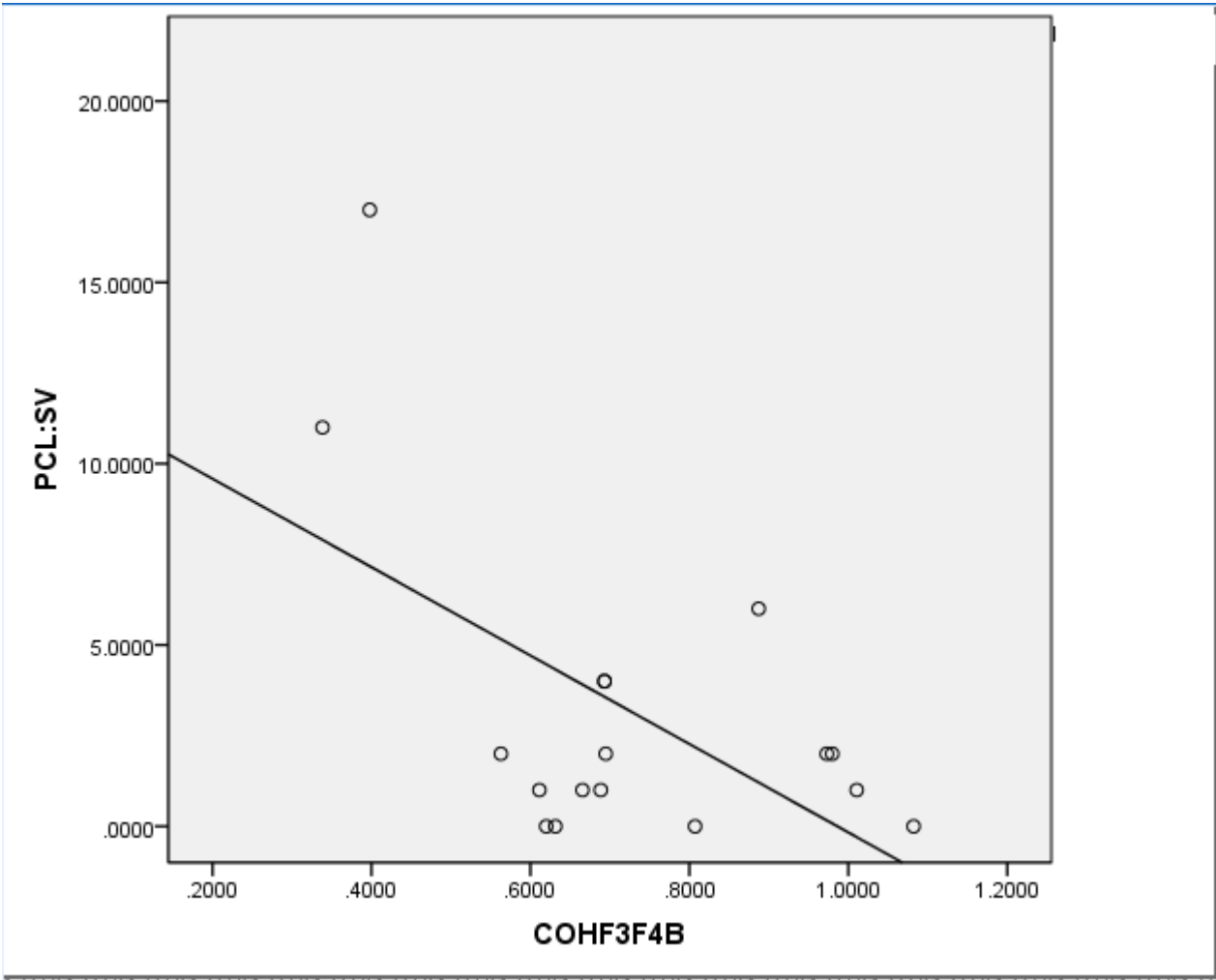
($r = -.506$, $p = 0.038$)

Fig. 3.4 Correlación entre puntuación total PCL-R y COH Theta en FP1-FP2: Grupo Psicópata.



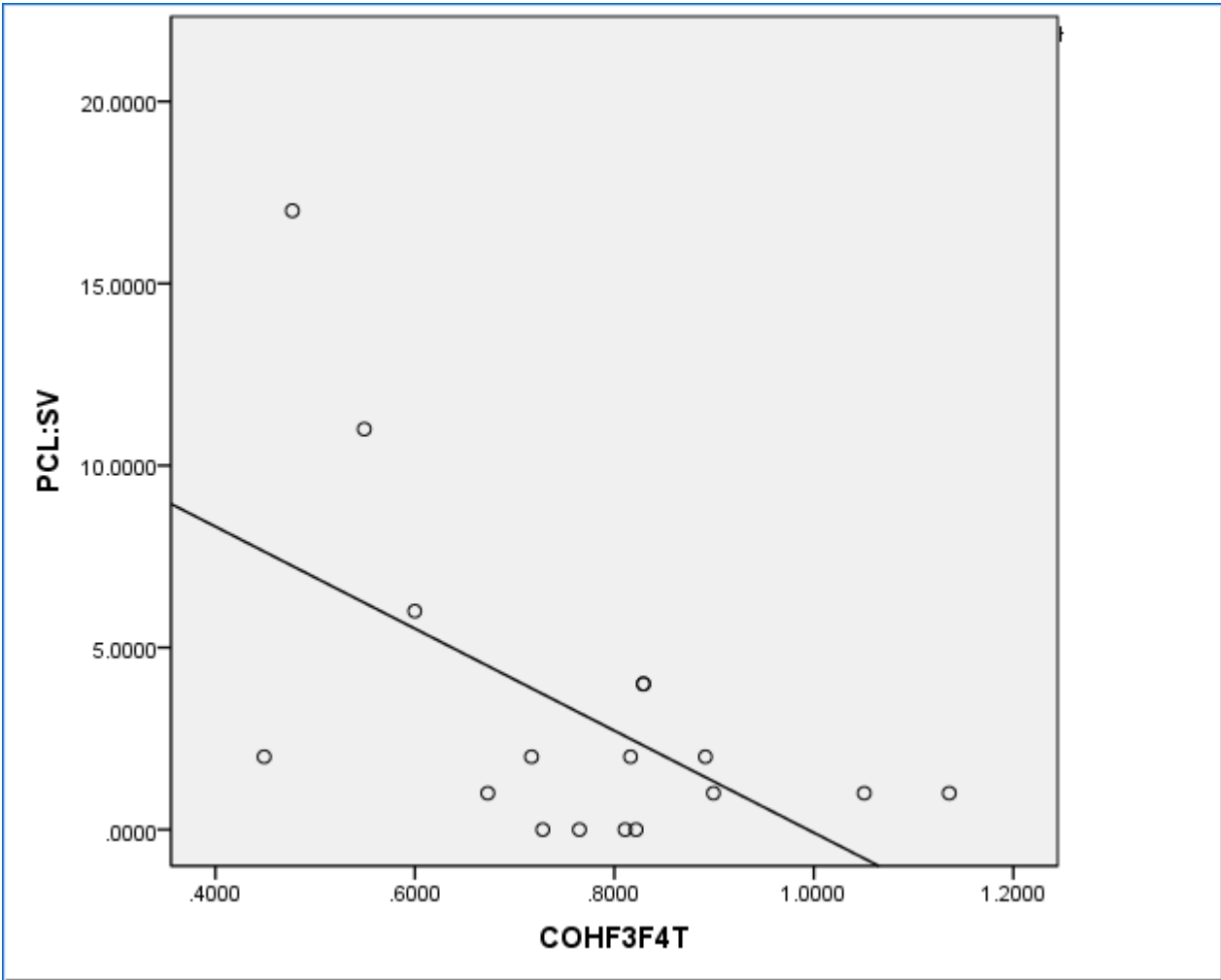
($r = -.46$, $p = 0.05$)

Fig. 3.5 Correlación entre puntuación total PCL:SV y COH Beta en F3-F4: Grupo Control.



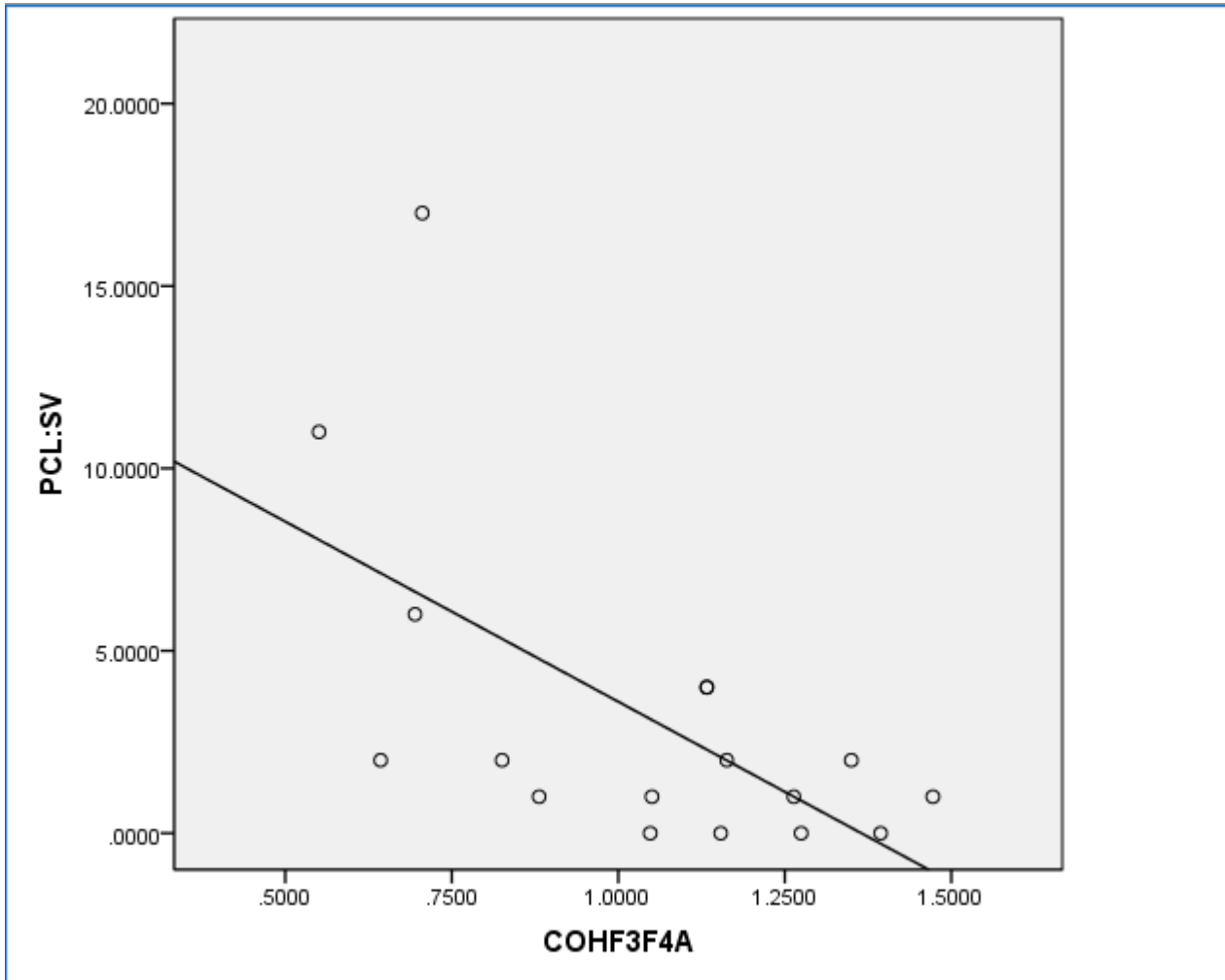
($r = -0.56$, $p = 0.019$)

Fig. 3.6 Correlación entre puntuación total PCL:SV y COH Theta en F3-F4: Grupo Control.



(r= -.56, p= 0.017)

Fig. 3.7 Correlación entre puntuación total PCL:SV y COH Alpha en F3-F4: Grupo Control.



($r = -.61$, $p = 0.009$)

Capítulo 6. Discusión

En la neurofisiología clínica se emplea el EEG en reposo como un estudio para la valoración de la integridad funcional del cerebro (Harmony, 2001). Las alteraciones en los ritmos electroencefalográficos, así como la presencia de ciertos grafoelementos suelen observarse en condiciones patológicas, por lo que el electroencefalograma en reposo se considera un auxiliar en el diagnóstico de enfermedades neurológicas.

La lógica que sigue este análisis, es que la organización funcional del cerebro se verá reflejada en los ritmos que registra el electroencefalograma, y que ciertas variaciones de los mismos -ya sea en la distribución, simetría o voltaje- se asociarán a un funcionamiento cerebral diferente que puede ser resultado de una patología. Por lo tanto, al estudiar la actividad electroencefalográfica de la población Psicópata, se pretende obtener información sobre el funcionamiento cerebral en esta población y lo que la distingue de la población general.

Potencia absoluta , Potencia relativa y Asimetría Frontal Alpha:

El objetivo de esta investigación era encontrar un perfil QEEG característico de la Psicopatía, al respecto se hallaron 2 tendencias en el grupo de Psicópatas que pese a no alcanzar la significancia estadística, sí marcaron un patrón distintivo de este grupo: la primera es en la banda Alpha en la potencia relativa posterior donde observamos mayor PR en el hemisferio izquierdo que en el derecho, lo cual no se dio en los demás grupos, y la segunda es una mayor prevalencia de asimetría frontal Alpha medida con PA.

La asimetría frontal Alpha se ha vinculado con una menor regulación de las emociones negativas y de las conductas orientadas a metas (Davidson, 1998, 1992; Allen & Coan, 2010; Bearden, Hoffman & Cannon, 2001; Smith, Zambrano-Vazquez & Allen, 2016). En la Psicopatía existen severas dificultades emocionales incluyendo la regulación de emociones negativas (Hare, 2009) , además de que un aspecto que se evalúa mediante la PCL-R es que las metas de los Psicópatas son poco realistas y la conducta que estos exhiben guarda poca relación con las metas que persiguen (Hare, 1991). Es posible que estos aspectos estén reflejados en la alta prevalencia de asimetría frontal Alpha en el grupo Psicópata.

Respecto a la tendencia del grupo Psicópata de presentar una mayor PE en zona posterior izquierda que en derecha -esto no se dio en los demás grupos- se sabe que el Alpha del EEG es

una actividad de origen talámico y se piensa que refleja las interacciones tálamo-corticales (Schomer & Lopes da Silva, 2012). Dado que esta actividad fue la que mostró tendencias distintivas del grupo Psicópata, puede pensarse que existen algunas alteraciones de los circuitos tálamo-corticales en esta población. Al respecto existen algunos estudios que vinculan la conducta agresiva tanto en ratones (Vitalis et al, 1998), como en humanos asesinos (Raine, Meloy et al, 1998) con alteraciones talámicas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la PA y la PR.

Una posible explicación para esto, es que el grupo de reclusos No Psicópatas estaba integrado en su mayoría por criminales violentos, algunos habían cometido asesinatos, incluso uno mató a su propia familiar -incluyendo a su hermana menor- sin embargo, no cumplieron con los criterios actuales (Hare, 2001) para la psicopatía, dado que el poseer conducta antisocial es solo un aspecto de este trastorno de personalidad. En realidad la diferencia de puntajes de la PCL-R que permitió separar al grupo de reclusos Psicópatas del de reclusos No Psicópatas fue de 6 puntos. Es posible que con una mayor diferencia entre los puntos de corte utilizados para seleccionar a los grupos obtuvieran más evidencias de las características cerebrales obtenidas con el electroencefalograma, y también diferencias significativas.

Coherencia Interhemisférica:

La coherencia interhemisférica no logró discriminar entre reclusos Psicópatas y reclusos no Psicópatas, sin embargo **sí se hallaron diferencias** entre la población normal y los reclusos Psicópatas, y entre los reclusos no Psicópatas y la población normal, utilizando esta medida.

La población Psicópata mostró una mayor coherencia interhemisférica en las zonas occipitales en las 4 bandas EEG, y en las zonas centrales sólo en la banda Theta. El grupo de población reclusa No Psicópata se distinguió de la población control con una mayor coherencia en la zona occipital en la banda Delta y en las zonas centrales en la banda Theta.

Las áreas centrales (C3-C4) forman parte de la corteza somato sensorial, en esta zona existen grupos de neuronas conocidas como neuronas espejo, que juegan un papel primordial en procesos como el aprendizaje vicario y la empatía (Lamm & Majdandzic, 2015; Coudé, 2016);

dado que la empatía es uno de los procesos más alterados en psicópatas, es posible que esta alteración se refleje en una menor diferenciación hemisférica en la zona somato sensorial.

Respecto a las diferencias encontradas en la coherencia de la zona occipital, el estudio de Calzada-Reyes (2013) mediante QEEG encontró diferencias entre reclusos Psicópatas y reclusos No psicópatas, en zonas occipitales. Hay estudios con población Psicópata que reportan diferencias en zonas occipitales: Intrator et al. (1997) utilizando SPECT encontraron que ante palabras con contenido emocional, el grupo control presentó activación en áreas occipitales y temporales, en comparación con un grupo de psicópatas, los cuales solo mostraron activación en las áreas occipitales, evidenciando una falta de integración emocional del estímulo visual.

Por otra parte, cabe aclarar que no toda la información obtenida mediante actividad eléctrica cerebral en zona occipital hace referencia a procesos visuales:

Algunos de los principales aspectos que se revisan en un EEG clínico es el ritmo Alpha occipital, el cual debe ser simétrico en ambos hemisferios, debe ser reactivo a la apertura ocular, además de presentar un gradiente anteroposterior que indique que este ritmo presentará mayor voltaje en las zonas posteriores e irá disminuyendo gradualmente hasta casi ser imperceptible (visualmente) en las zonas anteriores (Schomer & Lopes da Silva, 2010). Las alteraciones de este ritmo posterior más que relacionarse con alguna dificultad de tipo visual (dadas las zonas en que se encuentra), se interpretan como una alteración del funcionamiento general del cerebro. Por ejemplo: el que el Alpha posterior se encuentre mezclado con abundantes ondas lentas que no correspondan a una variante normal en niños denominada ondas de la juventud, se considera un indicador de una falta de madurez bioeléctrica del cerebro en general, y no una alteración focal de las zonas visuales (Michels et al, 2013).

Partiendo de que las alteraciones de la actividad eléctrica cerebral en reposo -sobre todo en zonas occipitales- pueden brindar información acerca del funcionamiento general del cerebro, esta investigación apunta hacia una organización cerebral funcional diferente en la población carcelaria, en comparación con la población normal.

Por otra parte, el hecho de que en el grupo Psicópata las 4 bandas EEG utilizadas mostraran un aumento en la coherencia occipital en comparación con la población normal, mientras que en el grupo de reclusos no Psicópatas esto solo se dio en una banda, sugiere una alteración de toda

la actividad cerebral en psicópatas, congruente con una organización cerebral distinta aún de los de los reclusos no psicópatas.

El análisis de la correlación entre la coherencia interhemisférica beta y el puntaje del factor 1 de PCL-R reveló una agrupación de los individuos clasificados como psicópatas con puntajes más bajos de coherencia mientras que los individuos del grupo no psicópata se agruparon por puntajes más altos (fig. 6.1) Las zonas temporales poseen múltiples conexiones con el sistema límbico, y estudios de neuroimagen han reportado alteraciones en estas zonas en la población con psicopatía, y se ha propuesto que estas alteraciones afectan el procesamiento emocional y se les ha relacionado con varias características de los psicópatas (Yang, Raine, Narr, Colletti & Toga, 2009).

También se hallaron correlaciones significativas entre la coherencia interhemisférica Delta y Beta, con los factores 1 y 2 de la PCL-R; ambas correlaciones coincidieron en la zona temporal anterior. Diversos estudios han reportado que los psicópatas presentan alteraciones en zonas temporal y frontales (Ostrosky, 2008; Yang & Raine, 2009; Gregory et al, 2012), lo cual puede explicar los déficits en el procesamiento emocional en la población psicópata.

Todo aumento en la coherencia interhemisférica sugiere una menor diferenciación hemisférica (Thatcher, 2009), lo cual es congruente con los hallazgos de esta tesis en la asimetría frontal Alpha que sugieren alteraciones en como un hemisferio ejerce su dominio sobre el otro (Davidson, 1998). Acorde a estos datos, la forma en que los hemisferios cerebrales interactúan funcionalmente entre sí parece estar alterada en población Psicópata.

Conclusión

La psicopatía no es una condición patológica del tipo todo o nada, sino un rasgo de personalidad que todos poseemos en algún grado, lo que separa a la población normal de los psicópatas es el grado de rasgos psicopáticos que poseen (Hare, 2003). Aspectos como encanto superficial, tendencia a mentir o manipulación, son comunes a la mayoría de las personas, sin que por ello se les etiquete como psicópatas.

Los resultados de esta tesis sugieren que las medidas de PA y PR no son eficaces para detectar los aspectos más sutiles de la personalidad que logran separar la conducta antisocial de la

psicopatía, quizás porque unos pocos grados -expresados en puntos de la PCL-R- marcan la diferencia.

Una de las fortalezas de este estudio es el hecho de que empleo el estado de reposo como condición para analizar; esto nos habla de que cualquier hallazgo se refiere a la forma general de responder del cerebro analizado, independientemente de la tarea.

Las tendencias actuales en neurociencias confirman que el estudio de la actividad cerebral en estado de reposo ha permitido descubrir aspectos clave sobre el funcionamiento cerebral, por ejemplo las redes resting state obtenidas mediante resonancia magnética funcional en reposo (Lang, Duncan & Northoff, 2014).

Respecto al EEG en reposo, se sabe que refleja el estado funcional general del cerebro (John, 1977), se considera un estado que muestra la preparación para realizar diversas tareas. Particularmente el QEEG en reposo ha mostrado ser sensible para la detección de varias patologías (Thatcher, 2010).

Esta tesis encuentra que el análisis cuantitativo de la actividad eléctrica cerebral sí permite diferenciar entre población carcelaria y población normal, particularmente mediante análisis de conectividad funcional.

El análisis del QEEG sugiere una organización cerebral diferente en la población carcelaria, expresada principalmente como una mayor coherencia interhemisférica en zonas occipitales y centrales, una mayor prevalencia de asimetrías frontales Alpha, además de una PR Alpha posterior mayor en hemisferio izquierdo que en derecho.

Referencias

- Ahern, G.L., Herring, A.M., Tackenberg, J.N., Schwartz, G.E., Seeger, J.F., Labiner, D.M., Weinand, M.E., Oommen, K.J.(1994) Affective self-report during the intracarotid sodium amobarbital test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* ; 16: 372–376.
- Allen, J. J., & Cohen, M. X. (2010). Deconstructing the “resting” state: exploring the temporal dynamics of frontal alpha asymmetry as an endophenotype for depression. *Frontiers in human neuroscience*, 4.
- Allen, J. J., & Reznik, S. J. (2015). Frontal EEG asymmetry as a promising marker of depression vulnerability: Summary and methodological considerations. *Current opinion in psychology*, 4, 93-97.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition*. U.S.A.
- Amzica F & Lopes da Silva (2011) Cellular substrates of brain rhythms. In:D.L. Schomer, F.H. Lopes da Silva (Eds.), *Niedermeyer's Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields* (6th Edition),(pp. 33–64). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Arias, G. M. & Ostrosky-Shejet, F. (2008). Neuropsychology of violence and their classifications. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*,8(1): 95-114.
- Bearden, C. E., Hoffman, K. M., & Cannon, T. D. (2001). The neuropsychology and neuroanatomy of bipolar affective disorder: a critical review. *Bipolar disorders*, 3(3), 106-150.
- Birbaumer N, Veit R, Lotze M, Erb M, Hermann C, Grodd W & Flor H.(2005).Deficient fear conditioning in psychopathy: a functional magnetic resonance imaging study, *Archives of General Psychiatry* 62(7):799-805.
- Blair, R. J. R. (2005). Applying a cognitive neuroscience perspective to the disorder of psychopathy. *Development & Psychopathology*, 17, 865–891.
- Blair, R. J. R., Colledge, E., Murray, L., & Mitchell, D. G. V. (2001). A selective impairment in the processing of sad and fearful expressions in children with psychopathic tendencies. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29, 491–498.

- Blair, R. J. R., Mitchell, D. G. V., & Blair, K. (2005). *The psychopath: Emotion and the brain*. Malden: Blackwell.
- Blair, K. S., Richell, R. A., Mitchell, D. G. V., Leonard, A., Morton, J., & Blair, R. J. R. (2005). They know the words, but not the music: Affective and semantic priming in individuals with psychopathy. *Biological Psychology*, 73, 114–123.
- Blink, M., van Boxtel, G. J. M., Popma, A., Bongers, I. L., Denissen, A. J. M., & van Nieuwenhuizen, Ch. (2015). EEG theta and beta power spectra in adolescents with ADHD versus adolescents with ASD + ADHD. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 24(8):873-86.
- Bobes MA, Ostrosky F, Diaz K, Romero C, Borja K, Santos Y & Valdés-Sosa M. (2013) Linkage of functional and structural anomalies in the left amygdala of reactive-aggressive men. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(8):928-36.
- Borod, J. C., Rorie, K. D., Haywood, C. S., Andelman, F., Obler, L. K., Welkowitz, J., & Tweedy, J. R. (1996). Hemispheric specialization for discourse reports of emotional experiences: relationships to demographic, neurological, and perceptual variables. *Neuropsychologia*, 34(5), 351-359.
- Brazil IA, Verkes RJ, Brouns BHJ, Buitelaar JK, Bulten BH, de Bruijn ERA (2012) Differentiating Psychopathy from General Antisociality Using the P3 as a Psychophysiological Correlate of Attentional Allocation. *PLoS ONE* 7(11): e50339.
- Brzezicka, A., Kamiński, J., Kamińska, O. K., Wołyńczyk-Gmaj, D., & Sedek, G. (2016). Frontal EEG alpha band asymmetry as a predictor of reasoning deficiency in depressed people. *Cognition and emotion*, 1-11.
- Brown D, Larkin F, Sengupta S, Romero-Ureclay, Ross C, Gupta N, Vinestock M & Das M. (2014). Clozapine: an effective treatment for seriously violent and psychopathic men with antisocial personality disorder in a UK high-security hospital. *CNS Spectrums*, 19:391-402.
- Buzsáki G, Anastassiou C.A & Koch C. (2012). The origin of extracellular fields and currents—EEG, ECoG, LFP and spikes. *Nature Reviews Neuroscience*, 13:407–420.
- Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. (Eds.). (2007). *Handbook of psychophysiology*. Cambridge University Press.

- Cabral, J., Kringelbach, M., & Deco, G. (2017). Functional Connectivity dynamically evolves on multiple time-scales over a static Structural Connectome: Models and Mechanisms. *NeuroImage*.
- Calzada-Reyes A, Alvarez-Amador A, Galán-García L & Valdés-Sosa M.(2012). Electroencephalographic abnormalities in antisocial personality disorder. *Journal of Forensic and Legal Medicine*,19(1):29-34.
- Calzada-Reyes A., Alvarez-Amador A., Galán-García L. & Valdés-Sosa. M (2013). EEG abnormalities in psychopath and non-psychopath violent offenders. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20:19-26.
- Cantisani, A., Koenig, T., Horn, H., Müller, T., Strik, W., & Walther, S. (2015). Psychomotor retardation is linked to frontal alpha asymmetry in major depression. *Journal of affective disorders*, 188, 167-172.
- Carrasco M. A. & González M. J. (2006). Aspectos conceptuales de la agresión: definición y modelos explicativos. *Acción Psicológica*, 4 (2) 7-38.
- Casey, J.O. and Lucente, S.W. (2003) Psychopathy and treatment response in incarcerated female substance abusers. *Criminal Justice and Behavior*, 30, 251-276.
- Caviness, J. N., Hentz, J. G., Belden, C. M., Shill, H. A., Driver-Dunckley, E. D., Sabbagh, M. N. & Adler, C. H. (2015). Longitudinal EEG changes correlate with cognitive measure deterioration in Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's disease*, 5(1), 117-124.
- Chengappa KN, Ebeling T, Kang JS, Levine J, Parepally H. (1999). Clozapine reduces severe self-mutilation and aggression in psychotic patients with borderline personality disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*. Jul;60(7):477-84.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., Dupuy, F. E., McCarthy, R., Selikowitz, M., & Johnstone, S. J. (2013). Excess beta activity in the EEG of children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a disorder of arousal?. *International Journal of Psychophysiology*, 89(3), 314-319.
- Cleckley, Hervey (1982). *The Mask of Sanity. Revised Edition*. Mosby Medical Library. ISBN 0-452-25341-1.
- Colledge E. & Blair R.J.R. (2001). The relationship in children between the inattention and impulsivity components of attention deficit and hyperactivity disorder and psychopathic tendencies. *Personality and Individual Differences*, 30 (7): 1175-1187.
- Collura, T. F. (2014). *Technical foundations of neurofeedback*. Routledge.

- Congedo, M & Sherlin, L. (2011). EEG Source Analysis: Methods and Clinical Implications. In R. Coben & J. Evans (Eds.), *Neurofeedback and Neuromodulation Techniques and Applications*: Academic Press/Elsevier.
- Conners C. K. (2001) Development of the CRS-R. In: *Conners CK, ed. Conners' Rating Scales-Revised*. Multi-Health Systems: U.S.A.
- Contreras D & Steriade M. (1995) Cellular basis of EEG slow rhythms: a study of dynamic corticothalamic relationships. *Journal of Neuroscience*, 15(1 Pt 2):604-22.
- Corbett B. & Stanczak D. E. (1999). Neuropsychological performance of adults evidencing Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14(4):373-87.
- Coudé, G., Festante, F., Cilia, A., Loiacono, V., Bimbi, M., Fogassi, L., & Ferrari, P. F. (2016). Mirror Neurons of Ventral Premotor Cortex Are Modulated by Social Cues Provided by Others' Gaze. *Journal of Neuroscience*, 36(11), 3145-3156.
- Damasio H, Grabowski T, Frank R, Galaburda A M & Damasio A. R. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 264(5162):1102-5.
- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., & Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology: I. *Journal of personality and social psychology*, 58(2), 330.
- Davidson, R. J. (1992). Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and cognition*, 20(1), 125-151.
- Davidson, R. J. (1998). Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience. *Cognition & Emotion*, 12(3), 307-330.
- Debener, S., Beauducel, A. E., Nessler, D., Brocke, B., Heilemann, H., & Kayser, J. U. R. (2000). Is resting anterior EEG alpha asymmetry a trait marker for depression?. *Neuropsychobiology*, 41(1), 31-37.
- Decety, J., Skelly, L., Yoder, K. J., & Kiehl, K. A. (2014). Neural processing of dynamic emotional facial expressions in psychopaths. *Social neuroscience*, 9(1), 36-49.
- Dewolf, C., Duron, B. & Loas, G. (2002). Electroencephalographic abnormalities in psychopaths; a controlled study. *Annales medico-psychologiques*, 160. 14

- Díaz, G. X. K., Ostrosky-Shejet, F., Romero, R., Pérez, L. (2013). Orbitomedial Neuropsychological Performance in Psychopaths. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 13.
- Diego, M. A., Field, T., Hart, S., Hernandez-Reif, M., Jones, N., Cullen, C., ... & Kuhn, C. (2002). Facial expressions and EEG in infants of intrusive and withdrawn mothers with depressive symptoms. *Depression and Anxiety*, 15(1), 10-17.
- DuPaul, G. J. (1991). Parent and teacher ratings of ADHD symptoms: Psychometric properties in a community-based sample. *Journal of Clinical Child Psychology*, 20: 245-253.
- Eisenbarth H. & Alpers G. W. (2007). Validation of the German translation of the Psychopathy Personality Inventory (PPI). *EITSCHRIFT FUR KLINISCHE PSYCHOLOGIE UND PSYCHOTHERAPIE*, 36 (3): 216-224.
- Eisenbarth, H., Alpers, G.W., Conzelmann, A., Jacob, C.P., Weyers, P. and Pauli, P. (2008) Psychopathic traits in adult ADHD patients. *Personality and Individual Differences*, 45, (6), 468-472.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1976). Measuring Facial Movement. *Environmental Psychology and Nonverbal Behavior*, 1(1), 56-75.
- Ekman, P., Friesen, W. V., & Ancoli, S. (1980). Facial signs of emotional experience. *Journal of personality and social psychology*, 39(6), 1125.
- Engedal, K., Snaedal, J., Hoegh, P., Jelic, V., Bo Andersen, B., Naik, M., & Oeksengaard, A. R. (2015). Quantitative EEG applying the statistical recognition pattern method: a useful tool in dementia diagnostic workup. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, 40(1-2), 1-12.
- Evans, J. & Nan-Sook, P. (1997). Quantitative EEG Findings Among Men Convicted of Murder. *Journal of Neurotherapy*, 2(2):31-39.
- Eysenck H. J. (1964) *Crime and Personality*. Methuen, London.
- Eysenck H. J. & Gudjonsson G. H. (1989). *The Causes and Cures of Criminality*. Plenum Press: U.S.A.
- Fernández-Harmony & González-Garrido, A. A. (2001). EEG y cognición. En: V. M. Alcaraz Romero y E. Gumá Díaz. (Comps) *Texto de Neurociencias Cognitivas*. México, Manual Moderno, Cap. 12, pp. 351-370.
- Finger, E. C., Marsh, A. A., Mitchell, D. G., Reid, M. E., Sims, C., Budhani, S., Kosson, D. S., Chen, G., Towbin, K. E., Leibenluft, E., Pine, D. S., &

- Blair, J. R. (2008). Abnormal ventromedial prefrontal cortex function in children with psychopathic traits during reversal learning. *Archives of General Psychiatry*, 65(5), 586-594.
- Frick, P., & Hare, R. D. (2001). *The Antisocial Processes Screening Device*. Toronto, ON: Multi-Health Systems.
- Fuster J. M. (2002) Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*,31:373–385.
- Garcia-Toro, M., Montes, J. M., & Talavera, J. A. (2001). Functional cerebral asymmetry in affective disorders: new facts contributed by transcranial magnetic stimulation. *Journal of affective disorders*, 66(2), 103-109.
- Gao Y, Raine A &Schug R. A. (2011). P3 event-related potentials and childhood maltreatment in successful and unsuccessful psychopaths.*Brain and Cognition*, 77(2):176-82.
- Gao Y, Raine A, Venables P, Dawson M. E. & Mednick S. A.(2009) Association of poor childhood fear conditioning and adult crime. *American Journal of Psychiatry*,167(1):56-60.
- Garcell, J. R. (2004). Aportes del electroencefalograma convencional y el análisis de frecuencias para el estudio del trastorno por déficit de atención. Primera parte. *Salud Mental*, 27(1), 23.
- Garrido, V., Esteban, C. y Molero, C. (1996). Theeffectiveness in the treatment of psychopathy: ameta-analysis. *Issues in criminological and legal psychology*, 24, 57-59.
- Gatzke-Kopp, L. M., Jetha, M. K. &Segalowitz, S. J. (2014). Te role of resting frontal EEG asymmetry in psychopathology: afferent or efferent filter? *Developmental Psychobiology*, 56(1):73-85.
- Glenn, A. L., & Raine, A. (2009). Psychopathy and instrumental aggression: Evolutionary, neurobiological, and legal perspectives.Retrieved from http://repository.upenn.edu/neuroethics_pubs/50
- Goldberg E.(2009) *The New Executive Brain: Frontal Lobes in a Complex*. World. Oxford University. Press, NY.
- González-Osorni M. G. (2015). *Desarrollo neurológico de las funciones ejecutivas en preescolar*. El Manual Moderno: México.
- Gotlib, H., Ranganath, J. &Rosenfeld, P. (1998). Frontal EEG Alpha Asymmetry, Depression, and Cognitive Functioning. *Cognition and Emotion*, 2(3):449- 478.

- Gregory S., Ffytche D., Simmons A., Kumari V., Howard M., Hodgins S. & Blackwood N. (2012). The antisocial brain: psychopathy matters. *Archives of General Psychiatry*, 69:962–972.
- Guevara, M. A., Ramos, J., Hernández-Gonzales, M., Zarabozo, D. & Corsi-Cabrera, M. (2003). POTENCOR: a program to calculate power and correlation spectra of EEG signals. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 72(3):241-50.
- Guevara M. A. & Corsi-Cabrera M. (1996) EEG coherence or EEG correlation?, *International Journal of Psychophysiology*, 23(3):145-153,
- Hare, R. D. (1984). Performance of psychopaths on cognitive tasks related to frontal lobe functions. *Journal of Abnormal Psychology*, 93:133-140.
- Hare, R. D. (1991): *The Hare Psychopathy Checklist — Revised*. Toronto, ON: Multi-Health System.
- Hare, R. D. (1993). *Without Conscience: The Disturbing World of the Psychopaths Among Us*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Hare, R. D. (2003). *The hare psychopathy checklist-revised (PCL-R)*. 2nd ed. Toronto, Canada: Multi-Health Systems. Canada: Multi-Health Systems.
- Hare, R. D. (2003). *Sin Conciencia: El inquietante mundo de los psicópatas que nos rodean*. Editorial Paidós.
- Hare, R. D., Neumann, C. S., (2009). Psychopathy: Assessment and forensic implications. *Canadian Journal of Psychiatry*, 54:791-802.
- Harmon-Jones, E., Gable, P. & Peterson, K. (2010). The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: A review and update. *Biological Psychology*, 84:451–462 15
- Harmony, T. (2001). EEG y Cognición. In Alcaráz, V. *Textos de Neurociencias Cognitivas* (pp. 351-368).
- Hart, S. D., Cox, D. N., & Hare, R. D. (1995). *The Hare Psychopathy Checklist: Screening Version*. Toronto, ON: Multi-Health Systems.
- Hawkins, K. A. & Trobst, K. K. (2000). Frontal lobe dysfunction and aggression: conceptual issues. *Aggression and Violent Behavior and research findings*, 5(2): 147–157
- Hemphill, J. F., Hare, R. D., & Wong, S. (1998). Psychopathy and recidivism: A review. *Legal and Criminological Psychology*, 3, 139-170.

- Hobson J., Shine J. & Roberts R. (2000). How do Psychopaths Behave in a Prison Therapeutic Community?. *Psychology, Crime & Law*, 6(2):139-154.
- Hoppenbrouwers SS, De Jesus DR, Sun Y, Stirpe T, Hofman D, McMaster J, Hughes G, Daskalakis ZJ & Schutter DJ.(2014) Abnormal interhemispheric connectivity in male psychopathic offenders. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 39(1):22-30.
- Howard R.&McCullagh P. (2007). Neuroaffective processing in criminal psychopaths: brain event-related potentials reveal task-specific anomalies. *Journal of Personality Disorders*, 21:322–339.
- Hiatt, K. D. & Newman, J. P. (2007): Behavioral evidence of prolonged interhemispheric transfer time among psychopathic offenders. *Neuropsychology*, 21(3):313-318
- Intrator, J., Hare, R. D., Stritzke, P., Brichtswein, K., Dorfman, D., Harpur, T., Bernstein, D., Handelsman, L., Schaefer, C., Keilp, J., Rosen, J., & Machac, J. (1997). A brain imaging (single photon emission computerized tomography) study of semantic and affective processing in psychopaths. *Biological Psychiatry*, 42(2), 96-103.
- Jiang, W., Shi, F., Liu, H., Li, G., Ding, Z., Shen, H., ... & Shen, D. (2017). Reduced white matter integrity in antisocial personality disorder: a diffusion tensor imaging study. *Scientific reports*, 7.
- John, E (1977). *Neurometrics : clinical applications of quantitative electrophysiology*. Erlbaum Associates Distributed: U.S.A.
- Kaiser (2008) Functional Connectivity and Aging: Comodulation and Coherence Differences. *Journal Of Neurotherapy* ,12:2-3.
- Kaufman J, Birmaher B, Brent D, Rao U, Flynn C, Moreci P & Williamson D, Ryan N. (1997). Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL): initial reliability and validity data. *Journal of the American Academy of Children and Adolescent Psychiatry*,36(7):980-8.
- Ketz N. A, Jensen O & O'Reilly R.C. (2015) Thalamic pathways underlying prefrontal cortex-medial temporal lobe oscillatory interactions. *Trends in Neurosciences*,38(1):3-12.
- Kiehl K, Hare R.D, McDonald J.J. & Brink J.(1999) Semantic and affective processing in psychopaths: an event-related potential (ERP) study. *Psychophysiology*, 36(6):765-74.

- Kiehl, Smith, Mendrek, Forster, Hare & Liddle (2004) Temporal lobe abnormalities in semantic processing by criminal psychopaths as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Psychiatry Research*,30;130(3):297-312.
- Kim, Y. Y., Jung, S. Y. (2014). Reduced frontal activity during response inhibition in individuals with psychopathic traits: An sLORETA study. *Biological Psychology*, 97:49–59.
- Koeda, T., Knyazeva, M., Njokiktjien, C., Jonkman, E.J., de Sonnevile, L. & Vildavsky, V. (1995). The EEG in acallosal children. Coherence values in the resting state: left hemisphere compensatory mechanism?. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 95: 397-407.
- Kopecek M, Tislerova B, Sos P, Bares M, Novak T, Krajca V, Brunovsky M.(2008) QEEG changes during switch from depression to hypomania/mania: a case report. *Neuro Endocrinology Letters*, 29(3):295-302.
- Kosson, D. S., & Newman, J. P. (1986). Psychopathy and the allocation of attentional capacity in a divided-attention situation. *Journal of Abnormal Psychology*, 95:257–263.
- Kosson, D. S. (1996). Psychopathy and dual-task performance under focusing conditions. *Journal of Abnormal Psychology*, 105: 391– 400.
- Kosson, D. S.(1998). Divided visual attention in psychopathic and nonpsychopathic offenders. *Personality and Individual Differences*, 24:373–391. 16
- Kutas, M., & Dale, A. (1997). Electrical and magnetic readings of mental functions. *Cognitive neuroscience*, 197-242.
- Lamm, C., & Majdandžić, J. (2015). The role of shared neural activations, mirror neurons, and morality in empathy—A critical comment. *Neuroscience Research*, 90, 15-24.
- Lanes, S. J. & Kosson, D. S. (2006). Divided Visual Attention and Left Hemisphere Activation Among Psychopathic and Nonpsychopathic Offenders. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 28(1): 9-18.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. *NIMH Center for the Study of Emotion and Attention*, 39-58.

- Lang, S., Duncan, N., & Northoff, G. (2014). Resting-state functional magnetic resonance imaging: review of neurosurgical applications. *Neurosurgery*, 74(5), 453-465.
- LeDoux, J. (2003). The Emotional Brain, Fear, and the Amygdala. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 23 (4): 727-738.
- LeDoux, J. (2007). The Amygdala. *Current Biology*, 17(20).
- LeDoux, J. (2015). *The Amygdala Is NOT the Brain's Fear Center: Separating findings from conclusions*. Recuperado de: <https://www.psychologytoday.com/blog/i-got-mind-tell-you/201508/the-amygdala-is-not-the-brains-fear-center>
- Lindgren K. A, Larson C. L., Schaefer S. M, Abercrombie H. C, Ward R. T, Oakes T. R, Holden J. E, Perlman S. B, Benca R. M & Davidson RJ.(1999) Thalamic metabolic rate predicts EEG alpha power in healthy control subjects but not in depressed patients. *Biological Psychiatry*, 45:943–952.
- Lopes da Silva F, Vos J. E, Mooibroek J. & Van. A. (1980)Relative contributions of intracortical and thalamo-cortical processes in the generation of alpha rhythms, revealed by partial coherence analysis.*Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*,50(5-6):449-56.
- Lopes da Silva F. (1991).Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks.*Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*,79(2):81-93.
- López, M., Kosson, D., Weissman, H. & Banich, T. (2007). Interhemispheric Integration in Psychopathic Offenders. *Neuropsychology*, 21:82-93.
- Lykken D. T.(1995).*The antisocial personalities*. Lawrence Erlbaum Associates: U.S.A.
- Marsh, A. A., Finger, E. C., Fowler, K. A., Jurkowitz, I. T. N., Schechter, J. C., Yu, H. H., Pine, D. S., & Blair, R. J. R. (2011). Reduced amygdala–orbitofrontal connectivity during moral judgments in youths with disruptive behavior disorders and psychopathic traits. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 193(3), 279-286.
- Martinez, V., C. & Rojas. (2005) *Técnicas de Electroencefalografía*. México: Comunicaciones Científicas Mexicanas.
- Mathias C, Furr R. M, Daniel S. S, Marsh D. M, Shannon E. E. & Dougherty D. M. (2007).The relationship of inattentiveness, hyperactivity, and

psychopathy among adolescents. *Personality and Individual Differences*, 43:1333–1343.

- Meier, N. M., Perrig, W. & Koenig, T. (2014). Is Excessive Electroencephalography β Activity Associated with Delinquent Behavior in Men with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Symptomatology?. *Neuropsychobiology*, 70:210–219
- Michels, L., Muthuraman, M., Lüchinger, R., Martin, E., Anwar, A. R., Raethjen, J., ... & Siniatchkin, M. (2013). Developmental changes of functional and directed resting-state connectivities associated with neuronal oscillations in EEG. *NeuroImage*, 81, 231-242.
- Miczek, A. K, Meyer-Lindenberg, A. (1997). *Neuroscience of Aggression*. New York:Springer.
- Millon T. (2002). *Psychopathy: antisocial, criminal and violent behavior*. The U.S.A.: Guilford Press.
- Mitchell, D. G. V., Avny, S. B., & Blair, R. J. R. (2006). Divergent patterns of aggressive and neurocognitive characteristics in acquired versus developmental psychopathy. *Neurocase*, 12, 164–178.
- Moeini, M., Khaleghi, A., & Mohammadi, M. R. (2015). Characteristics of alpha band frequency in adolescents with bipolar ii disorder: a resting-state QEEG study. *Iranian journal of psychiatry*, 10(1), 8.
- Moscovitch, D. A., Santesso, D. L., Miskovic, V., McCabe, R. E., Antony, M. M., & Schmidt, L. A. (2011). Frontal EEG asymmetry and symptom response to cognitive behavioral therapy in patients with social anxiety disorder. *Biological psychology*, 87(3), 379-385.
- Neuronic S.A. (2006). *Quantitative Electroencephalography QEEG User Manual*. (2015, Marzo, 12). Tomado de <http://www.neuronic.com/documentos/descargas/qeegt.pdf>
- NICE National Institute for Health and Clinical Excellence (2008). *Attention deficit hyperactivity disorder. The NICE guideline on diagnosis and management*. (2016, Abril, 5). Tomado de <https://www.nice.org.uk/guidance/cg72/evidence>
- Nigg J. T, Blaskey L. G, Huang-Pollock C. L. & Rappley M.D.(2002). Neuropsychological executive functions and DSM-IV ADHD subtypes. *Journal of the American Academy of Children and Adolescent Psychiatry*, 41(1):59-66.

- Niv, S., Ashrafulla, S., Tuvblad, C., Joshi, A., Raine, A. (2015). Childhood EEG frontal alpha power as a predictor of adolescent antisocial behavior: A twin heritability study. *Biological Psychology*, 105:72-6.
- Nunez, P. L., Srinivasan, R., & Fields, R. D. (2015). EEG functional connectivity, axon delays and white matter disease. *Clinical Neurophysiology*, 126(1), 110-120.
- Ogloff, J. R. P., Wong, S. and Greenwood, A. (1990), Treating criminal psychopaths in a therapeutic community program. *Behavioral Sciences and the Law*, 8: 181–190.
- Organización Mundial de la Salud (1992). CIE 10. *Décima Revisión de la Clasificación Internacional de Las Enfermedades. Trastornos Mentales y del Comportamiento: Descripciones Clínicas y pautas para el Diagnóstico*. Meditor: Madrid.
- Ortega-Noriega, O., Pérez-López, M.L. & Ostrosky-Shejet, F. (2015) Quantitative Electroencephalogram and psychopathy. A case study report. *Revista Médica del Hospital General de México*, 78(1):43-46.
- Ostrosky-Solís, F., Ruiz, O., Arias, G. & Vásques, V. (2008). Estandarización de la PCL-R en Población Penitenciaria Mexicana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(2):49-58.
- Patrick, C. J. (1994) Emotion and psychopathy: startling new insights. *Psychophysiology*, 31, 319 -330.
- Pillmann F. (1999). Violence, criminal behavior and EEG: significance of left hemispheric focal abnormalities. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 11:454-7.
- Pizzagalli D. A. (2007) Electroencephalography and High-Density Electrophysiological Source Localization. In: Caccioppo, Tassinari & Berntson, *The Handbook of Psychophysiology 3 Edition*. (pp56-84). Cambridge: England.
- Pogarell, O., Teipel, S. J., Juckel, G., Gootjes, L., Moller, T., Burguer, K. (2005). EEG coherence reflects regional corpus callosum area in Alzheimer's disease. *Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry*, 76:109-111.
- Porter, S., Birt, A., & Boer, D. P. (2001). Investigation of the criminal and conditional release profiles of Canadian federal offenders as a function of psychopathy age. *Law & Human Behavior*, 25, 647–661.

- Radloff, L. S. (1977). The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied psychological measurement*, 1(3), 385-401.
- Raine A. Biological theories of violence. (1991). In Milner, S. J. *Neuropsychology of Aggression* (pp.13-17). Los Angeles: Kluwer Academic Publishers.
- Raine, A. (1997). *The Psychopathology of Crime: Criminal Behavior As a Clinical Disorder*. U.S.A.: Academic Press.
- Raine, A., Meloy, J. R., Bihrlé, S., Stoddard, J., LaCasse, L., & Buchsbaum, M. S. (1998). Reduced prefrontal and increased subcortical brain functioning assessed using positron emission tomography in predatory and affective murderers. *Behavioral sciences & the law*, 16(3), 319-332.
- Raine, A. & San Martín, J. (2002) *Violencia y Psicopatía 2ed*. Ariel. España.
- Raine A.(2002) Biosocial studies of antisocial and violent behavior in children and adults: a review. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 30(5):311–326.
- Raine, A., Lencz, T., Taylor, K., Hellige, J. B., Bihrlé, S., Lacasse, L., & Colletti, P. (2003). Corpus callosum abnormalities in psychopathic antisocial individuals. *Archives of General Psychiatry*, 60(11), 1134-1142.
- Raine, A., Dodge, K., Loeber, R., Kopp, L., Lynam, D., Reynolds, C., et al. (2006). The reactive–proactive aggression (RPQ) questionnaire: Differential correlates of reactive and proactive aggression in adolescent boys. *Aggressive Behavior*, 32, 159–171.
- Reed MA, Pien DL, & Rothbart MK. (1984). Inhibitory self-control in preschool children. *Merrill Palmer Quarterly*, 30:131–147.
- Reidy, D. E., Zeichner, A., Miller, J. D., & Martinez, M. A. (2007). Psychopathy and aggression: Examining the role of psychopathy factors in predicting laboratory aggression under hostile and instrumental conditions. *Journal of Research in Personality*, 42, 1244–1251.
- Reyes, A. C., Amador, A. A. (2009). Qualitative and quantitative EEG abnormalities in violent offenders with antisocial personality disorder. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 16(2):59-63.
- Rice, M. E., Harris, G. T., & Cormier, C. (1992). A follow-up of rapists assessed in a maximum security psychiatric facility. *Journal of Interpersonal Violence*, 5: 435–448.

- Riviello, J.J.J.R., Nordli, Dr., J.R. and Niedermeyer, E. (2011) Normal EEG and Sleep: Infants to Adolescents. In: *Niedermeyer, E., Ed., Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields*, Lippincott.Williams & Wilkins, Philadelphia, 163-182.
- Rodrak, S., & Wongsawat, Y. (2013). EEG brain mapping and brain connectivity index for subtypes classification of attention deficit hyperactivity disorder children during the eye-opened period. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 35th Annual International Conference of the IEEE* (pp. 7400-7403). IEEE.
- Roh, S. C., Park, E. J., Park, Y. C., Yoon, S. K., Kang, J. G., Kim, D. W., & Lee, S. H. (2015). Quantitative electroencephalography reflects inattention, visual error responses, and reaction times in male patients with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, 13(2), 180.
- Romero, R. C., Ostrosky-Shejet, F., Díaz, G. X. K., López, P. & Camarena, B. (2013). The Effect of DRD4 Polymorphism on the Relationship between Orbifrontal Cortex and Empathy. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 13.
- Rudo-Hutt. (2014). Electroencephalography and externalizing behavior: a meta-analysis. *Biological Psychology*, 105:1-19.
- Saoût, V., Gambart, G., Leguay, D., Ferrapie, A. L., Launay, C. & Richard, I. (2011). Aggressive behavior after traumatic brain injury. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(4):259-69.
- Saylor K E & Amann B H. (2016). Impulsive Aggression as a Comorbidity of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents. *Journal of Children and Adolescent Psychopharmacology*, 26(1):19-25.
- Schirmann, F. (2014). —The wondrous eyes of a new technology— a history of the early electroencephalography (EEG) of psychopathy, delinquency, and immorality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8:232.
- Schomer, D. L., & Da Silva, F. L. (2012). *Niedermeyer's electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Séguin, J. R. (2009). The frontal lobe and aggression. *The European Journal of Developmental Psychology*, 6(1), 100–119.
- Seidenwurm D, Pounds T. R, Globus A. & Valk P. E. (1997) Abnormal temporal lobe metabolism in violent subjects: correlation of imaging and

neuropsychiatric findings. *American Journal of Neuroradiology*, 18(4):625-31.

- Slachevsky A, Alegria P. (2005) Síndromes temporal y frontal. En: Nogales-Gaete J, Donoso A & Verdugo R. *Tratado de Neurología Clínica*. Ediciones SONEPSYN: Chile.
- Smith, E. E., Zambrano-Vazquez, L., & Allen, J. J. (2016). Patterns of alpha asymmetry in those with elevated worry, trait anxiety, and obsessive-compulsive symptoms: A test of the worry and avoidance models of alpha asymmetry. *Neuropsychologia*, 85, 118-126.
- Smith, S. S., Arnett P. A. & Newman J., P. (1992) Neuropsychological differentiation of psychopathic and nonpsychopathic criminal offenders, *Personality and Individual Differences*, 13(11): 1233-1243.
- Sporns, O. (2012). From simple graphs to the connectome: networks in neuroimaging. *Neuroimage*, 62(2), 881-886.
- Styliadis, C., Ioannides, A. A., Bamidis, P. D., & Papadelis, C. (2013). Amygdala responses to valence and its interaction by arousal revealed by MEG. *International Journal of Psychophysiology*, 93(1), 121-133.
- Surmeli, T. & Ertem, A. (2009). QEEG Guided Neurofeedback Therapy in Personality Disorders: 13 Case Studies. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40.
- Tebartz van Elst, L., Woermann, F. G., Lemieux, L., Thompson, P. J. & Trimble, M. R. (2000) Affective aggression in patients with temporal lobe epilepsy: A quantitative MRI study of the amygdala. *Brain*, 123:234-243.
- Teipel, S. J., Pogarell, O., Meindl, T., Dietrich, O., Sydykova, D., Hunklinger, U., & Hampel, H. (2009). Regional networks underlying interhemispheric connectivity: an EEG and DTI study in healthy ageing and amnesic mild cognitive impairment. *Human brain mapping*, 30(7), 2098-2119.
- Thatcher, R. W. (2012). Coherence, phase differences, phase shift, and phase lock in EEG/ERP analyses. *Developmental neuropsychology*, 37(6), 476-496.
- Thatcher, R. W. (2010). Validity and reliability of quantitative electroencephalography. *Journal of Neurotherapy*, 14(2), 122-152
- Thatcher, R. W., & Lubar, J. F. (2009). History of the scientific standards of QEEG normative databases. In: Budzynski, T. H., Budzynski, H. K., Evans, J. R., & Abarbanel, A. (Eds.). *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback: Advanced theory and applications*. Academic Press. 29-59.

- Trasler, G. (1978). Relations between psychopathy and persistent criminality-- Methodological and theoretical issues. In R. D. Hare & D. Schalling (Eds.), *Psychopathic behaviour: Approaches to research* (pp. 273-298). New York: Wiley.
- Venables, P., H. (1998). Psychophysiology and Crime: theory and Data. In: Moffit T, Mednick, S., A., Gellhorn, E. & Loofbourow, G. (1963). *Emotions and Emotional Disorders*. New York: Harper.
- Vitalis, T., Cases, O., Callebert, J., Launay, J. M., Price, D. J., Seif, I., & Gaspar, P. (1998). Effects of monoamine oxidase A inhibition on barrel formation in the mouse somatosensory cortex: determination of a sensitive developmental period. *Journal of Comparative Neurology*, 393(2), 169-184.
- Wahlund, K & Kristiansson M. (2009). Aggression, psychopathy and brain imaging - Review and future recommendations. *International Journal of Law and Psychiatry*, 32(4):266-71.
- Williamson, S. E., Harpur, T. J., & Hare, R. D. (1991). Abnormal processing of affective words by psychopaths. *Psychophysiology*, 28(3), 260-273.
- Woodworth, M., & Porter, S. (2002). In cold blood: Characteristics of criminal homicides as a function of psychopathy. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 436-445.
- Yang, Raine, Lencz, Bihrlé, LaCasse & Colletti. (2005) Volume reduction in prefrontal gray matter in unsuccessful criminal psychopaths. *Biological Psychiatry*, 57(10):1103-8.
- Yang Y, Raine A, Narr KL, Colletti P & Toga AW. (2009). Localization of deformations within the amygdala in individuals with psychopathy. *Archives of General Psychiatry*, 66(9):986-94.
- Yonelinas, A. P., Otten, L. J., Shaw, K. N., & Rugg, M. D. (2005). Separating the brain regions involved in recollection and familiarity in recognition memory. *Journal of Neuroscience*, 25(11), 3002-3008.
- Yang & Raine. (2009) Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: a meta-analysis. *Psychiatry Research*, 174(2):81-8.
- Zhang, H. & Jacobs, J. (2015). Traveling Theta Waves in the Human Hippocampus. *Journal of Neuroscience*: 12477-12487.