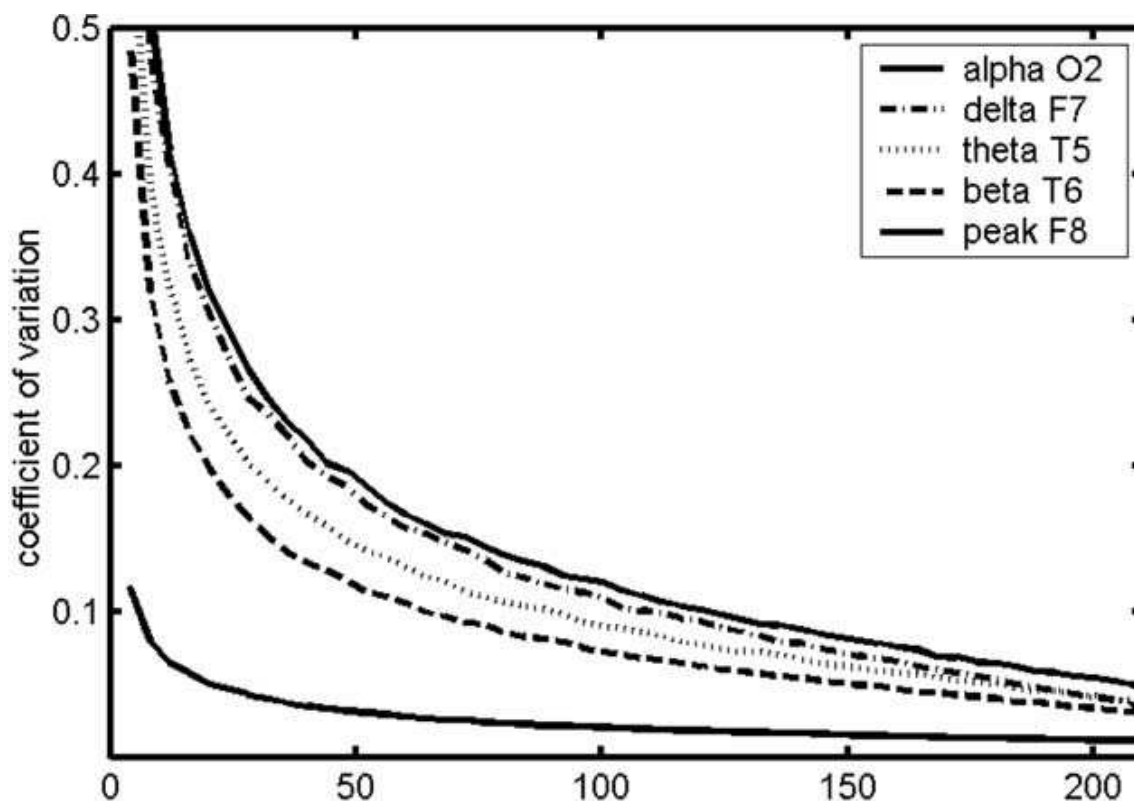


Fiabilidad de los espectros EEG y potenciales relacionados con acontecimientos discretos (PRAD).

La sensibilidad y especificidad clínica de las características espectrales del EEG está directamente relacionada con la estabilidad y la fiabilidad de estos parámetros al repetir la prueba. El grado de variabilidad de la oscilación básica depende de la banda de frecuencia y la condición (los ojos abiertos, ojos cerrados, tarea). Por ejemplo, el ritmo alfa en las regiones posteriores varía con periodos de unos pocos segundos, las ráfagas theta de la línea media frontal aparecen durante unas pocas décimas de segundo. Sin embargo, si promediamos durante largos intervalos de tiempo los espectros resultantes se convierten en características bastante estables en el cerebro. Surge la pregunta: ¿cuál es la longitud mínima de análisis espectral que nos daría una medida estable y confiable?.

Varios estudios se han llevado a cabo frente a la variabilidad de los diferentes parámetros del EEG espectral, utilizando la varianza, que se define como la desviación estándar dividida por la media y la fiabilidad test se mide como el coeficiente de correlación entre mediciones consecutivas. Un reciente estudio fue realizado por un grupo de científicos del Hospital Karolinska en Estocolmo y Suecia (Maltez et al., 2004). Se registró el EEG en sujetos sanos durante 15 minutos con los sujetos instruidos para abrir (5 s) y cerrar los ojos cada 60 s. Se seleccionaron epochs tras aplicar la transformada de Fourier (FFT) seleccionando de 4 s. El coeficiente de variación (CV) varió en proporción a la inversa de la raíz cuadrada del tiempo. Una presentación esquemática de la dependencia se presenta en la siguiente figura.



Como vemos en el gráfico la actividad alfa tiene la máxima CV y la theta la mínima.

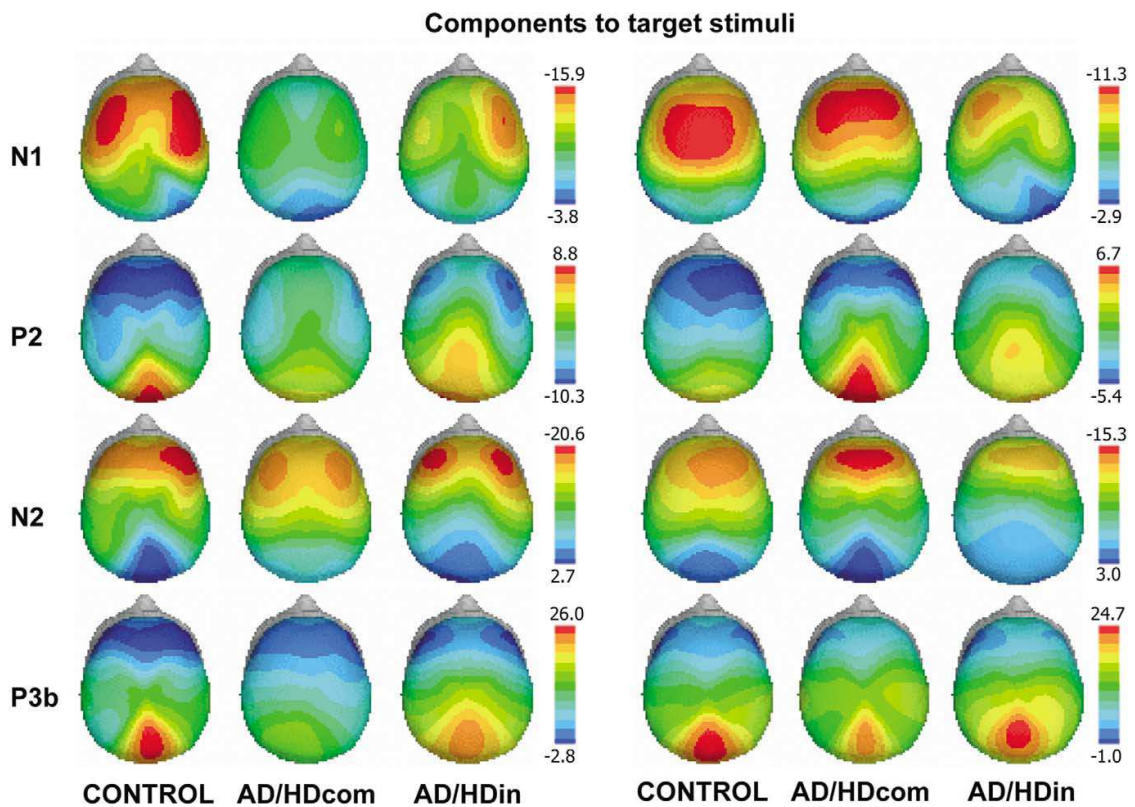
En base a estos estudios y otros se ha establecido que el intervalo mínimo de grabación para calcular luego los espectros es de 3 minutos.

La fiabilidad de los PRAD o ERPs se ha estudiado recientemente (Williams et al., 2005). Veintiún sujetos sanos (12-57 años) fueron evaluados al inicio y después de cuatro semanas. Los autores analizaron los datos de EEG (ojos abiertos y cerrados) y los PRADs obtenidos durante una tarea auditiva “oddball” (N100, P200, N200, P300) y la memoria de trabajo (P150, P300) tareas. Se recogieron de forma concomitante datos neuropsicológicos, adquiridos mediante un sistema de pantalla sensible al tacto, compuesto por las medidas de sensitivo-motora, la atención, la comparación-orientación-ejecución y la memoria operativa. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y procedimientos de correlación (corregido para comparaciones múltiples), con análisis paralelos de edad. Los datos de EEG no difirieron entre sesiones, y mostraron una alta fiabilidad test-retest (.71 - .95), en particular para theta y delta (> 0,85). Los componentes PRAD también mostraron alta fiabilidad especialmente para los sitios donde los componentes son máximas: fronto-central N100 (0,76 - .77), centro-parietal P300 (.78 - .81) a los objetivos de sonido novel, N100 y P200 (0,74 - .86) a los objetivos oddball, y a la amplitud y latencia P150 (.84 - .93) a los estímulos de memoria de trabajo.

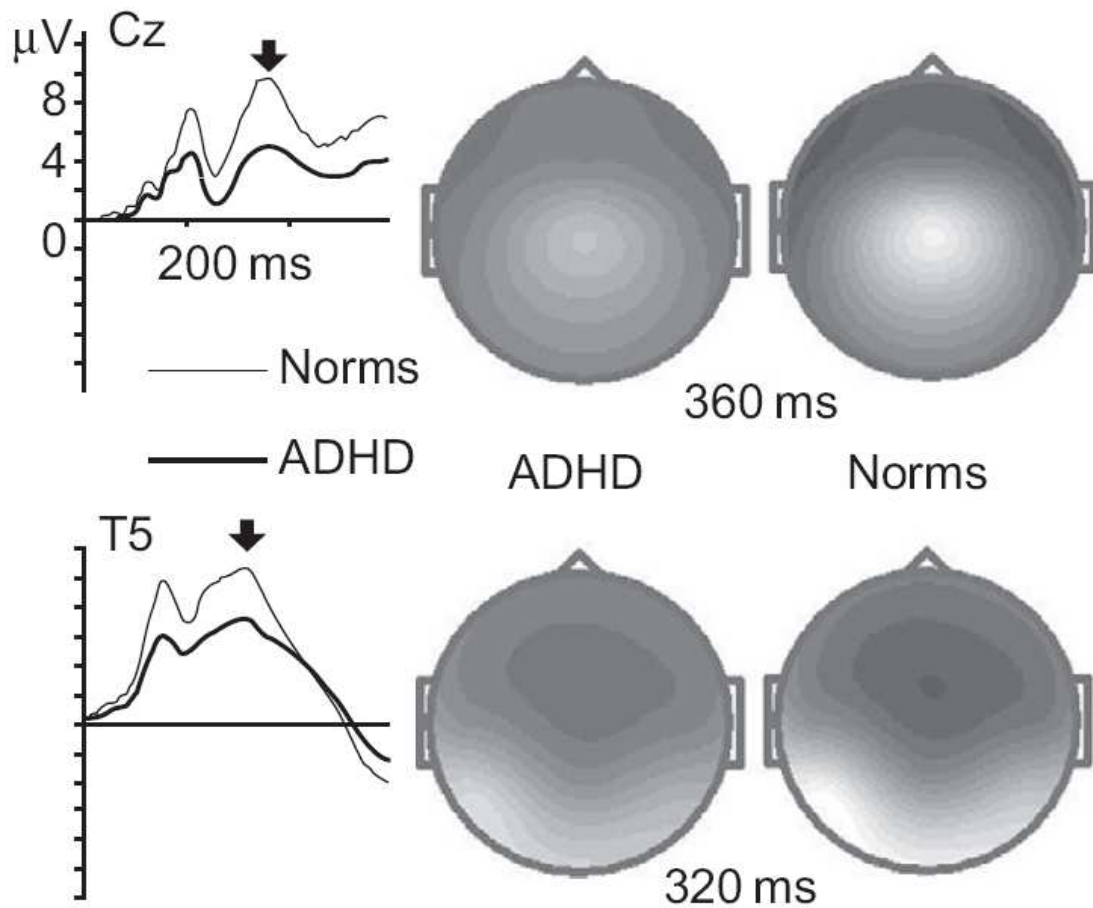
La fiabilidad de los PRADs depende del número de ensayos (estímulos presentados). Los PRAD se obtienen promediando muchos ensayos, de modo que las fluctuaciones del promedio de la señal antes de estímulo representan un promedio de ruido durante el PRAD y después de la aparición de estímulo. La señal (es) se supone que se verá afectada por el proceso de promediado, mientras que el ruido (n) disminuye al aumentar el número de ensayos N. En teoría, esto muestra que la relación señal ruido depende de N con respecto a \sqrt{N} . En resumen, los parámetros de los espectros de los componentes del EEG y los PRADs muestran una buena fiabilidad test-retest, tanto más corto (durante un día) y largo (hasta un año), muestran que estos parámetros son medidas fiables para determinar la función del cerebro humano.

Children (8-10 years)

Adolescents (14-16 years)

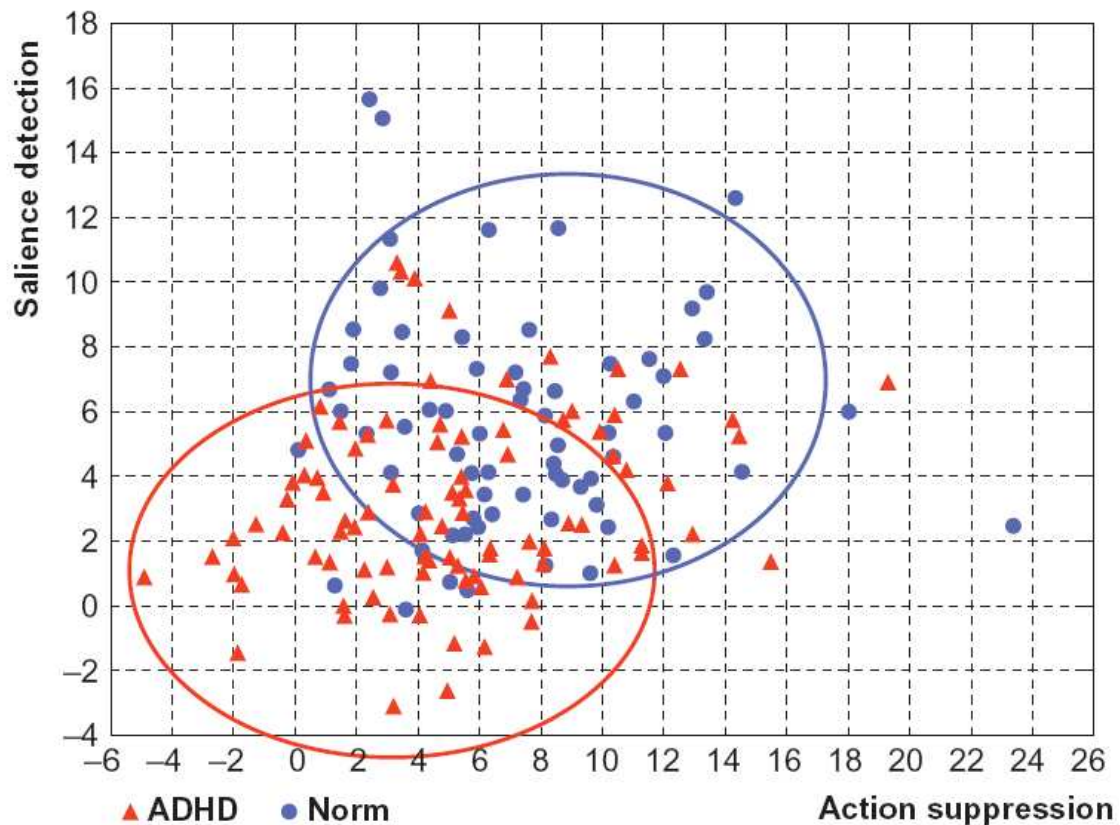


Mapas de actividad de componentes ERP (potencial cognitivo) de niños entre 8 y 10 años en el panel de la izquierda y de adolescentes de 14 a 16 años en el panel de la derecha, con controles, comparados con grupos de TDAH inatentos, combinados e hiperquinéticos de izquierda a derecha. En estos mapas de actividad eléctrica se observan las enormes diferencias según edad y grupo. Por ejemplo, el estímulo “target” está reducido a nivel frontal N1 para los niños pero no para los adolescentes con TDA / TDAHcom. Nota la escala está en unidades μV , el rojo indica máxima amplitud, independientemente de la polaridad del componente. Barry et al., 2003.



La reducción de los componentes independientes AIC a nivel central y temporal izquierdo en el grupo de sujetos con TDAH. En una muestra de 94 sujetos con TDAH, comparada con un grupo control de 69 individuos. Arriba vemos la línea temporal y topografía de los componentes independientes obtenidos en los 19 canales ERP tras filtrado espacial. La línea gruesa muestra los sujetos con TDAH y la línea fina los sujetos sanos. Kropotov et al., 2010.

El poder de discriminación de los componentes ERP se muestra en la figura de abajo:



En este diagrama de dispersión se observa el comportamiento de los componentes de la memoria de trabajo y el componente supresor en TDAHs (triángulos) y en sujetos sanos (círculos). El eje X representa la amplitud de componente supresor en un intervalo de tiempo de 100 a 700 ms y el eje Y representa la amplitud del componente de la memoria de trabajo entre 50 y 500 ms. Kropotov et al., 2010.

Referencias bibliográficas.

- Banaschewski, T., Brandeis, D., Heinrich, H., Albrecht, B., Brunner, E., Rothenberger, A. (2004). Questioning inhibitory control as the specific deficit of ADHD - evidence from brain electrical activity. *J Neural Transm* 111: 841-864.
- Barry, R.J., Clarke, A.R., Johnstone, S.J. (2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clinical Neurophysiology* 114: 171-183.
- Barry, R.J., Clarke, A.R., Johnstone, S.J. (2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. II. Event-related potentials. *Clinical Neurophysiology* 114: 184-198.
- Cook, I.A., O'Hara, R., Uijtdehaage, S.H., Mandelkern, M., Leuchter, A.F. (1998) Assessing the accuracy of topographic EEG mapping for determining local brain function. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 107(6): 408-414.
- Donchin, E., Coles, M.G. (1988) Is the P300 component a manifestation of context updating. *Behavioral Brain Science* 11: 357-374.
- Fallgatter, A.J., Strik, W.K. (1999) The NoGo-antiorisation as a neurophysiological standard-index for cognitive response control. *Int J Psychophysiol* 32: 115-120.
- Ford, J.M. (1999) Schizophrenia: The broken P300 and beyond. *Psychophysiology*, 36: 667-682.

- Gottesman, I.I., Gould, T.D. (2003) The endophenotype concept in psychiatry: etymology and strategic intentions. *Am J Psychiatry*, 160(4), 636-645.
- Hagemann, D. (2004) Individual differences in anterior EEG asymmetry: methodological problems and solutions. *Biological Psychology* 67: 157-182.
- Hillyard, S.A., Anllo-Vento, L. (1998) Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95: 781-787.
- [Huang-Pollock, C.L.](#), [Nigg, J.T.](#) (2003) Searching for the attention deficit in attention deficit hyperactivity disorder: the case of visuospatial orienting. [Clin Psychol Rev.](#) Nov;23(6):801-30.
- Inanaga, K. (1998) Frontal midline theta rhythm and mental activity. *Psychiatry Clin Neurosci* 52(6): 555-566
- John, E. Roy. "[Principles of Neurometrics.](#)" In American Journal of EEG Technology 1990. 30:251-266.
- John, E. Roy. *Neurometrics: Clinical Applications of Quantitative Electrophysiology.* 1977. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Jonkman, L.M., Kemner, C., Verbaten, M.N., Van Engeland, H., Camfferman, G., Buitelaar, J.K., Koelega, H.S. (2000) Attentional capacity, a probe ERP study: differences between children with attention-deficit hyperactivity disorder and normal control children and effects of methylphenidate. *Psychophysiology* 37: 334-346.
- Leuchter, A. F., Sebastian, U, Uijtdehaageb, H.J. Cook, I. A., O'Harae, R., Mandelkernd, M. (1999) Relationship between brain electrical activity and cortical perfusion in normal subjects *Psychiatry Research: Neuroimaging Section*, 90.125-140.
- Meyer-Lindenberg, A., Weinberger, D.R. (2006) Intermediate phenotypes and genetic mechanisms of psychiatric disorders. *Nat Rev Neurosci* 7(10): 818-827.
- Monastra, V., Lubar, J., Linden, M., VanDeusen, P., Green, G., Wing, W., Phillips, A., Fenger, T. (1999) Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: an initial validation study. *Neuropsychology*13: 424-433.
- Monastra, V.J., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J.F., Gruzelier, J., LaVaque, T.J. (2005) Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(2): 95-114.
- Naatanen, R. (2003) Mismatch negativity: clinical research and possible applications *Int J Psychophysiol* 48: 179-188.
- Pliszka, S.R., Liotti, M., Woldorff, M.G. (2000) Inhibitory Control in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Event-Related Potentials Identify the Processing Component and Timing of an Impaired Right-Frontal Response-Inhibition Mechanism. *Biol Psychiatry* 48: 238-246.
- Prichep, L.S., John, E.R., Ferris, S.H., Rausch, L., Fang, Z., Cancro, R., Torossian, C., Reisberg, B. (2006) Prediction of longitudinal cognitive decline in normal elderly with subjective complaints using electrophysiological imaging. *Neurobiology of Aging* 27(3): 471-481. Epub 2005 Oct 6.
- Rothenberger, A., Banaschewski, T., Heinrich, H., Moll, G.H, Schmidt, M.H., van't Klooster, B. (2000) Comorbidity in ADHD-children: effects of coexisting conduct disorder or tic disorder on event-related brain potentials in an auditory selective-attention task. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 250: 101-110.
- Satterfield, J.H., Cantwell, D.P., Lesser, L.I., Podosin, R.L. (1972) Physiological studies of the hyperkinetic child. *Am J Psychiatry*128: 102-108.
- Smit, D.J., Posthuma, D., Boomsma, D.I., Geus, E.J. (2005) Heritability of background EEG across the power spectrum. *Psychophysiology* 42(6): 691-697.
- [Thatcher RW](#), [Moore N](#), [John ER](#), [Duffy F](#), [Hughes JR](#), [Krieger M](#) . 1999 QEEG and traumatic brain injury: rebuttal of the American Academy of Neurology 1997 report by the EEG and Clinical Neuroscience Society. [Clin Electroencephalogr.](#) 30(3):94-88.
- Thatcher, R. W. (1998). EEG normative databases and EEG biofeedback. *Journal of Neurotherapy*, 2 (4), 8-39.

Verleger, R. (1988) Event related potentials and cognition: a critique of context updating hypothesis and alternative interpretation of P3. *Behavioral Brain Science* 11: 343-427.