

Mnemotecnias para la aplicación e interpretación del electroencefalograma de amplitud integrada en recién nacidos

César G. Sánchez-Acosta^{a,b} 

RESUMEN

La electroencefalografía (EEG) siempre ha sido considerada una materia especializada, que amerita de entrenamiento para su aplicación e interpretación; esto ha provocado que el acceso a estos estudios quedara confinado a neurólogos y neurofisiólogos. El recién nacido ingresado en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) amerita de monitorización neurológica para establecer diagnóstico y pronóstico, por lo que se necesita una herramienta sencilla y accesible para el personal de la UCIN. Estas características han sido cubiertas por el electroencefalograma de amplitud integrada (aEEG) que, a través de patrones visuales simples de la actividad cerebral, permite el abordaje de la condición neurológica. El objetivo de este ensayo se orienta al manejo de mnemotecnias que faciliten la identificación de patrones visuales normales y patológicos en el aEEG. La nomenclatura empleada, aunque puede parecer simple, pretende crear una idea fácilmente asimilable de los conceptos básicos para la aplicación e interpretación de la neuromonitorización con aEEG.

Palabras clave: electroencefalografía; interpretación de imagen asistida por computadora, métodos; neuropatología.

doi (español): <http://dx.doi.org/10.5546/aap.2024-10340>

doi (inglés): <http://dx.doi.org/10.5546/aap.2024-10340.eng>

Cómo citar: Sánchez-Acosta CG. Mnemotecnias para la aplicación e interpretación del electroencefalograma de amplitud integrada en recién nacidos. *Arch Argent Pediatr.* 2024;122(4):e202410340.

^a Neurología Pediátrica y del Recién Nacido, Departamento de Neonatología, Hospital de Ginecología y Obstetricia del Instituto Materno Infantil del Estado de México, México; ^b Colaborador de Fundación NeNe (Neurología Neonatal), España.

Correspondencia para César G. Sánchez-Acosta: sanchez_neurodoc@hotmail.com

Financiamiento: Ninguno.

Conflicto de intereses: Ninguno que declarar.

Recibido: 7-2-2024

Aceptado: 14-3-2024



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional. Atribución — Permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra. A cambio se debe reconocer y citar al autor original. No Comercial — Esta obra no puede ser utilizada con finalidades comerciales, a menos que se obtenga el permiso. Sin Obra Derivada — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no puede difundir el material modificado.

INTRODUCCIÓN

El electroencefalograma (EEG) es una prueba necesaria de abordaje en los recién nacidos (RN) con trastornos neurológicos, que permite evaluar anomalías en la actividad eléctrica cerebral. Aunque el EEG convencional (cEEG) no es invasivo, la necesidad de personal especializado para aplicar los numerosos electrodos e interpretar el trazo dificulta su uso. En la actualidad, una alternativa en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) es el electroencefalograma de amplitud integrada (aEEG). La aplicación del aEEG es un procedimiento fácil y asequible que podría llevar a cabo el personal de la UCIN después de un corto período de capacitación. El uso rutinario de aEEG permite realizar abordajes y pronósticos tempranos en múltiples patologías,¹ sin embargo, para su correcta utilización es fundamental que el personal de la UCIN sepa reconocer los distintos patrones eléctricos, ya sean normales o patológicos, para evitar errores diagnósticos.

La *mnemotecnía* se refiere al proceso de asociación mental para facilitar un recuerdo, sus componentes léxicos del griego son: *mneme* ('memoria') y *tekhne* ('técnica'). El objetivo de este ensayo se orienta al manejo de conceptos que faciliten la identificación de patrones visuales normales y patológicos de aEEG. La nomenclatura empleada, aunque puede parecer simple, pretende crear una idea fácilmente asimilable de los conceptos básicos para la aplicación e interpretación de la neuromonitorización con aEEG.²

COLOCACIÓN DE ELECTRODOS

La localización de los puntos para la colocación de electrodos está regida por el sistema internacional 10-20, el cual depende de varios puntos craneométricos, por lo que se requiere tener un entrenamiento para poder utilizar este sistema.³

La monitorización cerebral con aEEG se puede llevar a cabo con electrodos de hidrogel, copa de oro o aguja. La mayoría de los dispositivos pueden usar uno o dos canales, aunque también existen con montaje completo. El montaje original elegido por Maynard en los años 60 fue de un canal en la región parietal (P3 izquierdo-P4 derecho). Esta localización evitaba artefactos por manipulación y se encontraba sobre las regiones cerebrales vasculares limítrofes, que son altamente susceptibles a daño por hipoperfusión sistémica. La desventaja de usar un canal es

que no permite diferenciación de alteraciones interhemisféricas. La colocación de un montaje de 2 canales (C3-P3 y C4-P4) se puede utilizar en diferentes escenarios clínicos para observar asimetrías interhemisféricas y aumentar la sensibilidad diagnóstica del dispositivo, por ejemplo, en el infarto cerebral arterial neonatal.⁴ Las derivaciones frontales se usan con menos frecuencia, debido a la ausencia relativa de actividad eléctrica en regiones frontopolares.⁵

Regla de 3

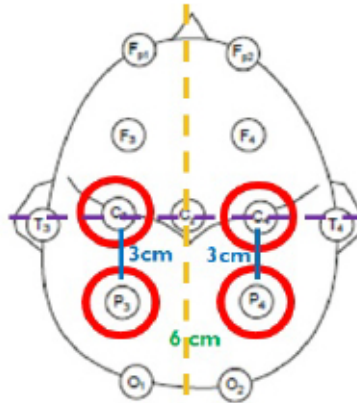
El objetivo de este método es colocar los electrodos sin necesidad de tener un adiestramiento especial. Se emplea el juego de palabras "regla de 3" debido a que, después de localizar el punto central, se miden 3 cm a la izquierda y la derecha, finalmente 3 cm hacia atrás de cada lado, generando una distancia interhemisférica de 6 cm e intrahemisférica de 3 cm.⁶ El paso inicial es trazar 2 líneas imaginarias, una sobre la línea media y otra sobre la mitad de los pabellones auriculares; donde se cruzan estas líneas es el vértex (Cz), a partir de este punto aplicamos la "regla de 3", midiendo 3 cm a la izquierda, donde se encontrará C3, y 3 cm a la derecha se ubicará C4. Finalmente, se medirán 3 cm hacia atrás de C3 y C4, donde se localizarán P3 y P4 respectivamente (*Figura 1*). La "regla de 3" puede aplicarse en prematuros tardíos y en RN de término.

Una variante de este método es utilizar los globos oculares como guía, trazando 2 líneas imaginarias a la mitad de estos y posteriormente la línea a la mitad de ambos pabellones auriculares; donde estas líneas se crucen, se localizarán los puntos C3 (izquierdo) y C4 (derecho). Luego, se miden 3 cm hacia atrás de los puntos centrales para poder encontrar P3 y P4 (*Figura 2*). Esta opción es preferible en RN prematuros o niños con microcefalia.

ORIGEN DEL TRAZADO DE aEEG

El EEG registra la diferencia de potencial eléctrico entre dos electrodos colocados en el cuero cabelludo. Esta señal refleja el flujo de corriente entre diferentes regiones de la corteza, contiene valores de voltaje positivos y negativos, que fluctúan con el tiempo. La señal del EEG crudo se amplifica y se filtra estrechamente para atenuar la actividad eléctrica de menos de 2 Hz y más de 15 Hz, minimizando los artefactos (sudoración, actividad muscular e interferencia eléctrica ambiental). Posteriormente,

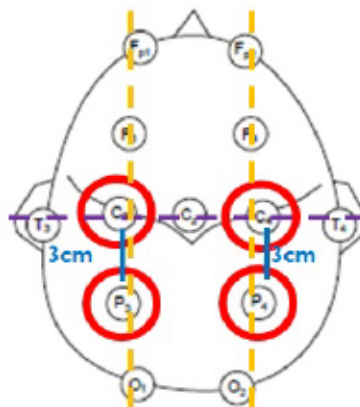
FIGURA 1. Regla de tres



Se trazan 2 líneas imaginarias, una sobre la línea media (amarilla) y otra sobre la mitad de los pabellones auriculares (púrpura); donde se cruzan estas líneas es el punto central o vértex (Cz). A partir de este punto, aplicamos la "regla de 3", midiendo 3 cm a la izquierda, donde se encontrará C3, y 3 cm a la derecha se localizará C4. Finalmente, se medirán 3 cm hacia atrás de C3 y C4, donde se ubicarán P3 y P4 respectivamente.

Fuente: Archivo personal César G. Sánchez-Acosta.

FIGURA 2. Regla de tres



Se trazan 2 líneas imaginarias a la mitad de los globos oculares (líneas amarillas) y, posteriormente, una línea a la mitad de ambos pabellones auriculares (púrpura); donde estas líneas se crucen, se localizarán los puntos C3 (izquierdo) y C4 (derecho). Luego, se miden 3 cm hacia atrás de los puntos centrales para poder encontrar P3 y P4.

Fuente: Archivo personal César G. Sánchez-Acosta.

la señal se rectifica (los voltajes negativos se convierten en positivos) y las amplitudes pico a pico se miden en microvoltios (μV) pico a pico (μV p-p). El resultado final se traza en una escala semilogarítmica (lineal de 0 μV a 10 μV p-p, y logarítmica de 10 μV a 100 μV p-p), para destacar la actividad de menor voltaje. El trazado del aEEG se visualiza en una escala de tiempo muy comprimida, a una velocidad de 6 cm/h; esto permite la obtención de patrones visuales fácilmente reconocibles.³

PATRONES DE FONDO DE aEEG

En la *Tabla 1* se mencionan las edades de aparición y los valores de amplitud mínima y máxima de los diferentes patrones de fondo.

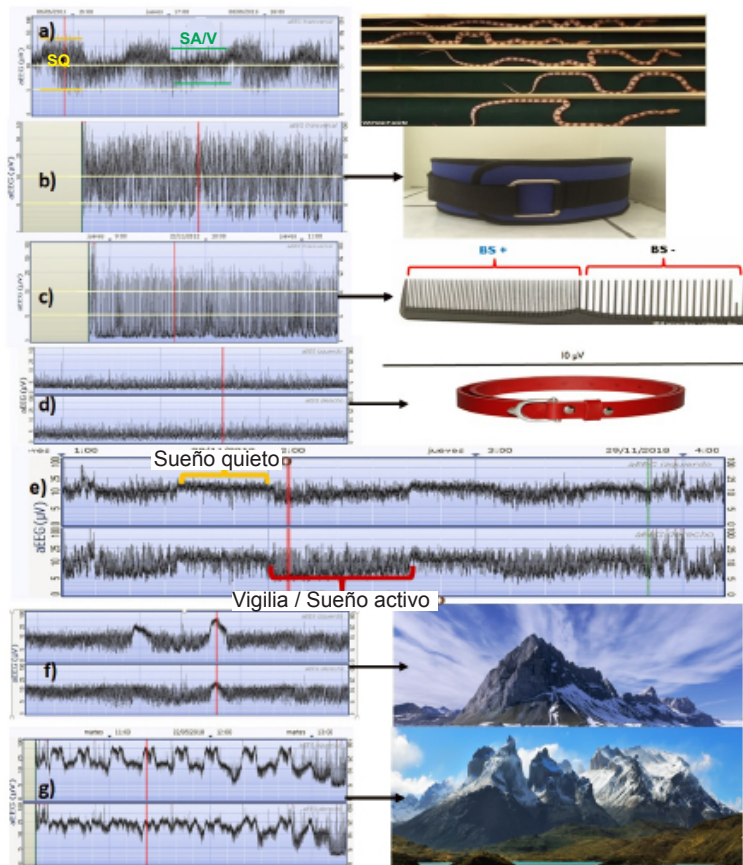
Patrón continuo (C): Se observa como una "serpiente", donde el ancho de banda más amplio representa el sueño quieto (SQ) y el ancho de banda más estrecho corresponde al sueño activo/vigilia (SAV) (*Figura 3-a*).⁸

Patrón discontinuo (D): Se encuentra como un "cinturón ancho" o una "faja". Es normal en el RN prematuro menor de 31 semanas de gestación

TABLA 1. Clasificación del patrón de fondo de aEEG (adaptado de Magalhães LVDS)⁶

Patrón	Amplitud mínima	Amplitud máxima	Interpretación
Discontinuo	<5 μ V	>10 μ V	Normal hasta las 31 SDG
Continuo	>5 μ V	>10 μ V	Normal
Brote supresión	0-2 μ V	>25 μ V	Anormal
Bajo voltaje	<5 μ V	<10 μ V	Anormal
Plano	0 μ V	<5 μ V	Anormal

aEEG: electroencefalograma de amplitud integrada; SDG: semanas de gestación.

FIGURA 3. Mnemotecnias para interpretar el patrón de fondo de aEEG

a) C = serpiente, ancho de banda más amplio SQ y ancho de banda más estrecho SA/V. b) D = cinturón ancho o faja. c) BS = peine. d) BV = cinturón muy delgado. e) Patrón continuo después de las 39 SDG. f) CE = montaña. g) EE = cordillera. aEEG: electroencefalograma de amplitud integrada; C: continuo; SQ: sueño quieto; SA/V: sueño activo/vigilia; D: discontinuo; BS: brote supresión; BV: bajo voltaje; SDG: semanas de gestación; CE: crisis epilépticas; EE: estado epiléptico. Fuente: Archivo personal César G. Sánchez-Acosta.

(SDG) (Figura 3-b).⁸

Brote supresión (BS): Se asemeja a un “peine” con una línea basal entre 0 μ V y 2 μ V y brotes que llegan a 25 μ V. En caso de tener más de 100 brotes/h se clasifica como BS+ y, si tiene menos de 100 brotes/h, BS-. Este es el patrón anormal más frecuente (Figura 3-c).⁸

Bajo voltaje (BV): La mnemotecnica corresponde a un “cinturón muy delgado” con

amplitud máxima 10 μ V (Figura 3-d).⁸

Patrón continuo después de las 39 SDG: Luego de las 39 SDG, hay una inversión en la amplitud mínima y máxima del SQ y SA/V. El SQ tiene una amplitud más alta que el SA/V y no se observa diferencia entre el ancho de banda de estas dos fases (Figura 3-e).⁹

Crisis epilépticas (CE): El incremento de la amplitud mínima y máxima durante la descarga

eléctrica hipersincrónica de un grupo de neuronas produce una imagen semejante a una “montaña”. El estado epiléptico (EE) remeda una “cordillera”, actividad epiléptica con duración ≥ 30 minutos (Figuras 3-f y 3-g). Se debe confirmar la actividad epiléptica en el EEG crudo.^{8,10}

aEEG DURANTE EL USO DE ANTIEPILÉPTICOS, SEDANTES Y ANESTÉSICOS

El uso de sedantes es frecuente en el RN críticamente enfermo y los antiepilépticos son esenciales para el manejo de la mayoría de las causas de la encefalopatía neonatal (EN); por este motivo, la interpretación del aEEG durante el uso de estos fármacos es preponderante. En estos casos, la interpretación del aEEG se puede equiparar a una “escalera”, ya que algunos fármacos modifican el patrón de fondo basal y pueden “bajar peldaños” (C->D, D->BS, BS->BV, BV->Plano)¹¹.

Antiepilépticos

El fenobarbital (PB) es el fármaco antiepiléptico más utilizado para el control de las crisis epilépticas. Su uso modifica el patrón de fondo y, normalmente, hay disminución de “un peldaño” en la “escalera de patrones”. Otros

antiepilépticos (fenitoína o levetiracetam) no suelen modificar el patrón de fondo.¹²

Sedantes

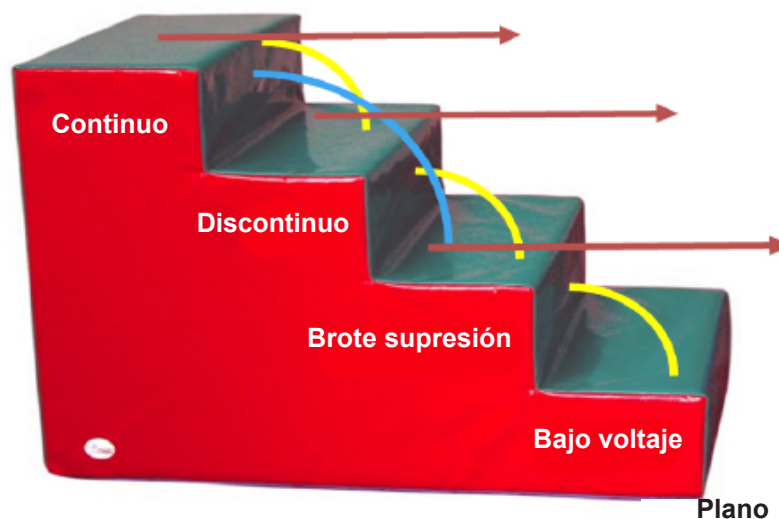
El uso de opioides como sedantes suele modificar discretamente el patrón de fondo y muestra declive de un peldaño, excepto si el RN tiene una condición de gravedad o EN; en este escenario, la caída puede ser de dos peldaños (aun en dosis estándar). La premedicación con morfina para intubación en RN prematuros, provocó disminución de la ciclicidad y patrón discontinuo en las primeras 24 horas posdosis.¹³ El midazolam (MDZ) en infusión continua altera el patrón de fondo. En el RN con EN por asfixia perinatal, puede presentar decrementos de un peldaño (dosis 0,15 mg/k/h).¹⁴ Nosotros hemos observado que la caída en los peldaños depende de la dosis empleada: a dosis más elevadas, más alteración del patrón de fondo.

Anestésicos

Estos fármacos (sevoflurano, isoflurano) suelen provocar un descenso de dos peldaños en la escalera patrones¹⁵.

Los escenarios posibles se resumen en la Figura 4.

FIGURA 4. Escalera de patrones y el efecto de diversos fármacos



Línea marrón: efecto de antiepilépticos como fenitoína o levetiracetam.

Línea amarilla: efecto de PB, opioides, MDZ a dosis habituales.

Línea azul: efecto de anestésicos, opioides en RN críticamente enfermos o con EN y MDZ a dosis altas.

PB: fenobarbital; MDZ: midazolam; RN: recién nacido; EN: encefalopatía neonatal.

Fuente: Archivo personal César G. Sánchez-Acosta.

CONCLUSIÓN

El aEEG es una técnica de neuromonitorización asequible y simple que ha hecho amigable y accesible el EEG al personal de salud involucrado en el cuidado del RN; se ha vuelto un “puente” entre neurólogos y neonatólogos. El uso de mnemotecnias facilita la interpretación y el correcto uso de esta técnica de monitorización cerebral. ■

REFERENCIAS

- Kadivar M, Mosayebi Z, Badoo RS, Sangesari R, et al. Evaluation of the efficacy of amplitude-integrated electroencephalography in the screening of newborns with metabolic disorder admitted to the NICU. *BMC Med Imaging*. 2018;18(1):33.
- Boleaga Durán B. Nemotecnia en neuroimagen. Aplicaciones clínicas. *An Radiol Méx*. 2003;2(4):195-203.
- El-Dib M, Chang T, Tsuchida TN, Clancy RR. Amplitude-integrated electroencephalography in neonates. *Pediatr Neurol*. 2009;41(5):315-26.
- Arnaez J, Sanchez-Acosta CG, Fasce J, Garcia-Alix A. Usefulness of two-channel amplitude-integrated EEG recording in a neonatal setting. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2021;34(14):2248-58.
- Ebersole JS, Husain AM, Nordli Jr DR, (eds). Current practice of clinical electroencephalography. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2014.
- Hellström-Westas L, de Vries LS, Rosen I. Atlas of Amplitude. Integrated EEGs in the Newborn. 2nd ed. London: CRC Press; 2008.
- Magalhães LVDS, Winckler MIB, Bragatti JA, Procianny R, Silveira RCS. The Role of Amplitude Integrated Electroencephalogram in Very Low-Birth-Weight Preterm Infants: A Literature Review. *Neuropediatrics*. 2017;48(6):413-9.
- Hellstrom-Westas L, Rosén I, de Vries LS, Greisen G. Amplitude-integrated EEG classification and interpretation in preterm and term infants. *Neoreviews*. 2006;7(2):e76-87.
- Zhang D, Liu Y, Hou X, Zhou C, et al. Reference values for amplitude-integrated EEGs in infants from preterm to 3.5 months of age. *Pediatrics*. 2011;127(5):e1280-7.
- Grupo de Trabajo Hipotermia Terapéutica, Comité de Estudios Feto-Neonatales (CEFEN). Recomendación para el tratamiento con hipotermia en recién nacidos con encefalopatía hipóxico-isquémica. *Arch Argent Pediatr*. 2017;115(3):s38-52.
- Bernet V, Latal B, Natalucci G, Doell C, et al. Effect of sedation and analgesia on postoperative amplitude-integrated EEG in newborn cardiac patients. *Pediatr Res*. 2010;67(6):650-5.
- Mathieson SR, Livingstone V, Low E, Pressler R, et al. Phenobarbital reduces EEG amplitude and propagation of neonatal seizures but does not alter performance of automated seizure detection. *Clin Neurophysiol*. 2016;127(10):3343-50.
- Norman E, Wikström S, Rosén I, Fellman V, Hellström-Westas L. Premedication for intubation with morphine causes prolonged depression of electrocortical background activity in preterm infants. *Pediatr Res*. 2013;73(1):87-94.
- van Leuven K, Groenendaal F, Toet MC, Schobben AF, et al. Midazolam and amplitude-integrated EEG in asphyxiated full-term neonates. *Acta Paediatr*. 2004;93(9):1221-7.
- Stolwijk LJ, Weeke LC, de Vries LS, van Herwaarden MYA, et al. Effect of general anesthesia on neonatal aEEG-A cohort study of patients with non-cardiac congenital anomalies. *PLoS One*. 2017;12(8):e0183581.