

Cociente theta/beta (NEBA) en el diagnóstico del trastorno por déficit de atención/hiperactividad

Iván D. Delgado-Mejía, M. Luisa Palencia-Avenidaño, Carolina Mogollón-Rincón, Máximo C. Etchepareborda

Introducción. En julio del año 2013, la Food and Drug Administration estadounidense aprobó el NEBA como el primer dispositivo para la evaluación complementaria del trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH), basado en el electroencefalograma cuantificado (EEGq) e incluyendo la relación theta/beta estandarizada, cuyos resultados fueron consistentes con la evaluación clínica, tanto médica como psicológica, y es una herramienta útil para determinar si el TDAH es primario, secundario o comórbido a otro trastorno. Sin embargo, ninguna de las publicaciones, hasta la fecha, especifica si se trata de un cociente theta/beta total, o theta/beta-1 y theta/beta-2, como tampoco se aportan datos para discriminar entre subtipos diagnósticos del TDAH.

Objetivo. Cuantificar los cocientes theta/beta, a través del EEGq, en una muestra de pacientes rioplatenses con diagnóstico principal confirmado de TDAH, para comparar el patrón neurofisiológico según el subtipo diagnóstico.

Pacientes y métodos. Muestra aleatoria estratificada de 62 sujetos de ambos sexos, de 8 a 17 años, distribuidos en dos grupos según subtipo diagnóstico, TDAH subtipo déficit de atención ($n = 31$) y TDAH subtipo combinado ($n = 31$).

Resultados. Se confirman cocientes altos theta/beta-1 y theta/beta-2 en la región Cz, mayores a los cocientes en las áreas C3 y C4. Se encontraron diferencias moderadas y estadísticamente significativas entre los dos subtipos sólo en la banda beta-1 en las regiones occipitales. El análisis de la coherencia interhemisférica sugiere una asociación del pico de potencia cruzada con el subtipo diagnóstico, que para el subtipo combinado es el pico más rápido (10 Hz). No se encuentran diferencias importantes al analizar los espectros de fase, ni los cocientes theta/alfa.

Conclusiones. Si bien la bibliografía científica, específicamente el sistema NEBA, plantea la importancia del cociente theta/beta en el diagnóstico diferencial del TDAH de muestras controles y otros trastornos del neurodesarrollo, es necesario discriminar entre beta-1 y beta-2.

Palabras clave. Cociente theta/beta. Coherencia interhemisférica. EEGq. Espectro de fase. NEBA. TDAH.

Introducción

El trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) es un trastorno crónico del neurodesarrollo que presenta síntomas evolutivamente inapropiados de desatención (déficit de atención sostenida y selectiva), hiperactividad e impulsividad (cognitiva y motora), que varían según el subtipo diagnóstico [1-3]. La sintomatología puede describirse también en otros trastornos del neurodesarrollo, de ahí la importancia de la precisión en el diagnóstico [4-6].

La tecnología aplicada a las neurociencias ha permitido una mayor precisión tanto en la exploración funcional del cerebro como en la confirmación y elaboración de diagnósticos diferenciales para trastornos como el TDAH. Muestra de ello son los avances que se han dado hasta el momento con técnicas de exploración funcional del cerebro, tales como el electroencefalograma cuantificado (EEGq), también denominado mapeo cerebral, la resonancia

magnética funcional o la magnetoencefalografía, entre otros. Estas técnicas, si bien no brindan por sí solas el diagnóstico, son herramientas de gran importancia y complementan la evaluación neuropsicológica y la perspectiva semiológica de los profesionales que trabajan en salud mental.

NEBA: una nueva perspectiva al gran reto del diagnóstico diferencial en el TDAH

Hasta hace poco, la bibliografía científica en torno al TDAH planteaba la inexistencia de pruebas neurobiológicas y neurofisiológicas específicas para establecer el diagnóstico preciso de este trastorno del neurodesarrollo. Las investigaciones llevadas a cabo no encontraban resultados consistentes y comunes que avalaran un patrón neurofisiológico y neurobioquímico del TDAH [7].

En el mes de julio de 2013, la Food and Drug Administration (FDA) estadounidense aprobó el primer

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET (I.D. Delgado-Mejía). Laboratorio para el Estudio de las Funciones Cerebrales Superiores, IAFUN (I.D. Delgado-Mejía, M.L. Palencia-Avenidaño, C. Mogollón-Rincón, M.C. Etchepareborda). Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia:

Dr. Iván Darío Delgado Mejía. Laboratorio para el Estudio de las Funciones Cerebrales Superiores. Estados Unidos, 3402. CP 1228 Buenos Aires, Argentina.

E-mail:

ivandelgado11@gmail.com

Financiación:

Trabajo financiado parcialmente con una beca de posgrado tipo I otorgada por el CONICET; forma parte de la tesis doctoral titulada 'Análisis de los sistemas de procesamiento secuencial y simultáneo en niños con diagnóstico de trastorno por déficit de atención/hiperactividad'.

Declaración de intereses:

Los autores manifiestan la inexistencia de conflictos de interés en relación con este artículo.

Aceptado tras revisión externa:

10.01.14.

Cómo citar este artículo:

Delgado-Mejía ID, Palencia-Avenidaño ML, Mogollón-Rincón C, Etchepareborda MC. Cociente theta/beta (NEBA) en el diagnóstico del trastorno por déficit de atención/hiperactividad. Rev Neurol 2014; 58 (Supl 1): S57-63.

© 2014 Revista de Neurología

sistema para el diagnóstico de este trastorno en niños y adolescentes de 6-17 años [8]. Dicho dispositivo, denominado 'sistema de ayuda para la evaluación neuropsiquiátrica basado en el electroencefalograma' (NEBA), se presenta como una excelente herramienta que complementa la valoración clínica del TDAH, específicamente a través de la medición de los cocientes theta/beta en el EEGq [9-11].

El sistema NEBA nace como alternativa en el proceso diagnóstico ante la necesidad de determinar con mayor precisión si los síntomas de hiperactividad, impulsividad y desatención son manifestaciones de un TDAH primario, secundario o responden a una sintomatología comórbida de otro trastorno.

Se trata de un método no invasivo que permite reconocer un biomarcador electroencefalográfico para el TDAH, identificado en la relación theta/beta estandarizada, que arroja información no sólo sobre el registro de los diferentes tipos de impulsos eléctricos que emiten las neuronas en el cerebro sino también sobre la frecuencia de emisión de dichos impulsos [8]. De este modo, este sistema permite calcular e identificar el cociente theta/beta característico en el TDAH [9-11].

Según lo descrito por diferentes autores, el cociente theta/beta, obtenido a través de la colocación de un electrodo de contacto en el cuero cabelludo en la región conocida como vértex o su equivalente neurofisiológico (Cz), es superior en niños y adolescentes con TDAH en comparación con grupos controles [8,12,13], lo que permite postularlo como indicador de gran relevancia en el diagnóstico de este trastorno [14-17].

Patrones electroencefalográficos del TDAH

Hasta hace algunos años, los hallazgos observados en la población de niños y jóvenes con el diagnóstico de TDAH permitieron a diferentes autores identificar y describir al menos 11 fenotipos electroencefalográficos [9,18-21], los que se detallan a continuación:

- *Actividad lenta difusa, independiente de alfa*: aumento de delta y theta (1-7 Hz) con o sin ritmo lento dominante posterior.
- *Actividad lenta focalizada no epileptiforme*: actividad lenta focalizada sin alcanzar a constituir foco epileptiforme.
- *Actividad mixta rápida y lenta*: la actividad aumenta por debajo de 8 Hz. Se evidencia ausencia de alfa y aumento de la frecuencia beta.
- *Alteraciones del lóbulo frontal*: exceso de actividad frontal dominante theta o exceso de actividad de frecuencia alfa.

- *Asimetrías frontales*: asimetría variable, izquierda mayor que derecha o derecha mayor que izquierda, principalmente en F3-F4.
- *Variante alfa temporal*: aumento de la actividad alfa en el lóbulo temporal.
- *Actividad epileptiforme*: registro de grafoelementos patológicos de tipo punta onda transitoria, ondas agudas o actividad paroxística.
- *Variante alfa parietal*: frecuencia alfa superior a 12 Hz en la corteza posterior, con amplitudes normales a hipervoltadas.
- *Actividad fusiforme beta excesiva*: alta frecuencia beta con un huso morfológico, con frecuencia anterior.
- *Trazado hipovoltado*: bajo voltaje.
- *Alfa persistente con los ojos abiertos*: falta de bloqueo de alfa apreciable con la apertura de los ojos.

EEGq cuantificado en el TDAH

El empleo de ordenadores para llevar a cabo una evaluación de la actividad bioeléctrica cerebral introdujo al EEGq, un electroencefalograma cuantificado de la actividad cerebral que permite realizar análisis detallados de la actividad de base. La transformada rápida de Fourier desarrolla un análisis que permite identificar las diferentes bandas de frecuencias, amplitudes y fases de la actividad cerebral de base.

A partir de ese análisis, se pueden obtener diferentes cocientes entre bandas theta/alfa, theta/beta-1 y theta/beta-2 [22] y realizar un coeficiente de correlación entre áreas homólogas, denominado análisis de la coherencia interhemisférica, que permite estudiar la similitud entre dos señales [23], y de la que se obtienen tres elementos de la función de correlación:

- *Espectro de fase*. Se refiere al tiempo de demora que hay entre dos señales. Esta variable se manifiesta por medio del ángulo generado por el desplazamiento de una señal sobre la otra y su medición se hace en grados. Este tipo de espectro permite identificar la sincronía entre las señales [24]. El valor del ángulo expresa la dominancia del arribo de la señal en uno u otro electrodo, lo que se define como precedencia hemisférica (dextro o levo precedencia) [23].
- *Espectro de coherencia*. Estudia la similitud entre dos señales de diferentes áreas cerebrales. En este tipo de espectro, el nivel de correlación existente permite identificar el nivel de simetría y pueden establecerse valores de máxima y mínima simetría [23]. En nuestro laboratorio, consideramos los siguientes valores de referencia: si-

metría adecuada, 0,80-1; asimetría leve, 0,65-0,79; asimetría moderada, 0,50-0,64; asimetría marcada, 0,01-0,49.

- *Espectro de potencia cruzada*. Es la expresión de las armónicas que tienen en común ambas señales, sean de alta o baja potencia. ‘Pico máximo’ es la expresión del punto de máxima coincidencia entre las armónicas de las señales comparadas, teniendo en cuenta la potencia dominante [23].

Pacientes y métodos

El estudio incluyó a 62 sujetos con diagnóstico principal de TDAH, de ambos sexos, con edades entre 8 y 17 años (media: $11,29 \pm 2,79$ años). Los sujetos fueron seleccionados aleatoriamente entre los pacientes del Laboratorio para el Estudio de las Funciones Cerebrales Superiores (LAFUN) y distribuidos en dos grupos según el subtipo diagnóstico, 31 del subtipo déficit de atención (TDAH-DA) y 31 del subtipo combinado (TDAH-C). El coeficiente intelectual estuvo comprendido entre 81 y 118 (media: $93,82 \pm 8,71$). Se excluyeron sujetos que estuvieran recibiendo tratamiento neuropsicológico o farmacológico, o con antecedentes de otras alteraciones psicológicas y psiquiátricas. No se incluyó grupo control.

Para llevar a cabo el EEGq, se utilizó el equipo Akonic BIO-PC, con un montaje monopolar con 21 electrodos de Sn/Pb, placa de 8 mm, teniendo en cuenta el sistema internacional 10/20, que fueron fijados en el cuero cabelludo de cada sujeto con crema conductiva Ten20. El estudio se desarrolló en reposo vigil con los ojos cerrados y el paciente acostado en decúbito dorsal, en un ambiente con luz tenue y durante 15 minutos.

Se seleccionaron 10 muestras de EEG por sujeto, cada uno de dos segundos (épocas), libre de grafoelementos patológicos, movimientos oculares y artefactos.

Las muestras del EEG se analizaron a través de la transformada rápida de Fourier y se obtuvieron cinco bandas de frecuencia: delta (0,5-3,5 Hz), theta (4,0-7,5 Hz), alfa (8,0-12,5 Hz), beta-1 (13,0-17,5 Hz) y beta-2 (18,0-25,0 Hz), así como cinco cocientes: alfa/delta, alfa/theta, theta/alfa, theta/beta-1 y theta/beta-2. Para los propósitos del estudio, sólo se incluyen los resultados de las bandas beta-1 y beta-2, cociente theta/beta-1 y theta/beta-2.

Se trata de un estudio descriptivo con un diseño transeccional correlacional. A la inversa del estudio original de NEBA aprobado por la FDA, se parte de una muestra con diagnóstico confirmado de TDAH que se evalúa a través de EEGq para cuantificar los

cocientes theta/beta-1 y theta/beta-2 identificados como marcadores en el TDAH. Se incluyen estadísticos descriptivos de rango mínimo y máximo, media, desviación estándar, correlaciones (ρ), pruebas t de Student con análisis de la significación bilateral en la comparación de medias (sig), y chi al cuadrado de Pearson para la descripción de la muestra total y dividida según el subtipo diagnóstico.

Resultados

Se presentan a continuación los resultados generales y discriminados entre subtipos diagnósticos para bandas de frecuencia en el EEGq, espectros de fase, coherencia interhemisférica, para luego centrarse en los cocientes de theta/alfa, theta/beta-1 y theta/beta-2 y sus implicaciones clínicas.

Bandas de frecuencia

Se observa que la distribución es homogénea para el total de la muestra y al comparar TDAH-C con TDAH-DA, como se presenta en la tabla I.

Cuando se estudió la dominancia de las bandas en la totalidad de la muestra de TDAH, predominó alfa-delta, así como también para el análisis individual del subtipo combinado. Sin embargo, para el subtipo inatento predominó delta-alfa.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la banda beta-1 para la región O1 ($t = 2,13$; $\text{sig}: 0,03$; significativa al nivel de $p < 0,05$), que resulta coherente con beta-1 en O2 con una significación moderada a leve ($t = 1,67$; $\text{sig}: 0,09$). También en delta en O2 aparece una significación moderada a leve ($t = -1,73$; $\text{sig}: 0,08$), aunque no es consistente con delta en O1.

Espectro de fase

La recepción de la señal eléctrica entre hemisferios, o espectro de fase, varía ampliamente entre sujetos según la región cortical evaluada y es más tardía en promedio la respuesta en las regiones frontales, de F7 y F8, como se presenta en la tabla II.

No se encontraron diferencias significativas entre los subtipos diagnósticos para ninguna de las mediciones.

Coherencia interhemisférica y picos de potencia cruzada

La comparación de frecuencias entre la coherencia interhemisférica y los subtipos diagnósticos TDAH-C

Tabla I. Resultados generales por bandas de frecuencia y comparación por subtipo diagnóstico.

	Total				TDAH-C (n = 31)		TDAH-DA (n = 31)	
	Mínimo	Máximo	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Delta en O1	19,80	42,00	29,73	4,89	28,76	4,31	30,70	5,31
Delta en O2	15,90	39,60	29,69	4,94	28,62	4,09	30,77	5,52
Theta en O1	14,00	36,10	21,48	4,27	21,66	5,18	21,30	3,19
Theta en O2	15,20	34,00	21,30	3,99	21,62	4,74	20,99	3,11
Alfa en O1	18,30	44,70	30,13	6,26	30,46	6,40	29,80	6,21
Alfa en O2	17,70	48,40	30,23	6,05	30,55	5,92	29,90	6,26
Beta-1 en O1	6,40	14,50	9,34	1,64	9,78	1,76	8,91	1,41
Beta-1 en O2	6,50	15,00	9,26	1,64	9,60	1,88	8,91	1,31
Beta-2 en O1	4,80	23,20	9,30	2,55	9,32	3,05	9,27	1,97
Beta-2 en O2	6,10	24,00	9,50	2,77	9,60	3,43	9,40	1,95

DE: desviación estándar; TDAH-C: TDAH subtipo combinado; TDAH-DA: TDAH subtipo déficit de atención.

Tabla II. Espectro de fase (variable tiempo) para el grupo TDAH y por subtipo diagnóstico.

	Total				TDAH-C		TDAH-DA	
	Mínimo	Máximo	Media	DE	Media	DE	Media	DE
F3-F4 tiempo	0,10	42,44	3,72	5,57	3,53	2,50	3,91	7,53
O1-O2 tiempo	0,01	8,27	2,87	2,04	3,03	2,34	2,71	1,73
F7-F8 tiempo	0,38	50,52	15,46	14,65	15,66	12,95	15,25	16,39
T3-T4 tiempo	0,32	37,91	9,94	8,48	9,98	9,90	9,90	6,96

DE: desviación estándar; TDAH-C: TDAH subtipo combinado; TDAH-DA: TDAH subtipo déficit de atención.

y TDAH-DA indica que existe dependencia entre las variables ($\chi^2 = 8,08$; sig: 0,70), con un nivel moderado de asociación (V de Cramer: 36%; coeficiente de contingencia: 0,34). Los picos más altos en TDAH-DA se dan en 9,5 Hz, en comparación con TDAH-C, con pico en 10 Hz (Figura).

Cocientes

El estudio del cociente theta/beta se desarrolló dividiendo la banda beta en los niveles beta-1 y beta-2,

evaluados en las mismas regiones que propone el estudio aprobado por la FDA, es decir áreas centrales C3, Cz y C4.

En ningún caso se logró diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon los resultados en ambos grupos. Esto sugiere que, si bien esta medición resulta sensible para discriminar sujetos normales de sujetos con diagnóstico de TDAH, no permite discriminar los subtipos inatento y combinado. El valor promedio de los cocientes theta/beta-1 (CTB-1) y theta/beta-2 (CTB-2) en la

Tabla III. Significación estadística entre los cocientes theta/alfa, theta/beta-1 y theta/beta-2.

	Total				TDAH-C		TDAH-DA	
	Mínimo	Máximo	Media	DE	Media	DE	Media	DE
C3. Theta/alfa	0,44	1,96	1,04	0,30	1,00	0,31	1,08	0,28
C3. Theta/beta-1	1,20	4,37	2,48	0,64	2,41	0,70	2,55	0,59
C3. Theta/beta-2	0,74	6,02	2,34	0,80	2,41	0,97	2,28	0,59
C4. Theta/alfa	0,39	2,10	1,02	0,29	1,00	0,31	1,04	0,27
C4. Theta/beta-1	1,16	4,31	2,44	0,61	2,40	0,65	2,48	0,58
C4. Theta/beta-2	0,78	5,60	2,33	0,80	2,43	0,98	2,24	0,57
Cz. Theta/alfa	0,44	2,46	1,18	0,37	1,13	0,31	1,24	0,41
Cz. Theta/beta-1	1,42	5,35	2,66	0,69	2,56	0,58	2,76	0,79
Cz. Theta/beta-2	0,81	5,60	2,54	0,84	2,63	0,93	2,45	0,74

DE: desviación estándar; TDAH-C: TDAH subtipo combinado; TDAH-DA: TDAH subtipo déficit de atención.

región Cz para el grupo TDAH fue de $2,66 \pm 0,69$ y $2,54 \pm 0,84$, respectivamente. Para el subtipo combinado, se observó un ligero dominio del CTB-2 sobre el CTB-1 con valores de $2,63 \pm 0,93$ y $2,56 \pm 0,58$, mientras que para el subtipo inatento el dominio fue inverso de $2,76 \pm 0,79$ para CTB-1 y de $2,45 \pm 0,74$ para CTB-2.

El estudio de estos cocientes sobre las regiones C3 y C4 arrojó valores inferiores a los de Cz.

El estudio del cociente theta/alfa en las regiones centrales mostró valores muy equilibrados cercanos a la unidad, tanto en C3 (media: $1,04 \pm 0,30$) como en Cz (media: $1,18 \pm 0,37$) y C4 (media: $1,02 \pm 0,29$).

Discusión

La bibliografía científica en los últimos años ha brindado datos sobre la importancia del cociente theta/beta para la identificación y discriminación del TDAH de muestras controles y otros trastornos del neurodesarrollo; según nuestro estudio, este mismo cociente no da la posibilidad de llevar a cabo un diagnóstico diferencial entre los subtipos del TDAH. Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo comunicado por Chabot y Serfontein [9], quienes plantearon que las diferencias entre los subtipos eran más cualitativas que cuantitativas, los niños con sín-

tomas más graves tienden a presentar mayores anomalías en el trazado electroencefalográfico.

Aunque el hallazgo de la relación del cociente theta/beta en el diagnóstico del TDAH puede ser uno de los resultados más consistentes descrito en la bibliografía científica, éste también ha sido objeto de múltiples controversias [18], ya que se ha encontrado mayor variabilidad no sólo en las bandas theta y beta, sino también en alfa. A este respecto, Arns et al [25] plantean la importancia de este cociente más como medida de pronóstico del TDAH que de diagnóstico.

Según Barry et al [26], el exceso de actividad beta frontal es una característica particular de niños diagnosticados con el subtipo combinado.

A partir de los resultados de nuestro estudio, puede plantearse que dicho cociente theta/beta, discriminado en theta/beta-1 y theta/beta-2, resulta un patrón universal para el TDAH, aunque no permite la distinción entre los subtipos diagnósticos combinado e inatento. Por otra parte, la medición de bandas, más específicamente del comportamiento de beta-1 en la región occipital izquierda (O1), mostró una diferencia estadísticamente significativa al comparar los subtipos, con predominio de la banda beta-1 para el subtipo TDAH-C.

Según Chabot y Serfontein [9], los niños con TDAH evidencian mayor actividad frontal y central de la

Figura. Coherencia interhemisférica: pico de potencia cruzada por subtipo diagnóstico.

banda theta, lo que con mucha probabilidad puede llegar a indicar bajo nivel de *arousal* y, en suma, una hipoactivación cortical en sí misma. Pero también puede evidenciar ligeras elevaciones de alfa frontal y una disminución difusa de la banda beta.

En conclusión, si bien en nuestra muestra no encontramos un dominio de theta en el análisis por bandas sobre la región occipital, la relación theta/beta (CTB-1 y CTB-2) expresa la superioridad relativa de theta sobre beta en las regiones centrales (C3, Cz y C4).

Bibliografía

- Asociación Americana de Psiquiatría. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. DSM-IV-TR. Barcelona: Masson; 2002.
- Mulas F, Etchepareborda MC, Abad-Mas L, Díaz-Lucero A, Hernández S, De la Osa A, et al. Trastornos neuropsicológicos de los adolescentes afectos de trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev Neurol* 2006; 43 (Supl 1): S71-81.
- Pascual-Castroviejo I. Síndrome de déficit de atención con hiperactividad. 3 ed. Barcelona: Viguera Editores; 2004.
- Artigas-Pallarés J. Comorbilidad en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Rev Neurol* 2003; 36 (Supl 1): S68-78.
- Brown TE. Attention-deficit disorders and comorbidities in children, adolescents, and adults. 1 ed. Washington DC: American Psychiatric Press; 2000.
- De la Peña F, Palacio JD, Barragán E. Declaración de Cartagena para el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH): rompiendo el estigma. *Revistas Ciencias de la Salud* 2010; 8: 95-100.
- Catelan-Mainardes SC. Trastorno de déficit de atención e hiperatividade na infância e adolescência pela perspectiva da neurobiologia. *Revista Saúde e Pesquisa* 2010; 3: 385-91.

- U.S. Food and Drug Administration (FDA). FDA permits marketing of first brain wave test to help assess children and teens for ADHD. URL: <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm360811.htm>. [17.11.2013].
- Chabot RJ, Serfontein G. Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder. *Biol Psychiatry* 1996; 40: 951-63.
- Clarke AR, Barry RJ, McCarthy R, Selikowitz M. Electroencephalogram differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychophysiology* 2001; 38: 212-21.
- Loo SK, Makeig S. Clinical utility of EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder: a research update. *Neurotherapeutics* 2012; 9: 569-87.
- U.S. Food and Drug Administration (FDA). De novo classification request for neuropsychiatric EEG-based assessment aid for adhd (NEBA) system. URL: http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/reviews/K112711.pdf. [17.11.2013].
- NEBA Health. Summary of Neba clinical investigation –key results. URL: [http://www.nebahealth.com/MRK0027_form_for_clinician%20-%20key%20results%20summary_20130722_\(2\).pdf](http://www.nebahealth.com/MRK0027_form_for_clinician%20-%20key%20results%20summary_20130722_(2).pdf). [17.11.2013].
- Nazari MA, Wallois F, Aarabi A, Berquin P. Dynamic changes in quantitative electroencephalogram during continuous performance test in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Int J Psychophysiol* 2011; 81: 230-6.
- Amer DA, Rakhawy MY, El Kholy SH. Quantitative EEG in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Egypt J Neurol Psychiatr Neurosurg* 2010; 47: 399-406.
- Reyes-Zamorano E, Ricardo-Garcell J, Galindo y Villa G, Cortes J, Otero G. Los procesos de la atención y el electroencefalograma cuantificado en un grupo de pacientes con trastorno por déficit de atención. *Salud Mental* 2003; 26: 11-22.
- Bresnahan SM, Anderson JW, Barry RJ. Agerelated changes in quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry* 1999; 46: 1690-7.
- Johnstone J, Gunkelman J, Lunt J. Clinical database development: characterization of EEG phenotypes. *Clin EEG Neurosci* 2005; 36: 99-107.
- Gunkelman J. Transcend the DSM using phenotypes. *Biofeedback* 2006; 34: 95-8.
- Arns M, Gunkelman J, Breteler M, Spronk D. EEG phenotypes predict treatment outcome to stimulants in children with ADHD. *J Integr Neurosci* 2008; 7: 421-38.
- Arns M. Personalized medicine in ADHD and depression: a quest for EEG treatment predictors. Amsterdam: Elsevier; 2011.
- Murer G, Riquelme LA. Generalidades. In Ferrero RG, Ferrero AL, eds. *Análisis computado del EEG*. Buenos Aires: Fundación Argentina de Estudio del Cerebro (FADEC); 1995. p. 41-53.
- Etchepareborda MC. El análisis de la coherencia interhemisférica. In Ferrero RG, Ferrero AL, eds. *Análisis computado del EEG*. Buenos Aires: Fundación Argentina de Estudio del Cerebro (FADEC); 1995. p. 84-90.
- Riquelme LA. Bases neurofisiológicas de las señales bioeléctricas cerebrales. In Ferrero RG, Ferrero AL, eds. *Análisis computado del EEG*. Buenos Aires: Fundación Argentina de Estudio del Cerebro (FADEC); 1995. p. 32-40.
- Arns M, Conners CK, Kraemer HC. A decade of EEG theta/beta ratio research in ADHD: a meta-analysis. *J Atten Disord* 2013; 17: 374-83.
- 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: 579-85.

Theta/beta ratio (NEBA) in the diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder

Introduction. In July 2013, the US Food and Drug Administration approved the use of NEBA as the first device for the complementary evaluation of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). It is based on quantitative electroencephalogram (qEEG) and includes the standardised theta/beta ratio, the results of which were consistent with both the medical and psychological clinical evaluation. Likewise, it has proved to be a useful tool for determining whether the ADHD is primary, secondary or comorbid to another pathology. Yet, to date no publications have specified whether it is a total theta/beta ratio or theta/beta-1 and theta/beta-2. Additionally, no data are provided to be able to discriminate between diagnostic subtypes of ADHD.

Aims. To quantify the theta/beta ratios, by means of qEEG, in a sample of patients from the Rio de la Plata area with a main confirmed diagnosis of ADHD, in order to compare the neurophysiological patterns according to the diagnostic subtypes.

Patients and methods. We used a randomised stratified sample of 62 subjects of both sexes, with ages between 8 and 17 years, distributed into two groups, depending on the diagnostic subtype: attention deficit subtype of ADHD (n = 31) and the combined subtype of ADHD (n = 31).

Results. High theta/beta-1 and theta/beta-2 ratios were confirmed in the Cz region, being higher than the ratios in the C3 and C4 areas. Moderate and statistically significant differences were found between the two subtypes only in the beta-1 band in the occipital regions. The analysis of the interhemispheric coherence suggests an association of the power peak crossed with the diagnostic subtype, which is the fastest peak (10 Hz) for the combined subtype. No important differences are found on analysing the phase spectra or the theta/beta ratios.

Conclusions. Although the scientific literature, especially the NEBA system, highlights the importance of the theta/beta ratio in the differential diagnosis of ADHD in control samples and other neurodevelopmental disorders, a distinction must be made between beta-1 and beta-2.

Key words. ADHD. Interhemispheric coherence. NEBA. Phase spectrum. qEEG. Theta/beta ratio.