



# Perfil clínico y neurofisiológico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres: un análisis mediante electroencefalografía cuantitativa

## Clinical and neurophysiological profile of attention-deficit/hyperactivity disorder in women: An analysis using quantitative electroencephalography.

Víctor Hugo Córdova Pluma,<sup>1</sup> Diana Gutiérrez Buenabad,<sup>2</sup> Joselin Carapia Mora,<sup>3</sup> Víctor Zabaneh Campos<sup>4</sup>

### Resumen

**OBJETIVO:** Analizar el perfil clínico y neurofisiológico de mujeres diagnosticadas con trastorno por déficit de atención e hiperactividad mediante electroencefalograma cuantitativo (qEEG).

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Estudio descriptivo que analiza el perfil clínico y neurofisiológico de una muestra clínica por juicio, integrada con pacientes femeninas diagnosticadas, mediante electroencefalografía cuantitativa (qEEG) con trastorno por déficit de atención e hiperactividad. El análisis contempló tres grupos de variables: clínicas (desregulación emocional, ansiedad, depresión y disautonomía), de rendimiento (omisiones, comisiones y tiempo de respuesta) y neurofisiológicas (biomarcadores obtenidos del qEEG). Para el análisis estadístico se hizo una correlación de rangos de Spearman para explorar relaciones no lineales entre variables ordinales, particularmente entre los biomarcadores y los indicadores clínicos y de rendimiento.

**RESULTADOS:** Se estudiaron 49 pacientes, con límites de edad de 4 y 64 años (media 27 años), en su mayoría sin diagnóstico previo. En términos de rendimiento de atención, se observó un patrón generalizado de alteraciones, con una media de 6.88 omisiones, 2.88 comisiones y un tiempo medio de respuesta de 503 ms. Estos valores reflejan un bajo desempeño en tareas de atención sostenida, congruente con las características del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. La distribución de estos resultados varió por grupo etario: en niñas menores de 12 años, la media de omisiones fue de 7.3, mientras que en adolescentes fue de 8.5, lo que evidencia mayores dificultades en estos subgrupos.

**CONCLUSIONES:** Los hallazgos apoyan la utilidad del qEEG como método diagnóstico complementario para caracterizar fenotipos específicos de trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres, con insistencia en la necesidad de enfoques personalizados en la evaluación e intervención.

**PALABRAS CLAVE:** Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH); electroencefalografía cuantitativa (qEEG); mujer; ansiedad y depresión; disautonomía; biomarcadores; fenotipo del TDAH en cuanto al tiempo de respuesta; enfermedades del sistema nervioso autónomo.

### Abstract

**OBJECTIVE:** To analyze the clinical and neurophysiological profiles of women diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) using quantitative electroencephalography (qEEG).

<sup>1</sup> Médico internista, Departamento de Medicina Interna, Hospital Ángeles Pedregal. Unidad de Neurociencias, Hospital Ángeles México, Ciudad de México.

<sup>2</sup> Psicóloga adscrita a la Unidad de Neurociencias, Hospital Ángeles México, Ciudad de México.

<sup>3</sup> Médico pasante del servicio social en investigación, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad de Neurociencias, Hospital Ángeles México, Ciudad de México.

<sup>4</sup> Médico pasante del servicio social, Universidad Anáhuac México, Hospital Ángeles Pedregal, Ciudad de México.

**Recibido:** abril 2025

**Aceptado:** mayo 2025

### Correspondencia

Víctor Hugo Córdova Pluma  
vhcordova@huggocordova.org

**Este artículo debe citarse como:** Córdoval-Pluma VH, Gutiérrez-Buenabad D, Carapia-Mora J, Zabaneh-Campos V. Perfil clínico y neurofisiológico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres: Un análisis mediante electroencefalografía cuantitativa. Med Int Méx 2025; 41 (7): 386-401.



**MATERIALS AND METHODS:** This descriptive study analyzed the clinical and neurophysiological profiles of female patients diagnosed with ADHD using qEEG. Three groups of variables were considered in the analysis: clinical (emotional dysregulation, anxiety, depression, and dysautonomia); performance (omissions, commissions, and response time); and neurophysiological (biomarkers obtained from qEEG). Spearman's rank correlation was used for statistical analysis to explore nonlinear relationships between ordinal variables, particularly between biomarkers and clinical and performance indicators.

**RESULTS:** Forty-nine patients were studied, ranging in age from 4 to 64 years old (mean age 27 years), most of whom had not previously been diagnosed. A generalized pattern of alterations in attention performance was observed, with an average of 6.88 omissions, 2.88 commissions, and an average response time of 503 ms. These values reflect poor performance on sustained attention tasks, which is consistent with the characteristics of ADHD. The distribution of these results varied by age group. In girls under 12 years of age, the mean number of omissions was 7.3; in adolescents, it was 8.5, indicating greater difficulty in these subgroups.

**CONCLUSIONS:** The findings support the usefulness of qEEG as a complementary diagnostic tool for identifying specific ADHD phenotypes in females. There is a need for personalized assessment and intervention approaches.

**KEYWORDS:** Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD); Quantitative electroencephalography (qEEG); Female; Anxiety depression; Dysautonomia; Biomarkers; Response time ADHD phenotype; Autonomic nervous system diseases.

## ANTECEDENTES

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad es una de las alteraciones del neurodesarrollo identificadas con más frecuencia, su repercusión puede extenderse a lo largo de toda la vida y afectar múltiples áreas de desarrollo del individuo personales, académicas, sociales e, incluso, laborales. Pese a ser una afección relativamente frecuente, el diagnóstico en mujeres sigue representando un desafío clínico importante, aunque la prevalencia reportada es menor en niñas, con una proporción aproximada de 2:1. Esta diferencia parece reflejar más una brecha en la detección que en la incidencia real.<sup>1,2</sup>

Las manifestaciones del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres suelen diferir en forma y expresión. Mientras que en los hombres predominan síntomas externalizados de

hiperactividad e impulsividad, en las mujeres es más común encontrar síntomas internalizados considerados "atípicos", como la inatención crónica, el retramiento social, y una alta desregulación emocional.<sup>2</sup> Esta manifestación más sutil contribuye a un diagnóstico tardío o, en ocasiones, erróneo, porque los síntomas pueden confundirse fácilmente con otras afecciones médicas o psicológicas, como el trastorno de ansiedad o del estado de ánimo,<sup>3,4</sup> lo que conduce al subdiagnóstico.

Si a lo anterior se agregan las interacciones clínicas que puede tener el trastorno por déficit de atención e hiperactividad con disautonomía, ansiedad, depresión y desregulación emocional, genera, además, un cuadro clínico más complejo y confuso, que hace necesario disponer de métodos diagnósticos más precisos y una mejor comprensión de este trastorno en mujeres.

Ante estas limitaciones del enfoque clínico tradicional, se ha propuesto el uso de métodos objetivos, como la electroencefalografía cuantitativa (qEEG) que permite registrar y analizar la actividad eléctrica cerebral, proporcionar información del funcionamiento de distintas redes neuronales implicadas en la atención, el control inhibitorio y la regulación emocional.<sup>5,6</sup> Biomarcadores como el ratio theta/beta (TBR), la onda P300 y la Mismatch Negativity (MMN) han demostrado correlación con dificultades cognitivas y de atención, y podrían ser especialmente útiles en casos donde los síntomas no se expresan de forma típica.<sup>7,8,9</sup>

Frente a este panorama, el estudio aquí comunicado tiene como objetivo describir características clínicas, de rendimiento cognitivo y neurofisiológico, de una muestra clínica de 49 mujeres con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad, con límites de edad de 4 y 64 años. En particular, se busca explorar la existencia y distribución de manifestaciones clínicas de: desregulación emocional, disautonomía, ansiedad y depresión, analizar su relación con el desempeño en tareas que demandan atención, y examinar patrones específicos en biomarcadores obtenidos del qEEG. Este enfoque pretende aportar una comprensión más precisa y diferenciada del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres, y evaluar el potencial de la electroencefalografía cuantitativa como método diagnóstico complementario en esta población que puede ser fundamental para el desarrollo de intervenciones efectivas.

#### **Características del trastorno por déficit de atención e hiperactividad**

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad es neurobiológico y se caracteriza por patrones persistentes de falta de atención, hiperactividad e impulsividad que pueden manifestarse de diferentes maneras en cada individuo, que afectan su capacidad para concentrarse y llevar a

cabo las tareas diarias, así como su funcionamiento general y desarrollo. Los síntomas pueden variar de manera muy importante en intensidad y forma de manifestación entre personas. Es fundamental comprender que este trastorno no solo repercute en la vida cotidiana de quienes lo padecen, sino que también puede influir de manera sustancial en sus relaciones interpersonales y su bienestar emocional.<sup>10</sup> Si bien suele diagnosticarse en la infancia, los síntomas pueden persistir hasta la adolescencia y la adultez.

De acuerdo con el *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales*, quinta edición (DSM-5), el diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad requiere la coexistencia de, al menos, seis síntomas de inatención o hiperactividad-impulsividad durante un periodo mínimo de seis meses, en una intensidad que resulte inapropiada para el nivel de desarrollo del individuo, que interfiere de forma significativa con su funcionamiento social, académico u ocupacional. Estos síntomas deben haberse manifestado antes de los 12 años y presentarse en más de un contexto (por ejemplo, en el hogar y la escuela).<sup>11</sup>

Se ha observado que los individuos con trastorno por déficit de atención e hiperactividad a menudo exhiben diferencias en la estructura y función cerebral, particularmente en las áreas implicadas en la regulación de la atención, la motivación y el control de los impulsos. Por ejemplo, diversos estudios han reportado una actividad reducida en la corteza prefrontal, sobre todo en la región dorsolateral, encargada de funciones ejecutivas de planificación, toma de decisiones y control inhibitorio.<sup>12</sup> Los estudios con resonancia magnética funcional en estado de reposo (R-fMRI) han demostrado anomalías en la interacción entre múltiples redes cerebrales, en particular entre la red fronto-estriatal, el cerebro y el tálamo.<sup>12,13</sup> Estas redes participan en el control del comportamiento dirigido a metas y en la modulación de la atención voluntaria.



Asimismo, se han documentado alteraciones en la conectividad funcional de la red por defecto, que se activa durante estados de reposo y se desactiva durante tareas cognitivas; su disfunción podría estar asociada con la intrusión de pensamientos irrelevantes durante el procesamiento activo de tareas. Estas diferencias neurofuncionales también se acompañan de hallazgos estructurales, como un menor volumen del cuerpo estriado, del cerebelo y del tálamo, así como una maduración cortical retrasada, particularmente en áreas frontales.<sup>14,15</sup>

Además, los estudios recientes han identificado alteraciones significativas en el acoplamiento estructural y funcional de la corteza cerebral durante el desarrollo en personas con trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Estas alteraciones se manifiestan, principalmente, en regiones frontoparietales, incluidas la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza parietal posterior, áreas decisivas para el control ejecutivo y la atención sostenida. El desacoplamiento observado entre la estructura y la función en estas regiones afecta, negativamente, la eficiencia de la red de control cognitivo. Este patrón neurofuncional se ha asociado con síntomas clínicos característicos del trastorno por déficit de atención e hiperactividad, como la desorganización, inatención persistente y la dificultad para mantener el foco de atención, sobre todo en tareas que requieren autorregulación y planificación.<sup>16</sup>

Estas diferencias neurobiológicas contribuyen a la aparición de los síntomas característicos del trastorno por déficit de atención e hiperactividad, como la dificultad para mantener la atención, la impulsividad y la desregulación emocional que subrayan la relevancia del diagnóstico temprano y la intervención multidisciplinaria para optimizar el pronóstico funcional de quienes lo padecen.

### Diagnóstico en mujeres

Las características clínicas mencionadas no siempre se observan de manera consistente en mujeres, quienes muestran una mayor prevalencia de síntomas atípicos, lo que puede conducir a un diagnóstico tardío o erróneo. Desde el punto de vista epidemiológico se ha observado una prevalencia de 2:1 entre niños y niñas, respectivamente,<sup>1,2</sup> lo que sugiere que las manifestaciones del trastorno en cuestión pueden diferir de manera significativa entre géneros, por lo que es fundamental una evaluación cuidadosa y específica del caso. Los niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad a menudo muestran comportamientos más hiperactivos e impulsivos, lo que puede conducir a síntomas más notables en el aula y en las interacciones sociales. Esto puede incluir inquietarse, interrumpir a otros y dificultad para esperar su turno. Mientras que las niñas pueden manifestar síntomas más sutiles: soñar despiertas o estar retraídas, que pueden pasar inadvertidos. También pueden mostrar más desregulación emocional y dificultades sociales, que pueden manifestarse con ansiedad o depresión, junto con el trastorno por déficit de atención e hiperactividad.<sup>2</sup>

La proporción del diagnóstico entre hombres y mujeres se equilibra en la adultez, se acerca a 1.5:1 o menos, lo que sugiere un subdiagnóstico en mujeres durante la infancia. Se ha observado que las mujeres experimentan un retraso en el diagnóstico de más de cuatro años en comparación con los hombres, además de que la incidencia de diagnósticos de trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres de 23 a 29 años casi se duplicó entre 2020 y 2022.<sup>17,18</sup>

Uno de los síntomas más notables es la mayor prevalencia de falta de atención en comparación con la hiperactividad. Las mujeres con trastorno por déficit de atención e hiperactividad con

frecuencia tienen dificultades significativas para mantener el enfoque, organizar tareas y cumplir con las responsabilidades, lo que puede conducir a desafíos académicos y ocupacionales.<sup>19</sup>

Con frecuencia, las personas con el trastorno en cuestión tienen dificultades para regular sus respuestas emocionales, lo que lleva a conductas impulsivas emocionales o una mayor sensibilidad al estrés. Esto puede manifestarse como respuestas emocionales intensificadas, cambios de humor y dificultades para controlar el estrés, frustración por las tareas, dificultades en las interacciones sociales o desafíos para hacer frente a los cambios.<sup>20</sup>

Las investigaciones indican que las mujeres con el trastorno estudiado pueden experimentar desregulación emocional más pronunciada en comparación con sus contrapartes masculinas. Además, reportan dificultades para controlar sus emociones, lo que puede conducir a un aumento de la ansiedad, cambios de humor y sentimientos de insuficiencia. Estos síntomas pueden ser más sutiles, lo que puede hacer más complejo el diagnóstico.<sup>21</sup> El aspecto emocional del trastorno en las mujeres, a menudo, complica el diagnóstico porque estos síntomas pueden atribuirse, erróneamente, a otros problemas psicológicos en lugar de ser reconocidos como parte del trastorno por déficit de atención e hiperactividad.<sup>3</sup>

La desregulación emocional es un aspecto significativo que se ha afrontado recientemente en el trastorno por déficit de atención-hiperactividad, sobre todo en las mujeres. La desregulación emocional abarca dificultades para controlar la intensidad, duración y expresión de las emociones, lo que da lugar a respuestas que pueden parecer desproporcionadas a la situación desencadenante.<sup>18,22</sup>

La desregulación emocional se ha identificado como una característica transversal del trastorno por déficit de atención e hiperactividad,

especialmente prevalente en mujeres. Este fenómeno implica una baja tolerancia a la frustración, dificultades para modular respuestas emocionales ante estímulos cotidianos y una reactividad elevada al estrés interpersonal. En mujeres, esta desregulación puede manifestarse a través de cambios afectivos rápidos, impulsividad emocional, llanto frecuente y sensación de sobrecarga emocional, incluso en ausencia de eventos estresantes graves. Estos síntomas se manifiestan, con frecuencia, desde la infancia y tienden a intensificarse durante la adolescencia y adultez temprana. Es común que se confundan con trastornos afectivos, como el del límite de la personalidad o la depresión. Los estudios longitudinales han demostrado que la desregulación emocional en mujeres con el trastorno se asocia con un mayor riesgo de abandono escolar, relaciones interpersonales inestables y mayor uso de servicios de salud mental a lo largo del tiempo.<sup>18,23</sup>

La disautonomía, definida como disfunción del sistema nervioso autónomo, también aparece, con frecuencia, en mujeres con trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Este trastorno se manifiesta con síntomas de taquicardia, sudoración excesiva, intolerancia ortostática, molestias gastrointestinales, mareos y fatiga crónica. En el contexto del trastorno, se ha observado una hiperreactividad autonómica al estrés, con implicaciones clínicas en el aumento de comorbilidad con ansiedad, somatización y alteración del ciclo sueño-vigilia. Esta desregulación neurovegetativa no solo contribuye a una percepción corporal alterada, sino que también interfiere con la autorregulación emocional y el apego al tratamiento, lo que representa un factor de vulnerabilidad frecuente, pero subdiagnosticado.<sup>24</sup> Al considerar la comorbilidad de la disautonomía con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, particularmente en mujeres, es fundamental reconocer cómo estas afectaciones pueden interactuar y exacerbarse entre sí.<sup>3</sup> El aumento de las respuestas emocio-



nales observadas en mujeres con el trastorno puede, potencialmente, desencadenar o empeorar los síntomas de disautonomía y crear un ciclo de angustia que puede complicar el diagnóstico y el tratamiento.<sup>25</sup>

Los estudios cualitativos recientes han resaltado que muchas mujeres adultas con trastorno por déficit de atención e hiperactividad leve o no diagnosticado experimentan una “vida reprimida”, caracterizada por una alta exigencia interna, sentimiento de inadecuación y sobrecompensación en contextos sociales. Estos síntomas, junto con los físicos y emocionales, se internalizan frecuentemente como rasgos de personalidad o fallas individuales, lo que contribuye a la cronificación del sufrimiento psíquico y la exclusión del circuito clínico tradicional.<sup>26</sup>

La elevada prevalencia de síntomas atípicos en mujeres con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, como la tendencia a internalizar dificultades y la agitación emocional persistente, representa un obstáculo significativo para el diagnóstico oportuno. Estos síntomas suelen confundirse con trastornos de ansiedad o afectivos, lo que puede llevar a diagnósticos erróneos y a una demora en la identificación del trastorno por déficit de atención e hiperactividad subyacente. Esta situación es aún más compleja cuando coexiste disautonomía, ya que la desregulación emocional puede enmascararse como somatización o disfunción autonómica independiente.<sup>4</sup> Ante esta heterogeneidad clínica, se hace evidente la necesidad de métodos diagnósticos más sensibles y objetivos que permitan identificar el trastorno de manera precisa y temprana.

#### **Electroencefalografía cuantitativa**

El desarrollo e implementación de nuevos métodos de evaluación, como la electroencefalografía cuantitativa (qEEG), podrían contribuir, de manera muy importante, a una caracterización más completa del perfil clínico y neurofisiológico

del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en mujeres; con ello se logra optimizar la intervención terapéutica y disminuir el riesgo de cronificación. En este sentido, la qEEG y sus biomarcadores asociados emergen como métodos prometedores en el diagnóstico del trastorno estudiado, especialmente en mujeres con síntomas diferentes a los clásicos descritos en la bibliografía.<sup>6</sup> El uso de la electroencefalografía permite observar patrones de actividad eléctrica, incluidas las alteraciones en bandas de frecuencia específicas y patrones de conectividad cerebral, que pueden correlacionarse con dificultades de atención, desregulación emocional y otras características propias del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Esto es particularmente relevante para las mujeres, cuyas manifestaciones pueden ser más sutiles y, por lo tanto, más difíciles de diagnosticar.<sup>5</sup>

El ratio theta-beta es un biomarcador significativo que ha llamado la atención en el contexto del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Esta relación se deriva de las grabaciones electroencefalográficas que miden las ondas theta (4-8 Hz) y beta (123-0 Hz). En individuos con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad, particularmente en niños, se ha observado una elevación de esta relación, asociada con dificultades en la atención y el control de impulsos. La teoría subyacente plantea que una mayor actividad theta refleja un estado de desatención o baja activación, mientras que la beta está vinculada con la alerta y el control cognitivo.<sup>9,27</sup>

En tareas de potenciales relacionados con eventos como Mismatch Negativity (MMN) se ha identificado que el componente P300 es relevante para el procesamiento de estímulos significativos o inesperados. Esta onda muestra una reducción en su amplitud en personas con el trastorno, lo que indica dificultades en el foco de atención y en la respuesta adaptativa ante estímulos nuevos.<sup>7,8</sup> Las características no

lineales de la señal electroencefalográfica, como entropía o complejidad, también han mostrado alta eficacia para diferenciar sujetos con el trastorno y controles sanos, pues captura la dinámica cerebral de forma más integral.<sup>28</sup>

Por lo anterior, el objetivo del estudio fue: analizar el perfil clínico y neurofisiológico de mujeres diagnosticadas con trastorno por déficit de atención e hiperactividad mediante el electroencefalograma cuantitativo (qEEG).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo que analiza el perfil clínico y neurofisiológico de mujeres diagnosticadas con trastorno por déficit de atención e hiperactividad mediante electroencefalografía cuantitativa (qEEG). Se seleccionó una muestra clínica por juicio, compuesta por 49 pacientes femeninas diagnosticadas con el trastorno mediante qEEG, con límites de edad de 4 y 64 años (media de edad = 27 años), en su mayoría sin diagnóstico previo. El análisis contempló tres grupos de variables: clínicas (desregulación emocional, ansiedad, depresión y disautonomía), de rendimiento (omisiones, comisiones y tiempo de respuesta), y neurofisiológicas (biomarcadores obtenidos del qEEG).

### Criterios diagnósticos basados en biomarcadores (EEG cuantitativo)

El diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad se fundamentó en la identificación de biomarcadores neurofisiológicos objetivos y medibles a través de la qEEG. La actividad cerebral se registró en un sistema de electrodos colocados según el protocolo internacional 10-20, que captura señales predominantemente en estado de reposo. Los datos se procesaron en un programa especializado que permitió descomponer las ondas cerebrales en bandas de frecuencia y cuantificar su amplitud y potencia en regiones específicas del cerebro.

Para su análisis posterior las desviaciones respecto de los valores normativos se codificaron numéricamente.

### Codificación y análisis de biomarcadores

Los biomarcadores theta, theta/beta, y los relacionados con áreas cerebrales específicas se codificaron en una escala ordinal de 0 a 3, donde 0 indicaba ausencia de desviación, 1 disminución, 2 aumento y 3 una señal inestable. La memoria de trabajo se clasificó con: 0 (sin alteración) o 1 (alterada). En el caso del Mismatch Negativity (MMN) se utilizó una escala diferenciada: 0 (sin alteración), 1 (disminuido), 2 (aumentado), y 3 (mixto). Este método permitió establecer perfiles eléctricos individuales como criterio diagnóstico complementario al clínico.

El análisis se basó en tres grupos de variables:

- **Clínicas:** desregulación emocional, ansiedad, depresión y disautonomía.
- **De rendimiento:** omisiones, comisiones y tiempo de respuesta.
- **Biomarcadores:** obtenidos del EEG cuantitativo, como theta, theta/beta, Mismatch Negativity (MMN), memoria de trabajo y señales de áreas cerebrales específicas (vTR/BA39, vTL/BA39, vO/BA19, P3b/BA5, p3Sup/BA6, CI Novelty).

### Criterios diagnósticos basados en biomarcadores (EEG cuantitativo)

En este estudio, el diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad se fundamentó en el análisis del electroencefalograma cuantitativo (qEEG) de las pacientes, con hincapié en la identificación de patrones específicos de actividad cerebral asociados con el trastorno. A diferencia de las evaluaciones clínicas tradicionales, el enfoque aquí utilizado se apoyó en



biomarcadores neurofisiológicos completamente medibles y reproducibles.

### Obtención y análisis de los biomarcadores

El registro de la actividad cerebral se efectuó mediante un sistema de electrodos colocados en el cuero cabelludo, siguiendo el protocolo internacional 10-20. Las señales se obtuvieron, principalmente, en estado de reposo. Posteriormente, los datos se procesaron en un programa especializado que permitió descomponer las ondas cerebrales en distintas bandas de frecuencia (theta, beta, etc.) y cuantificar su amplitud y potencia en regiones cerebrales específicas. De acuerdo con esto, se identificaron desviaciones en los valores de referencia, que se codificaron para su posterior análisis estadístico. Este enfoque permitió establecer perfiles eléctricos individuales que sirvieron de criterio diagnóstico.

### Biomarcadores utilizados y su relación con el trastorno por déficit de atención e hiperactividad

Los biomarcadores analizados reflejan distintos aspectos del funcionamiento cerebral en sus diversas áreas. Enseguida se describen los principales utilizados en este estudio:

- **Theta (4-7 Hz):** aumentos en esta banda, especialmente en zonas frontales, se relacionan con inatención y desregulación cognitiva.<sup>30</sup>
- **Relación theta/beta (TBR):** es uno de los indicadores clásicos de trastorno por déficit de atención e hiperactividad, una relación elevada sugiere un desequilibrio entre relajación y activación atencional.<sup>31</sup>
- **vTR/BA39 y vTL/BA39 (giros angulares derecho e izquierdo):** estas regiones están relacionadas con el procesamiento cognitivo, lenguaje y atención por lo que las alteraciones en estos biomarcadores pueden reflejar disfunciones.<sup>32</sup>
- **vO/BA19 (corteza cuneal y precuneal):** está implicada en la atención visual y percepción espacial. Su disfunción puede contribuir a dificultades en la orientación y el enfoque visual.<sup>33</sup>
- **P3b/BA5 (corteza magnocelular):** la onda P3b está asociada con el procesamiento de estímulos relevantes. Su alteración puede indicar problemas en la atención sostenida.<sup>34</sup>
- **P3Sup/BA6 (corteza premotora):** relacionada con la planificación motora. Los cambios en esta señal se han vinculado con impulsividad y conductas hiperactivas.<sup>35</sup>
- **Monitoreo/BA25 (corteza cingulada anterior):** área clave para la regulación emocional y el control ejecutivo. Su disfunción se asocia con síntomas de impulsividad y reactividad emocional.<sup>36</sup>
- **CI Novelty (índice de novedad):** evalúa la respuesta cerebral ante estímulos nuevos. Una alteración puede sugerir rigidez cognitiva o dificultades en el cambio del foco de atención.<sup>37</sup>
- **Memoria de trabajo:** evaluada como la capacidad para retener y manipular información a corto plazo. Con frecuencia afectada en pacientes con el trastorno estudiado.<sup>38</sup>
- **Mismatch Negativity (MMN):** esta onda se activa ante cambios inesperados en estímulos auditivos repetitivos. Las alteraciones en su amplitud o latencia se asocian con dificultades en el procesamiento auditivo automático y la atención preconsciente.<sup>39</sup>

El uso de estos marcadores ofreció una aproximación objetiva al diagnóstico, permitió perfilar patrones neurofisiológicos específicos del trastorno en estudio en mujeres, más allá de los síntomas clínicamente observables.

Para facilitar el análisis estadístico, todos los datos se convirtieron a valores numéricos, según categorías predeterminadas. En el caso de los biomarcadores theta, theta/beta, y los relacionados con regiones específicas del cerebro, se empleó una codificación ordinal de 0 a 3, donde: 0 indicaba ausencia de desviación, 1 representaba disminución, 2 un aumento, y 3 una señal inestable.

La memoria de trabajo se clasificó con 0 si no tenía alteración y 1 si se encontraba alterada. Para el marcador Mismatch Negativity (MMN) se utilizó una escala diferenciada: 0 (sin alteración), 1 (disminuido), 2 (aumentado) y 3 (mixto).

#### Análisis estadístico

Luego de homologar los datos, para su análisis se hizo una correlación de rangos de Spearman para explorar relaciones no lineales entre variables ordinales, particularmente entre los biomarcadores y los indicadores clínicos y de rendimiento. Esta prueba permitió observar tendencias de asociación, ciertas variables aumentaban o disminuían en conjunto, sin asumir una relación lineal estricta. Además de la prueba de  $\chi^2$  aplicada para examinar asociaciones entre variables categóricas, especialmente en la evaluación cruzada entre variables clínicas (presencia-ausencia) y biomarcadores. Esta prueba fue decisiva para identificar las dependencias estadísticas entre los perfiles clínicos y los patrones de actividad cerebral observados.

#### RESULTADOS

En términos de rendimiento de atención, se observó un patrón generalizado de alteraciones,

con una media de 6.88 omisiones, 2.88 comisiones y un tiempo medio de respuesta de 503 ms. Estos valores reflejan un bajo desempeño en tareas de atención sostenida, congruente con las características del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. La distribución de estos resultados varió por grupo etario: en niñas menores de 12 años la media de omisiones fue de 7.3, mientras que en adolescentes fue de 8.5, lo que evidencia mayores dificultades en estos subgrupos.

En relación con los biomarcadores, se identificaron alteraciones en múltiples indicadores de la electroencefalografía. El 92% de las pacientes mostró elevación en la banda theta, el 74% tuvo alteraciones en la relación theta/beta, y un 65% evidenció alteraciones en el índice de novedad (CI Novelty). También se registraron desviaciones en señales de áreas específicas como la BA25 (corteza cingulada anterior), asociada con el control emocional, y la BA6 (corteza premotora), implicada en la planificación motora.

En el análisis de correlación se encontró una asociación positiva moderada entre los errores de omisión y la disfunción en la banda theta ( $r = 0.42$ ), aunque esta no alcanzó significación estadística ( $p > 0.05$ ). Asimismo, se observó una tendencia a mayor desregulación emocional en pacientes con alteraciones en la corteza cingulada anterior, aunque no se confirmó una relación estadísticamente significativa. Estos hallazgos sugieren la utilidad del qEEG como herramienta complementaria para caracterizar los perfiles cognitivos y emocionales en mujeres con trastorno por déficit de atención e hiperactividad.

#### Fenotipos y actividad cerebral

En la muestra seleccionada se identificaron siete endofenotipos: el tipo 5 fue el más frecuente (26.5%). Este endofenotipo se caracteriza por la dificultad en la regulación emocional, hiperactividad, dificultad en la atención y memoria de

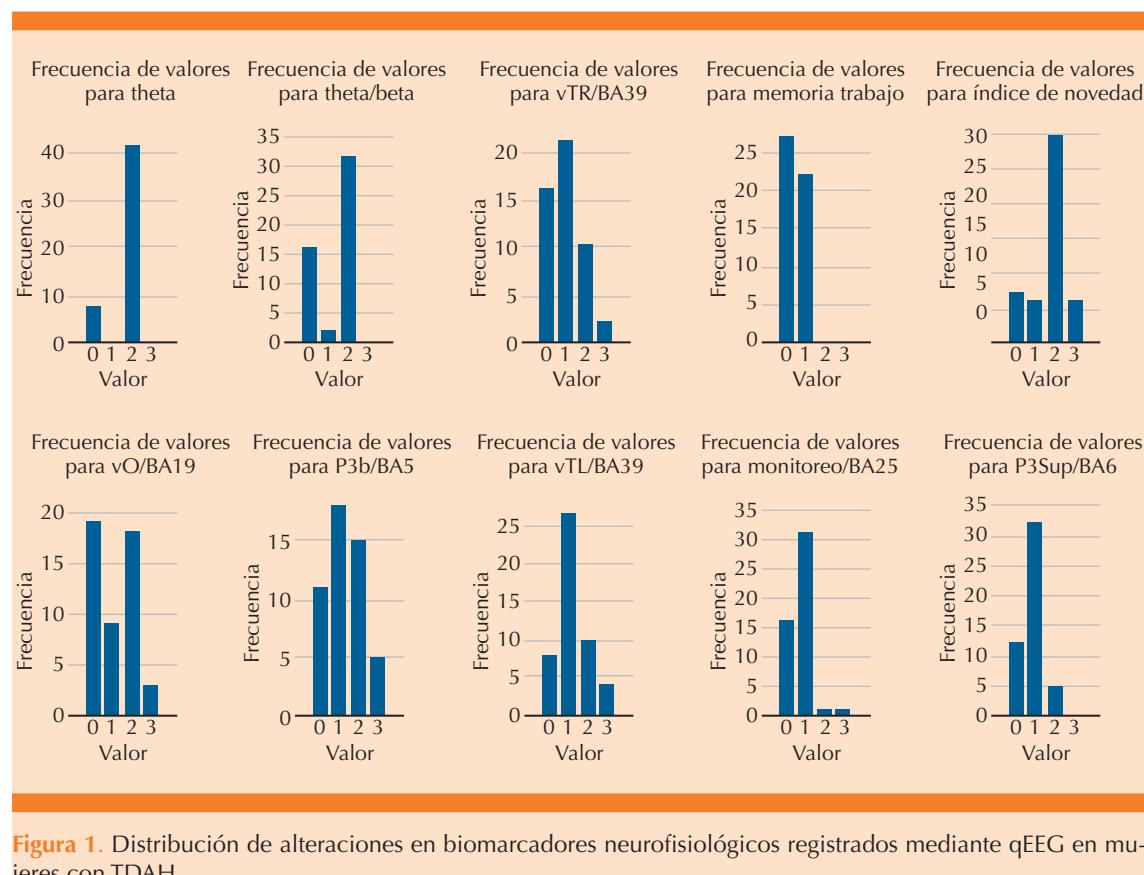


trabajo, así como disfunción ejecutiva. El subtipo más común de actividad cerebral identificado fue alfa occipital, lo que concuerda con el tipo de actividad más común en los seres humanos.

### Biomarcadores

El análisis individual de los biomarcadores electroencefalográficos (**Figura 1**) reveló patrones consistentes en la muestra evaluada. En cuanto a la banda theta, se observó un aumento en el 85.7% de las pacientes, sin registrarse casos con valores disminuidos o inestables, lo que sugiere una hiperactividad cortical frontal característica del perfil de atención alterado. La relación theta/beta también tuvo valores aumentados en la mayoría de los casos, aunque un 32.7% de la muestra no mostró desviaciones, lo que

podría indicar una subpoblación con un perfil neurofisiológico diferente dentro del espectro del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. En las regiones correspondientes a los giros angulares derecho e izquierdo (vTR/BA39 y vTL/BA39) predominó la disminución de la actividad, con un 42.9% y 55.1% de las pacientes, respectivamente, lo que se asocia con déficits en integración cognitiva, atención y procesamiento lingüístico. En la corteza cuneal y precuneal (vO/BA19), el 38.8% no mostró desviaciones, aunque un 36.7% tuvo valores aumentados sin diferencia estadísticamente significativa, lo que puede reflejar variabilidad en la atención visual. Respecto al componente P3b en BA5, el patrón predominante fue de valores disminuidos (36.7%), lo que concuerda con una disminución en la capacidad de procesamiento de estímulos



**Figura 1.** Distribución de alteraciones en biomarcadores neurofisiológicos registrados mediante qEEG en mujeres con TDAH.

relevantes. En la corteza premotora (P3Sup/BA6) y la cingulada anterior (Monitoreo/BA25), se observaron valores disminuidos en la mayoría de los casos (65.3% y 63.3%, respectivamente), lo que refuerza la relación entre estas áreas y los síntomas de impulsividad y desregulación emocional. El índice de novedad (CI Novelty) mostró valores aumentados en el 61.2% de las participantes, lo que podría reflejar una hiperreactividad emocional mediada por estructuras, como la amígdala. En cuanto a la memoria de trabajo, se reportó conservada en el 55.1% de las pacientes, sin alteraciones relevantes en este dominio. Por último, el componente Mismatch Negativity (MMN) resultó con inestabilidad en el 42.9% de los casos, lo que puede ser indicativo de un procesamiento auditivo de preatención alterado, característico en perfiles con dificultades de integración sensorial.

#### Variables de rendimiento

Las variables de rendimiento evaluadas en este estudio revelaron patrones diferenciados que aportan información relevante del perfil de atención de las pacientes (**Cuadro 1**). En cuanto a los errores por omisión, se observó una tasa promedio de 26.34%, con límites de 0 a 100%. El valor mínimo se registró en dos pacientes de 7 y 63 años, mientras que el valor máximo se observó en una paciente de 37 años, lo que constituye un valor extremo, atípico en la distribución general de la muestra. En lo que respecta a los errores por comisión, la media fue de 2.99%, el valor máximo fue de 32%, correspondiente a

una paciente de 8 años. Este resultado es congruente con el desarrollo neurocognitivo propio de esa etapa etaria, en la que los procesos de inhibición de respuesta aún no se encuentran por completo consolidados. En relación con el tiempo de respuesta (RT1), se registró un promedio de 503.4 milisegundos, con límites de 0 y 710 milisegundos. El valor nulo, correspondiente a la misma paciente que tuvo el 100% de omisiones, se considera fuera de los parámetros esperados y fue tratado como un valor atípico en el análisis. Al analizar estos indicadores por grupos etarios, se identificó que el grupo de 4 a 12 años reportó las tasas más elevadas en omisiones y comisiones, lo que puede atribuirse a la inmadurez de los circuitos de atención y de control ejecutivo, característicos de esta etapa del desarrollo.

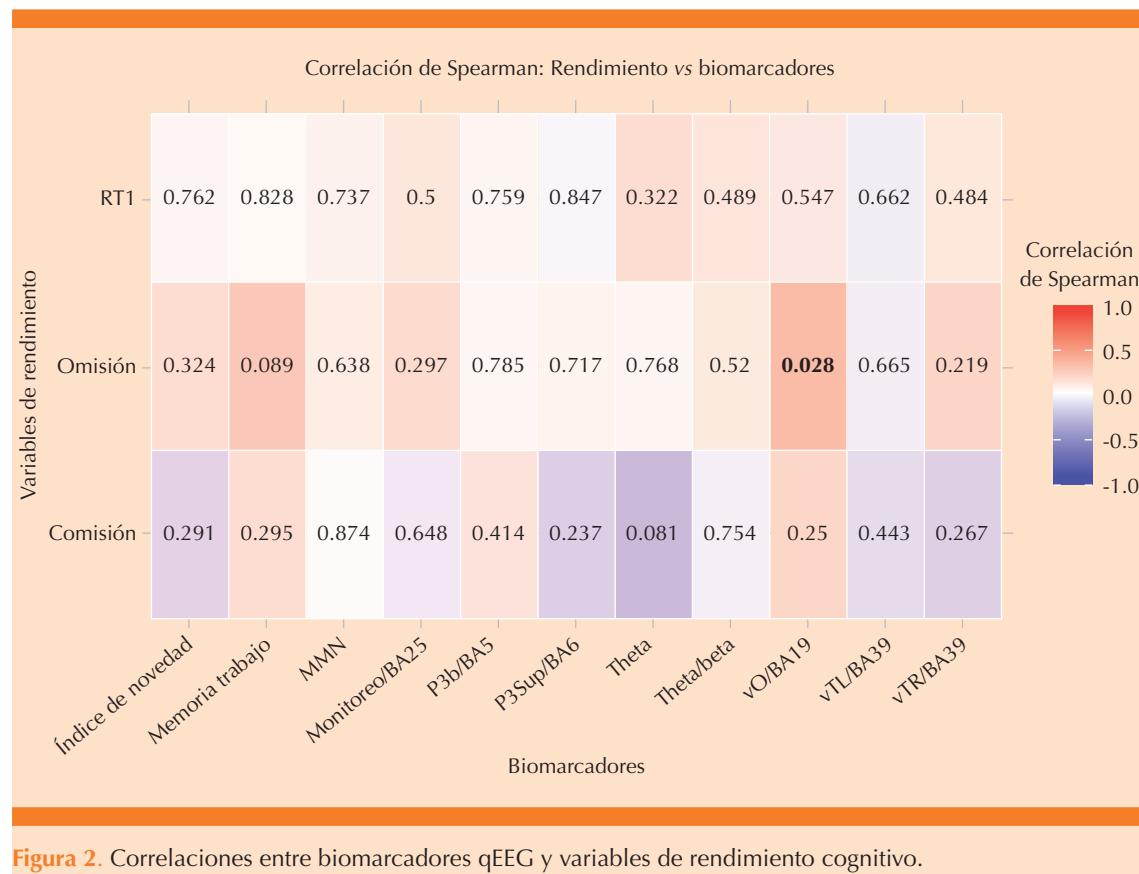
#### Biomarcadores comparados con variables de rendimiento

El análisis de correlación entre los distintos biomarcadores neurofisiológicos y las variables de rendimiento cognitivo descritas, utilizó la prueba de correlación de Spearman (**Figura 2**). La variable de omisión mostró una correlación positiva estadísticamente significativa con la actividad en la región vO/BA19 ( $p = 0.028$ ), lo que sugiere que una mayor activación en esta área, relacionada con la percepción visual y la atención espacial, se asocia con un incremento en los errores por omisión.

Respecto a los errores por comisión, se identificó una tendencia hacia una correlación negativa

**Cuadro 1.** Promedio y desviación estándar en variables de rendimiento cognitivo según grupo etario

Límites edad	n	Omisiones	Comisiones	RT1
4-12	9	̄ 40.25 sd 31.32	̄ 3.36 sd 5.20	̄ 531.67 sd 126.18
13-18	8	̄ 30.06 sd 31.02	̄ 1.82 sd 3.02	̄ 514.25 sd 102.97
19-30	17	̄ 21.75 sd 15.82	̄ 1.79 sd 3.09	̄ 506.94 sd 72.53
31-50	7	̄ 30.29 sd 32.44	̄ 2.86 sd 6.41	̄ 472.86 sd 224.03
51-65	8	̄ 23.32 sd 12.09	̄ 2.47 sd 3.76	̄ 480.25 sd 124.78

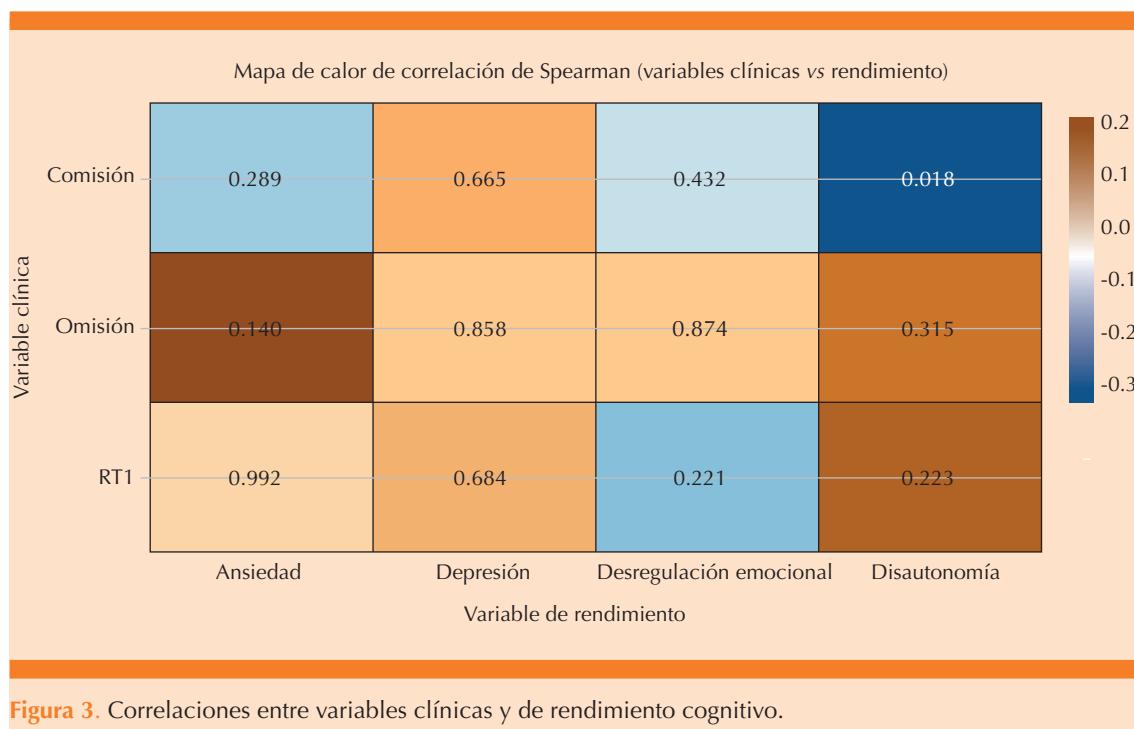


con la banda theta; aunque esta relación no alcanzó significación estadística, podría indicar que niveles más elevados de actividad theta estarían vinculados con una menor tasa de errores impulsivos. En cuanto al tiempo de reacción (RT1), no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas con los biomarcadores evaluados. No obstante, se observó una correlación moderada con la actividad theta, lo que podría implicar una asociación leve con un aumento en los tiempos de respuesta. En términos generales, prácticamente todas las correlaciones observadas fueron débiles o cercanas a cero, lo que indica una baja magnitud de asociación entre las variables de rendimiento y los biomarcadores en esta muestra. Estos hallazgos sugieren que, si bien ciertos biomarcadores pueden

tener valor predictivo en aspectos específicos del desempeño de atención, su aplicabilidad diagnóstica puede estar limitada en muestras pequeñas o heterogéneas.

#### Variables clínicas comparadas con variables de rendimiento

También se hizo un análisis de correlación entre las variables clínicas (ansiedad, depresión, disautonomía y desregulación emocional) y las variables de rendimiento, utilizando nuevamente la prueba de Spearman (**Figura 3**). Los resultados mostraron, en general, asociaciones débiles o inexistentes. Sin embargo, se identificó una correlación negativa moderada entre disautonomía y errores por comisión, lo que sugiere que una



mayor coexistencia de síntomas autonómicos podría estar asociada con una menor frecuencia de respuestas impulsivas. La variable de ansiedad tuvo una correlación positiva débil con los errores por omisión, lo que podría implicar que circunstancias elevadas de ansiedad estarían ligeramente relacionadas con dificultades en la atención sostenida. No se encontraron correlaciones significativas para las demás variables clínicas. En conjunto, estos hallazgos indican que las asociaciones entre síntomas clínicos y rendimiento cognitivo son complejas y no lineales, y que podrían requerir muestras más amplias y controladas para confirmarse con mayor precisión.

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio revelan patrones clínicos y neurofisiológicos particulares en mujeres con diagnóstico de trastorno por déficit de atención e hiperactividad que destacan la

relevancia del qEEG como método complementario en la evaluación de esta población. La alta frecuencia de alteraciones en los biomarcadores theta y theta/beta y en regiones clave, como la BA39, BA25 y BA6, refuerza la evidencia previa que asocia estas áreas con disfunciones en la atención, la autorregulación emocional y el control motor en pacientes con trastorno por déficit de atención e hiperactividad.<sup>5,31,40</sup> En particular, se ha señalado que las variaciones en el índice theta/beta en adultos con síntomas del trastorno están significativamente correlacionadas con el rendimiento cognitivo, lo que coincide con lo aquí encontrado en relación con los errores de omisión y tiempos prolongados de respuesta.<sup>40</sup>

Esos hallazgos adquieren especial relevancia al considerar que las mujeres con el trastorno estudiado tienden a tener manifestaciones más internalizadas y menos disruptivas, lo que puede dificultar su detección y diagnóstico oportuno.<sup>3,41,42</sup> Los estudios recientes continúan



destacando que los patrones sintomáticos en las mujeres incluyen mayor desregulación emocional, ansiedad y síntomas somáticos, aspectos con frecuencia subestimados en los enfoques clínicos tradicionales.<sup>26,42</sup>

La investigación en neurofisiología ha mostrado que el perfil de actividad cerebral observado mediante qEEG puede diferir entre subtipos del trastorno y entre géneros. Por ejemplo, Ji y su grupo identificaron subgrupos diferenciables del trastorno infantil basados en análisis de electrocardiograma cuantitativo, lo que abre la posibilidad de aplicar enfoques similares para caracterizar fenotipos específicos en mujeres adultas.<sup>43</sup> Además, el uso de tecnologías integradas, como realidad virtual, seguimiento ocular y el electrocardiograma ha demostrado eficacia en la predicción del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en adultos mediante algoritmos de aprendizaje automático, lo que subraya el valor de incorporar múltiples fuentes de datos fisiológicos en futuras evaluaciones diagnósticas.<sup>44</sup>

En cuanto a la desregulación emocional y la disautonomía, los datos aquí publicados respaldan investigaciones previas que identifican alteraciones en la función del sistema nervioso autónomo como parte del fenotipo del trastorno estudiado, sobre todo en mujeres.<sup>24,25</sup> La disautonomía puede contribuir a los síntomas físicos y emocionales observados en estas pacientes, y su inclusión en protocolos de evaluación podría mejorar el procedimiento clínico integral del trastorno por déficit de atención e hiperactividad femenino.

Finalmente, aunque gran parte de las correlaciones entre biomarcadores y variables clínicas fueron débiles, algunas tendencias observadas (como la relación positiva entre la actividad en la región vO/BA19 y errores de omisión) indican que el qEEG podría tener valor en la identificación de perfiles individuales de

disfunción neurocognitiva. Este enfoque personalizado resulta por demás relevante para mujeres, cuyas manifestaciones clínicas pueden diferir, significativamente, de las observadas en hombres.<sup>3,10,42</sup>

Si bien los resultados son prometedores, deben interpretarse con cautela. El tamaño reducido de la muestra y la naturaleza transversal del estudio limitan la generalización de los hallazgos. Las futuras investigaciones longitudinales, con muestras más amplias y homogéneas, serán decisivas para confirmar estas asociaciones y profundizar en la utilidad del qEEG como marcador objetivo en el diagnóstico diferencial del trastorno por déficit de atención e hiperactividad femenino.

## REFERENCIAS

1. Sayal K, Prasad V, Daley D, Ford T, et al. ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision. *Lancet Psychiatry* 2017; 5 (2): 175-86. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30167-0](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30167-0)
2. Salari N, Ghasemi H, Abdoli N, Rahmani A, et al. The global prevalence of ADHD in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Italian J Pediatrics* 2023. <https://doi.org/10.1186/s13052-023-01456-1>
3. Climie EA. Miss. Diagnosis: A systematic review of ADHD in adult women. *J Attention Disorders* 2023; 27 (7): 645-57. <https://doi.org/10.1177/10870547231161533>
4. Guo C. Specific impairments and challenges in women with ADHD. *J Education, Humanities and Social Sciences* 2024; 29: 34-39. <https://doi.org/10.54097/vrh8jk90>
5. Poil SS, Bollmann S, Ghisleni C, O'Gorman RL, et al. Age dependent electroencephalographic changes in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clin Neurophysiol* 2014. <https://doi.org/10.1016/J.CLINPH.2013.12.118>
6. Martín-Brufau R, Nombela Gómez M. Bioelectrical markers of ADHD: Enhancement of direct EEG analysis. *Electronic J Research in Educational Psychology* 2017. <https://doi.org/10.25115/EJREP.41.16024>
7. Cheng C-H, Cheng C-H, Chan P-Y S, Hsieh Y, Chen K-F. A meta-analysis of mismatch negativity in children with attention deficit-hyperactivity disorders. *Neuroscience Letters* 2016. <https://doi.org/10.1016/J.NEULET.2015.11.033>
8. Yamamoto K, Ota T, Iida J, Nakanishi Y, et al. Associations between the mismatch-negativity component and symptom severity in children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsy Dis Treat* 2016. <https://doi.org/10.2147/NDT.S120540>

9. Wang TS, Wang SS, Wang CL, Wong SB. Theta/beta ratio in EEG correlated with attentional capacity assessed by Conners Continuous Performance Test in children with ADHD. *Frontiers in Psychiatry* 2024; https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.130597
10. Ghowinam M, Alnujaidi MH, Alshammari SF, Alharthi AA. Characterising attention deficit hyperactivity disorder. 2022; https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9534-3.ch008
11. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5<sup>th</sup> ed. Washington, DC: APA, 2013.
12. Konrad K, Di Martino A, Aoki Y. Brain volumes and intrinsic brain connectivity in ADHD 2018. https://doi.org/10.1093/MED/9780198739258.003.0006
13. Kumar U, Arya A, Agarwal V. Neural network connectivity in ADHD children: an independent component and functional connectivity analysis of resting state fMRI data. *Brain Imaging and Behavior* 2021. https://doi.org/10.1007/S11682-019-00242-0
14. Hoogman M, Bralten J, Hibar DP, et al. Subcortical brain volume differences in participants with attention deficit hyperactivity disorder in children and adults: a cross-sectional mega-analysis. *Lancet Psychiatry* 2017; 4 (4): 310-19. https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30049-4
15. Rubia K. Cognitive neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and its clinical translation. *Front Hum Neurosci* 2018; 12: 100. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00100
16. Soman SM, Vijayakumar N, Thomson P, Ball G, et al. Cortical structural and functional coupling during development and implications for attention deficit hyperactivity disorder. *Transl Psychiatry* 2023; 13 (1): 252. https://doi.org/10.1038/s41398-023-02546-8
17. Russell J, Franklin B, Piff A, Allen S, et al. Number of ADHD Patients Rising, especially among women. Epic research. https://epicresearch.org/articles/number-of-adhd-patients-rising-especially-among-women.
18. Agnew-Blais JC. Hidden in plain sight: delayed ADHD diagnosis among girls and women—a commentary on Skoglund et al. *J Child Psychology A Psychiatry* 2024; 65 (10): 1398-400. https://doi.org/10.1111/jcpp.14023
19. Oroian BA, Costandache G, Popescu EC, Nechita P, et al. The uncharted territory of female adult ADHD: a comprehensive review. *European Psychiatry* 2024; 67 (S1).
20. D'Agostino A, Covanti S, Rossi Monti M, Starcevic V. Emotion dysregulation: A review of the concept and implications for clinical practice. *European Psychiatry* 2016. https://doi.org/10.1016/J.EURPSY.2016.01.1956
21. Waite R. Women with ADHD: it is an explanation, not the excuse du jour. *Perspectives in Psychiatric Care* 2010. https://doi.org/10.1111/J.1744-6163.2010.00254.X
22. Hirsch O, Chavanon ML, Christiansen H. Emotional dysregulation subgroups in patients with adult Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): a cluster analytic approach. *Scientific Reports* 2019. https://doi.org/10.1038/S41598-019-42018-y
23. Shaw P, Stringaris A, Nigg J, Leibenluft E. Emotion dysregulation in attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry* 2014; 171 (3): 276-93. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2013.13070966
24. Bellato A, Arora I, Hollis C, Groom MJ. Is autonomic nervous system function atypical in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? A systematic review of the evidence. *Neurosci Biobehav Rev* 2020; 108: 182-206. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.11.001
25. Geiss L, Stemmler M, Beck B, Hillemacher T, et al. Dysregulation of the autonomic nervous system in adult attention deficit hyperactivity disorder. A systematic review. *Cognitive Neuropsychiatry* 2023; 1-22. https://doi.org/10.1080/13546805.2023.2255336
26. Toda S, Tsushima S, Takashio O, et al. The repressed life of adult female patients with mild ADHD. *Front Psychiatry* 2024; 15: 1418698. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1418698
27. Id DM, Palencia-Avendaño M, Mogollón-Rincón C, Mc E. [Theta/beta ratio (NEBA) in the diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder]. *Revista De Neurologia* 2014.
28. Khaleghi A, Mohammadi MR, Zarafshan H, Vand SR. Diagnosis of ADHD based on nonlinear analysis of pediatric EEG. *Biomedical Signal Processing and Control* 2020; 57: 101754. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2019.101754
29. Castellanos FX, Aoki Y. Intrinsic functional connectivity in attention-deficit/hyperactivity disorder: A science in development. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging* 2016; 1 (3): 253-261. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2016.03.004
30. Barry RJ, Clarke AR, McCarthy R, Selikowitz M. EEG coherence in attention-deficit/hyperactivity disorder: a comparative study of two DSM-IV types. *Clin Neurophysiol* 2002; 113 (4): 579-85. https://doi.org/10.1016/s1388-2457(02)00036-6
31. Arns M, Conners CK, Kraemer HC. A decade of EEG Theta/Beta ratio research in ADHD: A meta-analysis. *J Atten Disord* 2013; 17 (5): 374-83. https://doi.org/10.1177/1087054712460087
32. Breteler R, Arns M, Peters S, Giepmans I, et al. Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2010; 35 (1): 5-11. https://doi.org/10.1007/s10484-009-9105-2
33. Silk TJ, Vance A, Rinehart N, Bradshaw JL, et al. White matter abnormalities in attention deficit hyperactivity disorder: a diffusion tensor imaging study. *Hum Brain Mapp* 2009; 30 (9): 2757-65. https://doi.org/10.1002/hbm.20703
34. Sangal RB, Sangal JM. Use of EEG Beta-1 Power and Theta/Beta ratio over Broca's area to confirm diagnosis of attention deficit/hyperactivity disorder in children. *Clin EEG Neurosci* 2015; 46 (3): 177-82. https://doi.org/10.1177/1550059414527284



35. Gaddis A, Rosch KS, Dirlikov B, Crocetti D, et al. Motor overflow in children with attention-deficit/hyperactivity disorder is associated with decreased extent of neural activation in the motor cortex. *Psychiatry Res* 2015; 233 (3): 488-95. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2015.08.001>
36. Bush G, Luu P, Posner MI. Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends Cogn Sci* 2000; 4 (6): 215-22. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01483-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01483-2)
37. Gaál ZA, Boha R, Stam CJ, Molnár M. Age-dependent features of EEG-reactivity-spectral, complexity, and network characteristics. *Neurosci Lett* 2010; 479 (2): 79-84. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.05.037>
38. Martinussen R, Hayden J, Hogg-Johnson S, Tannock R. A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2005; 44 (4):377-84. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
39. Cheng CH, Chan PS, Hsieh YW, Chen KF. A meta-analysis of mismatch negativity in children with attention deficit-hyperactivity disorders. *Neurosci Lett* 2016; 612: 1327. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.11.033>
40. Perone S, Nasman JT, Whitaker HJ, Cline KMC. Variations in Theta/Beta ratio and cognitive performance in adults with ADHD symptoms. *Brain Sci* 2023; 13 (6): 831. <https://doi.org/10.3390/brainsci13060831>
41. Rucklidge JJ. Gender differences in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatr Clin North Am* 2010; 33 (2): 357-73. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.01.006>
42. Mahone EM, Denckla MB. Attention-deficit/hyperactivity disorder in girls. *Curr Psychiatry Rep* 2017; 19 (12): 109. <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0850-5>
43. Ji H, Kim J, Lee S, et al. Quantitative EEG characteristics of attention-deficit/hyperactivity disorder subtypes in children: a cluster analysis. *Clin Psychopharmacol Neurosci* 2022; 20 (2): 268-78. <https://doi.org/10.9758/cpn.2022.20.2.268>
44. Wiebe A, Selaskowski B, Paskin M, et al. Virtual reality-assisted prediction of adult ADHD based on eye tracking, EEG, actigraphy and behavioral indices: a machine learning analysis of independent training and test samples. *Transl Psychiatry* 2024; 14 (1): 508. <https://doi.org/10.1038/s41398-024-03217-y>

#### AVISO PARA LOS AUTORES

Medicina Interna de México tiene una nueva plataforma de gestión para envío de artículos. En: [www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login](http://www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login) podrá inscribirse en nuestra base de datos administrada por el sistema Open Journal Systems (OJS) que ofrece las siguientes ventajas para los autores:

- Subir sus artículos directamente al sistema.
- Conocer, en cualquier momento, el estado de los artículos enviados, es decir, si ya fueron asignados a un revisor, aceptados con o sin cambios, o rechazados.
- Participar en el proceso editorial corrigiendo y modificando sus artículos hasta su aceptación final.