



Patrones Electroencefalográficos Cuantitativos Asociados con Ansiedad, Hiperactivación Cortical y Alteraciones en la Regulación Emocional: Serie de Cinco Casos Clínicos Evaluados Mediante qEEG

Quantitative Electroencephalographic Patterns Associated with Anxiety, Cortical Hyperactivation, and Impaired Emotional Regulation: A Series of Five Clinical Cases Evaluated Using qEEG

Dr. En Psic. Gustavo Mondragón Espinosa ¹ | Director de Ekilibra-T | México | Recibido 10 de julio de 2016 | Aceptado: 20 de julio de 2026.

Cómo citar este documento:

Mondragón Espinosa, G. (2026). Patrones Electroencefalográficos Cuantitativos Asociados con Ansiedad, Hiperactivación Cortical y Alteraciones en la Regulación Emocional: Serie de Cinco Casos Clínicos Evaluados Mediante qEEG. *Revista DN Psicología y Educación*, 3(5). 6-20

Resumen

La electroencefalografía cuantitativa (qEEG) ofrece un análisis objetivo de la dinámica funcional cerebral. En el marco actual de fortalecer la salud mental y la resiliencia en tiempos de cambio, comprender los correlatos neurofisiológicos de la ansiedad resulta prioritario para optimizar los procesos adaptativos y de aprendizaje. Por lo tanto, el objetivo es: Caracterizar los patrones neurofisiológicos mediante qEEG en una serie de cinco casos clínicos relacionados con ansiedad, estrés y desregulación emocional, evaluando biomarcadores clave de hiperactivación y resiliencia.

El Estudio es observacional, descriptivo y retrospectivo en cinco adultos (18-44 años). Se evaluó la actividad oscilatoria en reposo (ojos cerrados/abiertos) y tarea cognitiva con un sistema Q-WIZ (4 canales), analizando parámetros espectrales, frecuencia pico, razones de potencia y conectividad. Se identificó un patrón convergente caracterizado por incremento de la frecuencia pico global,

¹ Gustavo Mondragón Espinosa. Es Doctor en Psicología, Maestro en Docencia, Licenciado en Psicología. Ponente en Congresos Nacionales e internacionales. Autor y coordinador del libro "Polisemias en investigación educativa, confluencias desde la pluralidad" Investigaciones sobre demanda de oferta educativa, en la zona noroccidental del Estado de México, estudios de viabilidad Curricular, Constructos Personales y Psicología de la Salud. Líder curricular de equipos de trabajo para el diseño curricular y gestión para la incorporación de más de 40 planes de estudio en la Universidad de Ixtlahuaca CUI. Actualmente, es Director de Ekilibra-T y pertenece a ASLANET (Asociación Latinoamericana de Neurobiofeedback y Neuroterapia), formándose en Neuroterapia a través de Neuro y Biofeedback y Mapeo Cerebral qEEG. Miembro activo y Director de Intercambio Académico Internacional del Colegio Federal de Doctores en Psicología Correo electrónico: gustavo_xxi@hotmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4385-7311>



desacoplamiento de la frecuencia pico alfa y elevación de las razones HiBeta/Alfa y HiBeta/Beta baja. En cuatro casos se observó alteración focal temporal. La conectividad global permaneció conservada.

Los hallazgos respaldan un fenotipo transdiagnóstico de hiperactivación cortical que compromete la flexibilidad adaptativa. El qEEG aporta elementos fundamentales para diseñar protocolos de neurofeedback personalizados dirigidos a fortalecer la resiliencia y autorregulación en la salud mental.

Palabras clave: qEEG, hiperactivación cortical, ansiedad, regulación emocional, resiliencia.

Abstract

Introduction: Quantitative electroencephalography (qEEG) provides an objective analysis of brain function dynamics. In the current context of promoting mental health and resilience in times of change, understanding the neurophysiological correlates of anxiety is a priority for optimizing adaptive and learning processes. **Objective:** To characterize neurophysiological patterns using qEEG in a series of five clinical cases involving anxiety, stress, and emotional dysregulation, evaluating key biomarkers of hyperarousal and resilience.

Method: An observational, descriptive, and retrospective study of five adults (ages 18–44). Oscillatory activity was assessed at rest (eyes closed/open) and during a cognitive task using a Q-WIZ system (4 channels), analyzing spectral parameters, peak frequency, power ratios, and connectivity. **Results:** A convergent pattern was identified, characterized by an increase in global peak frequency, decoupling of the alpha peak frequency, and elevated HiBeta/Alpha and HiBeta/Low Beta ratios. Focal temporal abnormalities were observed in four cases. Global connectivity remained intact.

Discussion and Conclusions: The findings support a transdiagnostic phenotype of cortical hyperactivation that compromises adaptive flexibility. qEEG provides fundamental insights for designing personalized neurofeedback protocols aimed at strengthening resilience and self-regulation in mental health.

Keywords: qEEG, cortical hyperactivity, anxiety, emotional regulation, resilience.

Introducción y Antecedentes

El estudio cuantitativo de la actividad bioeléctrica cerebral ha experimentado una transformación sustancial desde que Hans Berger realizó el primer registro del electroencefalograma (EEG) en humanos (Berger, 1929). Aunque la inspección visual tradicional continúa siendo indispensable en la neurología de rutina, presenta limitaciones metodológicas vinculadas a la subjetividad y variabilidad interobservadora para detectar patrones de red complejos y sutiles. A partir de las décadas de 1970 y 1980, la integración de la informática y el procesamiento digital de señales dio origen a la electroencefalografía cuantitativa (qEEG), que convierte la señal continua en métricas matemáticas estandarizadas mediante la Transformada Rápida de Fourier (FFT), el análisis espectral de potencia y la caracterización de redes dinámicas (Nuwer, 1997; Thatcher, 2010).

La incorporación de bases de datos normativas estandarizadas ha permitido comparar la señal individual de un paciente contra cohortes de referencia pareadas por edad mediante puntuaciones *z* (*z*-scores), posibilitando una aproximación rigurosa a las desviaciones neurofisiológicas del individuo (John et al., 1988; Thatcher et al., 2003).

Actualmente, el qEEG abarca la evaluación de la frecuencia pico alfa (APF), la coherencia, la fase, la asimetría y la organización jerárquica de redes neuronales (Buzsáki, 2006). En el ámbito traslacional, el qEEG se ha consolidado como un instrumento clave para investigar trastornos del neurodesarrollo, trauma craneoencefálico, afecciones cognitivas y cuadros del espectro ansioso y afectivo (Newson & Thiagarajan, 2019). No obstante, consensos internacionales enfatizan que ningún marcador electrofisiológico aislado posee especificidad diagnóstica categórica, exigiendo una interpretación clínica contextualizada e interdisciplinaria (Michel & Koenig, 2018; Micoulaud-Franchi et al., 2021).

1.2 Biomarcadores Neurofisiológicos y Mecanismos de Red

Según la iniciativa BEST (Biomarkers, Endpoints and other Tools) de los NIH, un biomarcador es un indicador medible de un proceso biológico, patológico o de respuesta a intervenciones. En neurofisiología clínica, parámetros como la potencia absoluta y relativa, la frecuencia pico alfa (APF) y las razones espectrales (Theta/Beta Ratio [TBR], Delta/Alpha Ratio [DAR], HiBeta/Alpha) constituyen indicadores de la dinámica de redes corticales y talamocorticales (Klimesch, 1999; Grandy et al., 2013). La neurociencia de redes ha vinculado estas métricas con el funcionamiento de grandes redes a escala cerebral: la Red por Defecto (Default Mode Network [DMN]), la Red Ejecutiva Central (Central Executive Network [CEN]) y la Red de Saliencia (Salience Network [SN]) (Bassett & Sporns, 2017; Michel &



Murray, 2012). La desregulación en la interacción acoplada de estas redes subyace a diversas alteraciones cognitivas, afectivas y de la conducta adaptativa.

1.3 Ansiedad, Regulación Emocional y Resiliencia en Tiempos de Cambio

En el marco de las prioridades contemporáneas en salud mental, fortalecer la resiliencia y las capacidades adaptativas en entornos de incertidumbre y cambio constante se ha tornado un imperativo central (World Health Organization [WHO], 2022). La ansiedad y el estrés crónico representan respuestas de desajuste adaptativo que impactan negativamente sobre los procesos de aprendizaje, la flexibilidad cognitiva y la estabilidad emocional (American Psychiatric Association [APA], 2022). Neurobiológicamente, la desregulación emocional involucra anomalías en los circuitos de evaluación de amenaza que integran la corteza prefrontal (dorsolateral y ventromedial), la corteza cingulada anterior, la ínsula y el complejo amigdalino (Etkin et al., 2009; Pessoa, 2017).

La hiperactivación cortical alude a un estado de hiperexcitabilidad neuronal derivado del desequilibrio entre sistemas de excitación e inhibición (E/I) (Northoff et al., 2021). Electrofisiológicamente, este estado se manifiesta mediante la elevación de frecuencias rápidas (Beta: 13-30 Hz; HiBeta: 20-35 Hz), la atenuación o ralentización del ritmo alfa y la alteración de la sincronización talamocortical (Newson & Thiagarajan, 2019). Desde el marco de los Research Domain Criteria (RDoC) del NIMH, la hiperactivación y la desregulación emocional constituyen dimensiones transdiagnósticas que trascienden las etiquetas nosológicas clásicas (Cuthbert & Insel, 2013; Fernandez et al., 2016). Identificar los correlatos objetivos de estos estados resulta fundamental para diseñar estrategias de intervención que restauren la resiliencia neurológica y la plasticidad adaptativa.

1.4 Neurofeedback Guiado por qEEG y Fortalecimiento de la Salud Mental

El neurofeedback es una técnica de autorregulación neuroconductual fundamentada en el condicionamiento operante. El neurofeedback guiado por qEEG (qEEG-informed neurofeedback) utiliza el perfil neurofisiológico individual para formular protocolos de entrenamiento personalizados, superando los enfoques estandarizados rígidos (Coben & Evans, 2018; Hammond, 2011; Marzbani et al., 2016). Al restaurar la homeostasis oscilatoria, el entrenamiento favorece la optimización de la salud mental y la capacidad de aprendizaje adaptativo, promoviendo estados de resiliencia fisiológica frente a estresores del



entorno. Sin embargo, la comunidad científica enfatiza la necesidad de un estricto rigor metodológico y el control riguroso de artefactos extracerebrales en su evaluación e implementación (Ros et al., 2020; Schoenberg & David, 2014).

2. Objetivo e Hipótesis de Investigación

Objetivo General: Caracterizar los patrones neurofisiológicos identificados mediante electroencefalografía cuantitativa (qEEG) en una serie de cinco pacientes clínicos con manifestaciones sintomáticas de ansiedad, estrés y desregulación emocional, con el propósito de identificar biomarcadores funcionales transdiagnósticos que fundamenten intervenciones orientadas al fortalecimiento de la salud mental y la resiliencia.

Hipótesis: Los pacientes con sintomatología de ansiedad, estrés crónico y alteración en la regulación emocional comparten un perfil electrofisiológico convergente caracterizado por hiperactivación cortical (incremento de bandas rápidas), desacoplamiento del ritmo alfa y perturbaciones funcionales focales/regionales, independientemente de sus variaciones clínicas categóricas particulares.

3. Material y Método

3.1 Diseño del Estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo de tipo serie de casos clínicos. Se analizó el perfil electrofisiológico de pacientes evaluados consecutivamente en un centro clínico especializado en neuroterapia y evaluación neurofuncional.

3.2 Participantes

La muestra estuvo conformada por cinco adultos (3 varones, 2 mujeres; rango de edad: 18 a 44 años). Los criterios de inclusión consideraron: a) presencia de sintomatología clínica de ansiedad, estrés o desregulación emocional; b) evaluación clínica integral y registro de qEEG completo con alta calidad técnica. Se excluyeron pacientes con comorbilidades neurológicas estructurales mayores (e.g., epilepsia no controlada, lesiones vasculares demostradas por neuroimagen) o registros con artefactos irrecuperables. Todos los datos fueron anonimizados mediante códigos alfanuméricos ("A", "EM", "LM",



"SN", "V").

3.3 Instrumentación y Registro

La actividad bioeléctrica cerebral se registró mediante un sistema amplificador Q-WIZ (Pocket Neurobics®) de 4 canales, acoplado al software BioExplorer v1.7 para adquisición y procesamiento digital de señales, complementado con módulos de mapeo topográfico y derivación de índices clínicos. La colocación de electrodos se realizó según el Sistema Internacional 10-20. La impedancia de los electrodos se mantuvo estrictamente por debajo de 5 k Ω . El protocolo incluyó tres condiciones estandarizadas:

1. Ojos cerrados en reposo (EC, 1 minuto).
2. Ojos abiertos en reposo (EO, 1 minuto).
3. Tarea cognitiva estandarizada (1 minuto).

3.4 Procesamiento de Señal y Variables Neurofisiológicas

Se aplicó un filtrado digital de banda (1-40 Hz) y algoritmos semiautomatizados de inspección y eliminación de artefactos (oculares, miogénicos y de movimiento). Se cuantificaron las siguientes variables:

- Potencia absoluta y relativa en bandas Delta (1-4 Hz), Theta (4-8 Hz), Alfa (8-12 Hz), Beta (13-20 Hz) y HiBeta (20-35 Hz).
- Frecuencia Pico Global (Overall Peak Frequency) y Frecuencia Pico Alfa (Alpha Peak Frequency [APF] anterior y posterior).
- Razones espectrales: HiBeta/Alfa, HiBeta/Beta baja, Theta/Beta Ratio (TBR), Theta/Alpha Ratio (TAR) y Delta/Alpha Ratio (DAR).
- Métricas de conectividad funcional regional y global (coherencia y diferencia de fase).
- Índices de asimetría interhemisférica e indicadores de redes funcionales (DMN, CEN, SN, Límbica, Sensoriomotora).

3.5 Consideraciones Éticas

El estudio se apegó estrictamente a los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado por escrito para el uso académico y de investigación de sus datos desprovistos de identificación personal. Dado su carácter retrospectivo y observacional sin intervención directa, el estudio se clasificó con riesgo mínimo.

4. Resultados

La serie de casos estuvo integrada por "A" (Varón, 18 años), "EM" (Varón, 28 años), "LM" (Varón, 30 años), "SN" (Mujer, 30 años) y "V" (Mujer, 44 años). A continuación, se presenta la especificación del lugar de inserción de la Tabla 1 conforme a las directrices de la convocatoria.

Tabla 1.

Tabla integrada de casos

Variable Neurofisiológica	Caso "A" (M, 18a)	Caso "EM" (M, 28a)	Caso "LM" (M, 30a)	Caso "SN" (F, 30a)	Caso "V" (F, 44a)
Frecuencia Pico Global	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
Frecuencia Pico Alfa (APF)	Disminuida	Disminuida	Disminuida	Disminuida	Disminuida
Índice HiBeta / Alfa	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado
Índice HiBeta / Beta baja	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado
Actividad Rápida Temporal	Extrema ("Caliente")	No reportada	Leve	Leve	Marcada
Asimetría / Desconexión Temporal	Asimetría Leve	No reportada	Asimetría Leve	Desconexión Extrema	Asimetría Leve
Índice Beta Dcha/Izq (Regulación Emocional)	No reportado	Elevado	No reportado	No reportado	Elevado
Conectividad Global	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Biomarcadores Cognitivos Fuera de Rango	No	Sí (Swingle / LowBeta-SMR)	No	No	No
Alteraciones de Redes Funcionales	No evaluadas	DMN↓, CEN↓, SMN↑, Límbica ("Irritada")	CEN↓, Attention↓, Salience↓	CEN↑, Salience↑, SMN↑, DMN↓, Límbica ("Irritada")	No evaluadas

4.1 Hallazgos Convergentes (Patrón Común)

Se identificó una destacada homogeneidad en el perfil electrofisiológico transversal de los cinco casos estudiados:

1. **Elevación de la Frecuencia Pico Global y Disminución de la APF:** El 100% de la muestra exhibió una frecuencia pico global desplazada hacia rangos rápidos, coexistiendo con una depresión o deceleración de la frecuencia pico alfa anterior y posterior.
2. **Predominio de Razones de Alta Frecuencia:** Los índices HiBeta/Alfa y HiBeta/Beta baja se encontraron significativamente elevados en todos los casos, indicando un dominio funcional de ritmos rápidos de alta energía sobre la actividad sincrónica de reposo.
3. **Preservación de la Conectividad Global:** Las métricas globales de coherencia y fase se mantuvieron dentro de límites estandarizados, descartando procesos de desorganización estructural o desconexión difusa grave.

4.2 Hallazgos Diferenciales e Individuales

Caso "A": Presentó la elevación más extrema de actividad rápida focal en zonas temporales ("temporales calientes"), hallazgo compatible con una marcada reactividad somatosensorial y neuromuscular periférica asociada a estrés agudo.

Caso "EM": Mostró un incremento sustancial en la asimetría Beta interhemisférica (Dcha/Izq) en regiones prefrontales, marcador asociado a dificultades en la regulación del afecto negativo, acompañado de hipofunción en la DMN y la CEN, así como un estado de irritabilidad funcional en la red límbica.

Caso "LM": Constituyó el único caso con alteración en biomarcadores cognitivos específicos (índice de Swingle y reducción del ritmo LowBeta/SMR), junto con hiperactividad en la red sensoriomotora (SMN) y atenuación en las redes ejecutivas y de saliencia.

Caso "SN": Exhibió una pauta de desconexión temporal extrema, acompañada de hiperactivación/hiperconectividad en la CEN, Red de Saliencia y SMN, con una red límbica alterada en su patrón oscilatorio.

Caso "V": Manifestó una combinación de actividad rápida temporal marcada, asimetría temporal leve y un índice elevado de asimetría Beta Dcha/Izq, coherente con una carga ansiosa-afectiva de evolución crónica.

5. Discusión

5.1 Integración con la Literatura Científica, Salud Mental y Resiliencia

Los hallazgos de esta serie de casos sustentan de forma consistente la hipótesis de que personas con sintomatología heterogénea vinculada a la ansiedad y disregulación emocional comparten un fenotipo neurofisiológico caracterizado por hiperactivación cortical y desacoplamiento talamocortical (Newson & Thiagarajan, 2019; Imperatori et al., 2019). La convergencia entre una Frecuencia Pico Alfa (APF) atenuada y una Frecuencia Pico Global elevada sugiere la presencia de una falla en la marcapasos talamocortical subyacente al ritmo alfa (Klimesch, 1999; Grandy et al., 2013), la cual coincide con un estado sostenido de hipervigilancia reflejado en la banda HiBeta.

Desde la perspectiva de la salud mental y la resiliencia, este estado de hiperactivación representa un consumo energético cortical ineficiente que disminuye la flexibilidad cognitiva y la plasticidad adaptativa del individuo. En los modelos neurobiológicos del estrés crónico, la pérdida del control inhibitorio top-down ejercido por la corteza prefrontal sobre estructuras subcorticales límbicas perpetúa circuitos de amenaza y rumiación (Etkin et al., 2009; Pessoa, 2017). Asimismo, la alteración observada en la interacción de la Red por Defecto (DMN), la Red Ejecutiva Central (CEN) y la Red de Saliencia (SN) ("triple red transdiagnóstica") entorpece la capacidad del sujeto para alternar fluidamente entre la introspección autorreferencial y el procesamiento enfocado en tareas externas (Bassett & Sporns, 2017; Menon, 2015; Cuthbert & Insel, 2013). Restaurar la sincronía en estas redes es un pilar imprescindible para potenciar la resiliencia psicológica frente a estresores contextuales.

5.2 Consideraciones Metodológicas: Artefacto Electromiográfico vs. Actividad Cortical

Un aspecto de trascendental relevancia metodológica reside en la naturaleza de la actividad HiBeta (20-35 Hz) y la focalidad temporal rápida ("temporales calientes"). Aunque los algoritmos de filtrado semiautomatizado eliminan componentes conspicuos, la literatura electrofisiológica demuestra que la



potencia de la musculatura pericraneal, temporal y frontal (EMG) se solapa significativamente con las bandas Beta alta y Gamma (20-100 Hz) (Goncharova et al., 2003; Whitham et al., 2007).

La tensión muscular encubierta en zonas temporales (frecuente en bruxismo o apretamiento mandibular episódico propio de estados de ansiedad) puede inflar la potencia en HiBeta y distorsionar los índices de asimetría. Por ello, resulta científicamente preciso señalar que estas medidas representan marcadores psicofisiológicos híbridos —que integran tanto la excitación cortical somatocognitiva como el tono muscular periférico— debiendo correlacionarse siempre con registros de EMG de superficie y la valoración clínica detallada.

5.3 Limitaciones del Sistema de Registro de 4 Canales

El empleo de un sistema de adquisición Q-WIZ de 4 canales ofrece alta practicidad y factibilidad en entornos clínicos cotidianos y de neuroterapia. Sin embargo, impone restricciones metodológicas para la reconstrucción topográfica tridimensional detallada y el análisis de fuentes (como LORETA), los cuales requieren idealmente montajes de alta densidad de 19 a 64 canales (Nuwer, 1997; Thatcher, 2010). En consecuencia, las inferencias relativas a redes funcionales específicas (DMN, CEN, SN) derivadas de 4 canales deben considerarse estimaciones heurísticas e inductivas derivadas de algoritmos clínicos (ej., aproximaciones de Swingle) y no mapeos de densidad de corriente directa.

5.4 Implicaciones Clínicas y Diseños de Neurofeedback para la Resiliencia

A pesar de estas salvedades metodológicas, los biomarcadores identificados en qEEG proporcionan una hoja de ruta sumamente valiosa para personalizar programas de autorregulación mediante neurofeedback (Coben & Evans, 2018; Marzbani et al., 2016). Frente a protocolos estandarizados e inflexibles, los hallazgos aconsejan la implementación de:

- **Protocolos de inhibición de HiBeta / Beta alta (20-30 Hz):** Aplicados en regiones temporales y centrales para amortiguar el tono simpático periférico y la hipervigilancia cortical.
- **Protocolos de entrenamiento de ritmo SMR (12-15 Hz) y Alfa (9-11 Hz):** Diseñados para estabilizar la red talamocortical, promover la relajación fisiológica consciente y mejorar el procesamiento de aprendizaje.
- **Acondicionamiento de asimetría prefrontal y coherencia:** Dirigido a restablecer el equilibrio



interhemisférico y favorecer mecanismos prefrontales de regulación emocional top-down.

6. Conclusiones

1. Se evidenció la presencia de un fenotipo electrofisiológico transdiagnóstico común en pacientes con ansiedad y desregulación emocional, definido por desacoplamiento del ritmo alfa, elevación de la Frecuencia Pico Global e incremento de las razones HiBeta/Alfa y HiBeta/Beta baja.
2. La preservación de la conectividad global sugiere que los cuadros de ansiedad e hiperactivación responden a estados de alteración funcional regulatoria y no a una desorganización estructural difusa de la red cerebral.
3. Las elevaciones en bandas de alta frecuencia (HiBeta temporal) requieren una lectura ponderada que reconozca la contribución de la contaminación electromiográfica somática, asumiendo su naturaleza de marcador psicofisiológico integrado.
4. El qEEG representa un recurso diagnóstico de gran utilidad para orientar intervenciones de neuroterapia personalizadas (neurofeedback), contribuyendo activamente a consolidar la autorregulación, el aprendizaje adaptativo y la resiliencia en el ámbito de la salud mental.

Referencias

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.; DSM-5-TR). American Psychiatric Publishing.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Arns, M., Conners, C. K., & Kraemer, H. C. (2013). A decade of EEG Theta/Beta Ratio research in ADHD: A meta-analysis. *Journal of Attention Disorders*, 17(5), 374-383.
<https://doi.org/10.1177/1087054712460087>
- Bassett, D. S., & Sporns, O. (2017). Network neuroscience. *Nature Neuroscience*, 20(3), 353-364.
<https://doi.org/10.1038/nn.4502>
- Berger, H. (1929). Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 87(1), 527-570. <https://doi.org/10.1007/BF01797193>
- Buzsáki, G. (2006). *Rhythms of the Brain*. Oxford University Press.



<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195301069.001.0001>

- Coben, R., & Evans, J. R. (Eds.). (2018). *Neurofeedback and neuromodulation techniques and applications*. Academic Press.
- Cuthbert, B. N., & Insel, T. R. (2013). Toward the future of psychiatric diagnosis: The seven pillars of RDoC. *BMC Medicine*, 11, Article 126. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-126>
- Etkin, A., Prater, K. E., Schatzberg, A. F., Menon, V., & Greicius, M. D. (2009). Disrupted amygdalar subregion functional connectivity and evidence of a compensatory network in generalized anxiety disorder. *Archives of General Psychiatry*, 66(12), 1361-1372.
<https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2009.104>
- Fernandez, K. C., Jazaieri, H., & Gross, J. J. (2016). Emotion regulation: A transdiagnostic perspective on a new RDoC domain. *Cognitive Therapy and Research*, 40(3), 426-440.
<https://doi.org/10.1007/s10608-016-9772-7>
- Goncharova, I. I., McFarland, D. J., Vaughan, T. M., & Wolpaw, J. R. (2003). EMG contamination of EEG: Spectral and topographical characteristics. *Clinical Neurophysiology*, 114(9), 1580-1593.
[https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(03\)00093-2](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(03)00093-2)
- Grandy, T. H., Werkle-Bergner, M., Chicherio, C., Lövdén, M., Schmiedek, F., & Lindenberger, U. (2013). Peak individual alpha frequency qualifies as a stable neurophysiological trait marker in healthy younger and older adults. *Psychophysiology*, 50(6), 570-582.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12043>
- Gruzelier, J. H. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. I: A review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 44, 124-141.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.09.015>
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback? *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305-336.
<https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Imperator, C., Valenti, E. M., Farina, B., Lucci, G., & Innamorati, M. (2019). EEG functional connectivity metrics and machine learning for anxiety disorders: A systematic review. *Diagnostics*,



- 9(4), Article 251. <https://doi.org/10.3390/diagnostics9040251>
- Insel, T. R., & Cuthbert, B. N. (2015). Brain disorders? Precisely. *Science*, 348(6234), 499-500. <https://doi.org/10.1126/science.aab2358>
- John, E. R., Prichep, L. S., Fridman, J., & Easton, P. (1988). Neurometrics: Computer-assisted differential diagnosis of brain dysfunctions. *Science*, 239(4836), 162-169. <https://doi.org/10.1126/science.3336779>
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2-3), 169-195. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(98)00056-3)
- Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: A comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic and Clinical Neuroscience*, 7(2), 143-158. <https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070208>
- Menon, V. (2015). Salience network. In A. W. Toga (Ed.), *Brain mapping: An encyclopedic reference* (Vol. 2, pp. 597-611). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00052-X>
- Michel, C. M., & Koenig, T. (2018). EEG microstates as a tool for studying the temporal dynamics of whole-brain neuronal networks. *NeuroImage*, 180, 577-593. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.062>
- Michel, C. M., & Murray, M. M. (2012). Towards the utilization of EEG as a brain imaging tool. *NeuroImage*, 61(2), 371-385. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.039>
- Micoulaud-Franchi, J. A., McGonigal, A., Lopez, R., Daudet, C., Kotwas, I., & Bartolomei, F. (2021). Electroencephalographic neurofeedback: Level of evidence in mental and brain disorders and recommendations for clinical practice. *Neurophysiologie Clinique*, 51(1), 45-61. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2020.10.007>
- Newson, J. J., & Thiagarajan, T. C. (2019). EEG frequency bands in psychiatric disorders: A review of resting state studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, Article 521. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00521>



- Northoff, G., Wainio-Theberge, S., & Evers, K. (2021). Is temporo-spatial dynamics the "common currency" of brain and mind? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 130, 1-17.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.08.016>
- Nuwer, M. R. (1997). Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping. *Neurology*, 49(1), 277-292. <https://doi.org/10.1212/wnl.49.1.277>
- Pessoa, L. (2017). *The cognitive-emotional brain: From interactions to integration*. MIT Press.
- Ros, T., Enriquez-Geppert, S., Zotev, V., Young, K. D., Wood, G., Whitfield-Gabrieli, S., Wan, F., Vuilleumier, P., Vialatte, F., Van De Ville, D., Todder, D., Surmeli, T., Sulzer, J., Strehl, U., Sterman, M. B., Steiner, N. J., Sherlin, L., Schönenberg, M., Scharnowski, F., & Thibault, R. T. (2020). Consensus on the reporting and experimental design of clinical and cognitive-behavioural neurofeedback studies (CRED-nf checklist). *Brain*, 143(6), 1674-1685.
<https://doi.org/10.1093/brain/awaa009>
- Roy, Y., Banville, H., Albuquerque, I., Gramfort, A., Falk, T. H., & Faubert, J. (2019). Deep learning-based electroencephalography analysis: A systematic review. *Journal of Neural Engineering*, 16(5), Article 051001. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab260c>
- Schoenberg, P. L. A., & David, A. S. (2014). Biofeedback for psychiatric disorders: A systematic review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 39(2), 109-135.
<https://doi.org/10.1007/s10484-014-9246-9>
- Thatcher, R. W. (2010). Validity and reliability of quantitative electroencephalography. *Journal of Neurotherapy*, 14(2), 122-152. <https://doi.org/10.1080/10874201003773500>
- Thatcher, R. W. (2012). Coherence, phase differences, phase shift, and phase lock in EEG/ERP analyses. *Developmental Neuropsychology*, 37(6), 476-496.
<https://doi.org/10.1080/87565641.2011.619241>
- Thatcher, R. W., North, D., & Biver, C. (2003). Quantitative EEG normative databases: Validation and clinical correlation. *Journal of Neurotherapy*, 7(3-4), 87-121.
https://doi.org/10.1300/J184v07n03_05



- Whitham, E. M., Lewis, T., Pope, K. J., Fitzgibbon, S. P., Clark, C. R., Loveless, S., & Willoughby, J. O. (2007). Thinking activates EMG in scalp electrical recordings. *Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2731-2735. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.08.024>
- World Health Organization. (2022). *World mental health report: Transforming mental health for all*. World Health Organization.