

COHERENCIA CORTICAL INTERHEMISFÉRICA DE NIÑAS EN EL PERIODO PRE Y POS MENARQUIA

LETÍCIA ECARD ROCHA¹, DANIELE GONÇALVES FABRE², PATRÍCIA TERRA SIQUEIRA³,
JOSÉ FERNANDES FILHO⁴, PAULA ROQUETTI FERNANDES⁵

Recibido para publicación: 13-03-2017 - Versión corregida: 25-04-2017 - Aprobado para publicación: 10-06-2017

Resumen

Objetivo: el presente estudio tuvo como objetivo observar la coherencia cortical interhemisférica en niñas en los periodos pre y pos menarquia. **Materiales y métodos:** una muestra de 45 niñas de 10 a 15 años fue compuesta y dividida en dos grupos: pre menarquia (G1) y pos menarquia (G2) compuestos por 21 y 24 niñas, respectivamente. Las participantes en el estudio se sometieron a captar la señal electroencefalográfica en reposo. Después de la recogida de datos, fue realizado el cálculo de la variable dependiente extraída del electroencefalograma cuantitativo. Para el análisis del índice de coherencia se rotaron las pruebas de Mann-Whitney para cada par de electrodos (frontales: F3-F4; central C3-C4 y parietal: P3-P4), específicamente en la banda de frecuencia beta (13-35 Hz). **Resultados:** fueron observadas diferencias estadísticamente significativas en las tres áreas corticales (F3-F4: $p = 0,001$; C3-C4: $p = 0,002$ y P3-P4: $p = 0,003$). Específicamente, el grupo pos menarquia mostraron valores de coherencia significativamente más altos en los tres pares de electrodos analizados, o sea, en las tres regiones corticales; en comparación con el grupo pre menarquia. Esto significa decir que cuanto mayor el grado de maduración del grupo, mayores son las posibilidades de los valores de coherencia interhemisférica presentarse más elevados. **Conclusiones:** se observó que, con relación a las características electroencefalográficas, los grupos se mostraron distintos, siendo mayor la actividad cerebral relacionada a la coherencia interhemisférica del grupo pos menarquia.

Palabras clave: electroencefalografía, coherencia, maduración, menarquia.

Archivos de Medicina (Manizales), Volumen 17 N° 1, Enero-Junio 2017, ISSN versión impresa 1657-320X, ISSN versión en línea 2339-3874. Ecard Rocha L.; Gonçalves Fabre D.; Terra Siqueira P.; Fernandes Filho J.; Roquetti Fernandes P.

- 1 Doctorado en Ciencias del Movimiento Humano, Profesora y Coordinadora del Curso de Educación Física de la Universidade Iguaçu - UNIG - Campus V - Itaperuna, Rio de Janeiro - Brazil. Darcy Vargas, 90/504 - Itaperuna/RJ. Teléfono: 5522981244134. Correo: leticiaecard@gmail.com.
- 2 Estudiante de la Escuela de Medicina de la Universidade Iguaçu - UNIG - Campus V - Itaperuna, Rio de Janeiro - Brazil.
- 3 Maestria en Ciencia de la Motricidad Humana, Profesora y Coordinadora del Curso de Educación Física de la Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO - Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro - Brazil.
- 4 Doctorado en Genética aplicada al Deporte - Profesor de la Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro - Brazil
- 5 Doctorado en Ciencias de la Salud - Directora Ejecutiva del Centro de Excelencia en Evaluación Física - CEAF, Rio de Janeiro - Brazil.

Eccard-Rocha L, Gonçalves-Fabre D, Terra-Siqueira P, Fernandes-Filho J, Roquetti-Fernandes P. Coherencia cortical interhemisférica de niñas en el periodos pre y pos menarquia. Arch Med (Manizales) 2017; 17(1):64-9.

Cortical interhemispheric coherence periods of girls in pre and pos menarche

Summary

Objective: *this study aimed to observe the cortical interhemispheric coherence in girls in the pre and post-menarche. Materials and methods:* a sample was composed of 45 girls between 10 and 15 years divided into two groups: pre-menarche (G1) and post-menarche (G2) composed of 21:24 girls, respectively. The participants of the study were submitted to the electroencephalographic signal at rest. After data collection, we performed the calculation of the dependent variable extracted from the quantitative electroencephalogram. For the analysis of interhemispheric coherence index Mann-Whitney tests were run for each pair of electrodes (front F3-F4; core: C3 -C4 and P3-P4), in particular en el beta frequency rate (13 -35 Hz). **Results:** there were statistically significant differences in the three cortical regions (F3-F4: $p = 0.001$, C3-C4: $p = 0.002$ and P3-P4: $p = 0.003$). Specifically, the post-menarche group presented significantly higher coherence values in the three pairs of electrodes analyzed, that is, in the three cortical regions when compared to the pre-menarche group. This means that the higher the degree of maturation of the group, the greater the possibilities of inter-hemispheric coherence values present higher. **Conclusion:** it was observed that, in relation to the electroencephalographic characteristics, the groups were different and the cerebral activity related to interhemispheric coherence of the post-menarche group was higher.

Keywords: *electroencephalography, maturation, menarche, coherence.*

Introducción

La pubertad es una etapa de la vida humana que se caracteriza por los cambios físicos y psicosociales. En esta fase, la evaluación de la maduración sexual se convierte en un parámetro importante que influye en su tasa de crecimiento y el desarrollo, ya que existe una diversidad de la maduración entre individuos de la misma edad cronológica[1]. La evolución de esta etapa se asocia con la producción del estradiol, porque la concentración de las hormonas sexuales determinará los cambios de las características sexuales, que se caracterizan por el desarrollo del tejido mamario y

el aumento de la velocidad del crecimiento[2]. En las mujeres la pubertad se manifiesta por la aparición de la primera menstruación llamada menarca[3], siendo la misma un indicador de la maduración sexual[4] y un evento significativo en la vida de la adolescente, ya que implica cambios de orden somática, metabólica, psicosociales, neuromotoras[5], económica y social, una vez que estudios muestran que las adolescentes con las condiciones económicas más altas tienden a tener su primera menstruación antes de las menos beneficiadas, a pesar de que habitan en el mismo país[6].

Con relación a la actividad cortical en esta fase, el cerebro todavía no está completamente

maduro una vez que el lóbulo frontal presenta una mielinización continua[7]. As desarrollo insuficiente de los sistemas corticales frontales vinculados a las funciones ejecutivas, como la planificación, la motivación, la impulsividad y la dependencia puede ser la aclaración para la disposición de los adolescentes a tomar riesgos, ya que presentan juicios menos consistentes.

El proceso de adquisición de las informaciones por el cerebro pasa por las vías sensoriales que captan las cualidades del mundo exterior mediante su transmisión al sistema nervioso central. Entonces, es a través del "cerebro" que se puede pensar, aprender, comunicarse y decidir[8]. De este modo, a través del electroencefalograma (EEG) es posible seguir el desarrollo del proceso de la asociación entre pares de electrodos homólogos, ya que los cambios en el registro de actividad cortical son características de mayor conectividad entre los componentes del cerebro a través de la adolescencia hasta la edad adulta[9].

Desde esta perspectiva, la investigación de los patrones neuronales relacionados a procesos sensoriales, motores y cognitivos se puede llevar a través del control de la actividad cortical[10]. En este contexto, la búsqueda de una comprensión más detallada de los efectos electrofisiológicos provocados por la maduración sexual, esta investigación tuvo como objetivo observar la coherencia cortical interhemisférica en niñas en el período pre y pos menarquia.

Materiales y métodos

Muestra: los participantes eran, de forma deliberada, 48 (cuarenta y ocho), 24 niñas en el periodo pre-menarquia, con la pérdida de tres de estas niñas durante el proceso de recolección, quedando entonces el grupo pre menarquia compuesto (G1) por 21 niñas; y 24 en el período pos menarquia (G2), alumnas del Centro Integrado de Educación Pública (CIEP) 275 - municipio de Itaocara / RJ, cuyas edades

oscilaban del 10 al 15 año. Para hacer parte del estudio las niñas deberían estar dentro del rango edad entre 10 y 15 años, han respondido al cuestionario de la maduración sexual[11] para identificar la ausencia o presencia de la menarquia y tener autorización de los padres y / o tutores a través de la participación y autorización libres.

Procedimiento experimental: las participantes del estudio se sometieron a captura de señal electroencefalográfico en reposo, utilizando el dispositivo Braintech 3000 (EMSA - Instrumentos Médicos, Brazil), un sistema que utiliza una tabla de convertidor analógico-digital (A / D) de 32 canales con una resolución de 12 bits. Señales de EEG se filtran analógicamente entre 0,16 Hz (de paso alto) y 35 Hz (de paso bajo) que tiene una frecuencia de muestra de 200 Hz. Se utilizó el sistema internacional 10-20[12] para la colocación de 19 electrodos monopolares a lo largo de el cuero cabelludo (zonas: frontal, temporal, parietal y occipital) y un electrodo en cada oreja (lóbulo), siendo utilizados como referencias (bi-auricular). A priori, se han comprobado, los niveles de impedancia de cada electrodo, cuyos valores se mantuvieron entre 5-10 KΩ.

Banda de frecuencia y localización espacial: los datos recogidos se refieren exclusivamente a la coherencia interhemisférica en el ritmo beta (13-35 Hz); una vez que beta se asocia con los procesos de integración sensorio-motora. Sólo se seleccionaron los electrodos situados en las zonas frontales (F3-F4), central (C3-C4) y parietal (P3-P4). Áreas frontales fueron analizadas debido a su asociación con los mecanismos de atención, la motivación y la planificación; electrodos central y parietal se examinaron como representativos de áreas premotora y motora primarias, y áreas somato sensoriales primarias[13].

Análisis de los datos y el cálculo de la variable dependiente: después de la recolección de datos y su respectiva presentación, se realizó el cálculo de la variable dependiente

extraída del EEGq. Se empleó una rutina en Matlab 5.3® (Mathworks Inc., Natick, MA, USA.) para llevar a cabo el análisis espectral y estimar el parámetro específico de interés: la coherencia interhemisférica en el ritmo beta (13-35 Hz).

La coherencia refleja la variación de la actividad eléctrica entre pares de electrodos homólogos. En consecuencia, la coherencia se interpreta generalmente como una medida de acoplamiento entre las zonas, o sea, una medida de asociación funcional entre dos regiones del cerebro[14]. Este grado de asociación se expresa por un valor que oscila entre 0 y 1. Los valores cercanos a cero expresan que las áreas no funcionan de manera sincronizada y / o asociadas y, por el contrario, valores cercanos a 1 representan alto grado de coherencia entre las dos zonas.

Análisis estadístico: para el análisis del índice de coherencia interhemisférica se rotaron las pruebas de Mann-Whitney para cada par de electrodos por separado (frontales: F3-F4; central C3-C4 y parietal: P3-P4), específicamente en la banda de frecuencia beta. Las condiciones experimentales se establecieron como pre menarquia (G1) y pos menarquia (G2).

Consideraciones éticas: el estudio se realizó de acuerdo con las reglas para la realización de la investigación en seres humanos, la Resolución 466/12 del Consejo Nacional de Salud de 12/12/2012[15] siendo presentados y aprobados por el Comité de Ética de la *Universidad Autónoma de Asunción*.

Resultados

En la tabla 1 se observan las características de los grupos estudiados, con valores medios y sus coeficientes de variación (DP±), siendo pre menarquia (G1) y pos menarquia (G2). Los datos muestran las variaciones de los valores medios, siendo el grupo G2 con valores más altos para todos los pares de electrodos analizados.

Tabla 1: Caracterización de la población del estudio.

Coerência/ Eletrodos	Grupo	n	Média	DP(±)
F3 - F4	Pré	21	,1300	,07242
	Pós	24	,2409	,13868
C3 - C4	Pré	21	,0605	,04211
	Pós	24	,1471	,15060
P3 - P4	Pré	21	,0389	,02933
	Pós	24	,1216	,16750

Fuente: autores

Con relación al análisis de los valores de coherencia se observaron diferencias estadísticamente significativas en las tres áreas corticales (F3-F4: $p = 0,001$; C3-C4: $p = 0,002$ y P3-P4: $p = 0,003$). Específicamente, el grupo pos menarquia mostró valores de coherencia significativamente más altos en los tres pares de electrodos analizados, o sea, en las tres regiones corticales, en comparación con el grupo pre menarquia, como se muestra en la Figura 1. Esto significa que cuanto mayores el grado de maduración del grupo, mayores son las posibilidades de que los valores de coherencia interhemisférica se presenten más elevados.

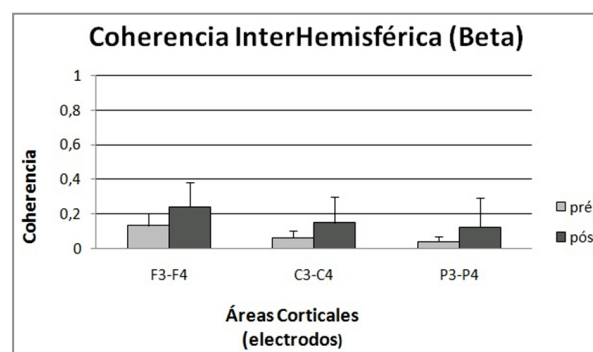


Figura 1: Variaciones de los valores de coherencia entre los grupos G1 e G2 en los pares de electrodos F3-F4; C3 - C4 e P3 - P4.

Fuente: autores

Discusión

El análisis del desarrollo de la actividad oscilatoria a través del análisis de frecuencia de los datos obtenidos por el EEG es un área prometedora de investigaciones recientes, que

permite identificar patrones para las edades en las cuales diferentes puntos de referencia de desarrollo son alcanzados.

La alta consistencia entre dos señales de EEG se analizan como evidencia de la posibilidad de una conexión funcional entre dos áreas corticales al interpretar los registros capturados por EEG. Los estudios sobre los valores de coherencia interhemisférica se han evidenciado en la comprensión de las demencias cerebrales. En esta línea de investigación, Leuchter *et al*[16] efectuaron el seguimiento de los pacientes con enfermedad de Alzheimer (EA) y la demencia del tipo multi-infarto (DMI) y los datos encontrados mostraron una menor coherencia en pacientes con DMI en comparación con EA; no encontrando diferencias significativas entre el grupo EA y el grupo control[17].

Este estudio tuvo como objetivo investigar la coherencia interhemisférica en la dinámica cortical de las niñas en el período pre y pos menarquia. Los resultados mostraron un aumento estadísticamente significativo en los valores de coherencia en el grupo pos menarquia (G2) en comparación con el grupo pre menarquia (G1) en los tres pares de electrodos.

El estudio realizado por Ecard Rocha *et al*[18] para evaluar las características motoras, dermatoglyphicas y electroencefalográficas de las niñas en los períodos pre y pos menarquia, con la división de los grupos de *cases*, desde el análisis multivariante de *Cluster*, el número de *case 2*, que consiste en niñas mayores de 15 años y pertenecientes al grupo pos menárquica mostraron una diferencia significativa; pero en el ritmo alfa y en regiones frontales(electrodos F3, FZ y F4) y central (electrodos C3 y CZ), siendo *Wilk's Lambda* $f(2; 5629, 461) = 14,000$; $p = 0,00$. Los resultados, aunque relacionados con el ritmo alfa, concuerdan con este estudio ya que la investigación indica que las niñas en etapas de mayor edad tienen un ritmo distinto de actividad espectral, y dichos cambios pueden estar relacionados con la genética, pero, sufren las influencias ambientales[19].

Con respecto al patrón del EEG normal para una población adulta, estudios de Anghinah *et al*[20], al analizar 20 individuos sin trastornos neurológicos abstuvieron entre los resultados que hubo una distribución difusa del ritmo beta en todo el cuero cabelludo, pero, en su mayor parte en las regiones posteriores, con una similitud con los datos encontrados en esta investigación.

Los resultados del presente estudio concuerdan con las investigaciones que apuntan a beta como un ritmo relacionado al planeamiento mental y también a la integración sensorio motora[21]. La actividad del ritmo beta ha aumentado la amplitud espectral en función de evento motor. Entonces, como no había estímulos visuales y motores en el momento de la captura de la actividad espectral de ambos grupos hay una pequeña asociación y / o sincronización del ritmo beta.

Como consecuencia de lo anterior, es posible decir que el análisis de la coherencia también ha contribuido a los conceptos modernos sobre como diferentes áreas trabajan juntas, por ejemplo, en tareas de integración viso-motora[14, 23, 24]. Por lo tanto, el análisis de la coherencia interhemisférica se presenta como un facilitador para entender los procesos neurofisiológicos relacionados con el periodo de maduración. Así, las pocas publicaciones antecedentes de pesquisas similares se presenta como una limitación del artículo, siendo necesarios más estudios para aclaraciones de los efectos de la maduración sobre la dinámica y desarrollo del cerebro.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos que ayudarán en la realización de la presente investigación.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuentes de financiación: El presente trabajo fue autofinanciado.

Literatura citada

1. Fonseca-Junior SJ, Dantas PMS, Fernandes-Filho J. **Antropometria, composição corporal, somatotipo e qualidades físicas básicas em escolares nos períodos pré e pós menarca.** *Arq Mov* 2009; 5(1):45-59.
2. Monte O, Longui CA, Calliari LEP. **Puberdade Precoce: dilemas no diagnóstico e tratamento.** *Arq Bras Endocrinol Metab* 2001; 45(4): 321-330.
3. Borges GA, Schwarzbach C. **Idade da Menarca em adolescentes de Marechal Cândido Rondon – PR.** *Rev Bras Cineantr Des* 2003; 5(2):15-21.
4. Linhares RV, Matta MO, Lima JRP, Dantas PMS, Costa MB, FernandesFilho J. **Efeitos da maturação na composição corporal, nos dermatóglifos, no somatótipo e nas qualidades físicas básicas de adolescentes.** *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009; 53(1): 47-54.
5. Petroski EL, Velho NM, Bem MFL. **Idade da menarca e satisfação com o peso corporal.** *Rev Bras Cineantr Des Hum* 1999; 1(1):30-6.
6. Sedenho N, Freitas JA. **Fatores que influenciam a ocorrência da menarca.** *J Bras Ginecol* 1994; 94:303-8.
7. Kanemura H, Aihara M, Aoki S, Araki T, Nakazawa S. **Development of the prefrontal lobe in infants and children: a three-dimensional magneticresonancevolumetricstudy.** *Brain Dev* 2003; 25(3):195-9.
8. Costa JC. **Aprendizagem: processo de aquisição do conhecimento.** En: Engers MEA, Morosini MC. *Pedagogia Universitária e Aprendizagem* Porto Alegre: edi PUCRS; 2007. p.117-126.
9. Shaw P, Greenstein D, Lerch J, Clasen L, Lenroot R, Gogtay N, et al. **Intellectualability and cortical development in children and adolescents.** *Nature* 2006; 440(7084):676-679.
10. Gevins A, Smith ME, McEvoy LK, Leong H, Le J. **Electroencephalographic imaging of higher brain function.** *Phil Trans R Soc Lond B Biol Sci* 1999; 354(1387):1125-1133.
11. Oliveira-Junior AV. **Estudo do comportamento do crescimento e da maturação sexual em suas relações com a estratificação social em alunos do Colégio Pedro II na cidade do Rio de Janeiro.** [Dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto de Educação Física e Desporto, Centro de Educação e Humanidades – UERJ; 1996.
12. Jasper H. **The ten-twenty electrode system of international federation.** *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1958; 10:371-375.
13. Ginter JJR, Blinowska KJ, Kaminski M, Durka PJ. **Phase and amplitude analysis in time-frequency space-application to voluntary finger movement.** *J Neurosci Methods* 2001; 110:113-124.
14. Shaw JC. **An introduction to the coherence function and its use in EEG signal analysis.** *J Med Eng Technol* 1981; 5(6):279-288.
15. Resolução 466/2012 de 12 de dezembro, Normas para a realização de pesquisa em seres humanos. (Conselho Nacional de Saúde).
16. Leuchter AF, Cook IA, Newton TF, Dunkin J, Walter DO et al. **Regional differences in brain electrical activity in dementia: use of spectral power and spectral ratio measures.** *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 87:385-393.
17. Leuchter AF, Spar JE, Walter DO, Weiner H. **Electroencephalographic spectra and coherence in the diagnosis of Alzheimer type and multi-infarct dementia.** *Arch Gen Psychiat* 1987; 44(11):993-998.
18. Ecard Rocha L, Fernandes PR, Fernandes-Filho J. **Motor Features, dermatoglyphic and EEG periods of girls in pre and pos menarche.** *SportLogia* 2013; 9(1):34-45.
19. Gomes MM, Bello H. **Maturação cerebral e eletroencefalograma.** *Rev Brasil Neurol* 2004; 40(1):5-13.
20. Anguinah R, Kanda PAM, Jorge MS, Melo ACP. **Eletroencefalograma Quantitativo e Topográfico: Estudo do Padrão Normal para uma População Adulta.** *Arq Neuropsiquiatr* 1998; 56(1):59-6.
21. Niedermeyer E, Silva F. **Eletroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields.** *Urban & Schwarzenberg* 1999: 179-195.
22. Gerloff C, Corwell B, Chen R, Hallett M, Cohen LG. **Stimulation over the human supplementary motor area interferes with the organization of future elements in complex motor sequences.** *Brain* 1997; 120:1587-1602.
23. Classen J, Gerloff C, Honda M, Hallett M. **Integrative visuomotor behavior is associated with interregionally coherent oscillations in the human brain.** *J Neurophysiol* 1998; 79 (3):1567-1573.

