

# Los artefactos del electroencefalograma pueden influir en la clasificación del EEG de amplitud integrada: análisis cualitativo en la encefalopatía neonatal

Cornelia Franziska Hagmann, MD<sup>a</sup>, Nicola Jayne Robertson, PhD, FRCPC<sup>a</sup>, y Denis Azzopardi, MD, FRCPC<sup>b</sup>

El electroencefalograma de amplitud integrada (EEGa) proporciona un registro continuo de la tendencia *on line* de la actividad cerebral a la cabecera del paciente y se utiliza con una frecuencia creciente en la unidad de cuidados intensivos neonatales<sup>1</sup>. Los estudios EEGa se han efectuado en lactantes a término con encefalopatía neonatal (EN) y es posible la predicción del resultado del neurodesarrollo a las 3-6 horas después del nacimiento<sup>2-4</sup>. De hecho, en la actualidad el EEGa se utiliza como instrumento de cribado con el objetivo de seleccionar a lactantes para ensayos aleatorizados, controlados sobre hipotermia leve<sup>4,5</sup>.

El EEGa se deriva de los datos brutos, amplificados y pasados por un filtro de banda asimétrica, del EEG subyacente, con el objetivo de reducir a un mínimo los artefactos de la sudación, actividad muscular, electrocardiograma (ECG) y otras interferencias eléctricas. Con los EEGa de primera generación (CFM, Lectromed, Herts, Reino Unido) no podía inspeccionarse el EEG bruto subyacente. Las nuevas pantallas digitales muestran y registran simultáneamente el EEG y el EEGa (BRM 2 Brain Monitor, Brainz Instruments Ltd., Nueva Zelanda y Olympic CFM 6000, Olympic Medical Corporation, EE.UU.). En tiempo real y retrospectivamente puede efectuarse una inspección directa del EEG bruto subyacente y la comparación con el EEGa. A medida que aumenta la experiencia con estas nuevas pantallas digitales, se comprende que este medio dual es decisivo para la interpretación correcta de los EEGa. En particular, nosotros y otros investigadores hemos reconocido que los artefactos EEG acontecen con frecuencia a pesar del proceso de filtración y pueden influir significativamente en el registro del EEGa.

## INFORME DEL CASO

La futura madre se presentó en el hospital en el segundo estadio del trabajo de parto. El feto estaba en posición de nalgas y en el momento del ingreso era visible una nalga. El lactante fue dado a luz instrumentalmente con dificultades y se le asignaron puntuaciones de Apgar de 0 y 1 a los 5 y 10 minutos, respectivamente. Los valores de los gases en sangre del cordón fueron pH 6,8, pCO<sub>2</sub> 14,5 kPa, déficit de bases -16,5. El lactante requirió intubación, compresiones torácicas, adrenalina y bicarbonato y un bolo de suero fisiológico. A los 13 minutos de edad se detectó la frecuencia cardíaca y a los 19 minutos se observó una frecuencia cardíaca > 100/minuto con boqueadas ocasionales. El lactante fue trasladado ventilado a la unidad de cuidados intensivos neonatales y se puso de relieve que presentaba una encefalopatía. A las 3 horas de edad se inició el registro EEGa para valorar si el lactante cumplía los criterios de inclusión para el ensayo Total Body Hypothermia (ensayo TOBY). El registro inicial (los 30 primeros minutos) mostró un margen inferior y superior dentro de límites normales (ambos > 5-10  $\mu$ voltios) sin actividad convulsiva detectable (fig. 1), a pesar de un examen neurológico notablemente anómalo (flácido, comatoso, ausencia de reflejos y ausencia de movimientos espontáneos). Al inspeccionar el EEG bruto, se observó un artefacto regular, rítmico (fig. 1A). Los electrodos se reposicionaron más cerca del vértice, lo que dio lugar a una desviación hacia abajo del registro basal (fig. 1B). A pesar de esta maniobra, siguieron observándose artefactos en el EEG bruto subyacente. El lactante no hacía ningún movimiento espontáneo evidente. Los artefactos se interpretaron como debidos a una interferencia eléctrica o a la actividad muscular. Después de la administración de un relajante muscular, pancuronio, los artefactos rítmicos regulares desaparecieron en el trazado EEG bruto y la actividad de fondo del EEGa se suprimió con un voltaje de fondo tanto del margen superior como del inferior < 5  $\mu$ voltios (fig. 1C). En este punto el trazado del EEGa cumplió por completo los criterios de inclusión en el ensayo TOBY. A las 48 horas de edad el lactante desarrolló el estadio II de Sarnat con actividad convulsiva clínica y electroencefalográfica.

## DISCUSIÓN

El caso descrito en el presente informe demuestra claramente que los artefactos pueden dar lugar a una clasificación errónea del trazado EEGa. Para evaluar la incidencia de artefactos en el EEG bruto subyacente de canal simple y cómo pueden influir en la clasificación EEGa, seleccionamos aleatoriamente 200 horas de registros EEGa a partir de una muestra representativa de 20 lactantes con EN, y retrospectivamente inspecciona-

<sup>a</sup>Centre of Perinatal Brain Research, Institute of Women's Health, University College London, Londres; <sup>b</sup>Department of Paediatrics, Hammersmith Campus, Imperial College London, Londres, Gran Bretaña.

Correspondencia: Dr. Nicola J. Robertson, PhD, FRCPC<sup>a</sup>, University College London, Department of Obstetrics and Gynaecology, 86-96 Chenies Mews, Londres WC1E6HX, Gran Bretaña.

Correo electrónico: n.robertson@ucl.ac.uk

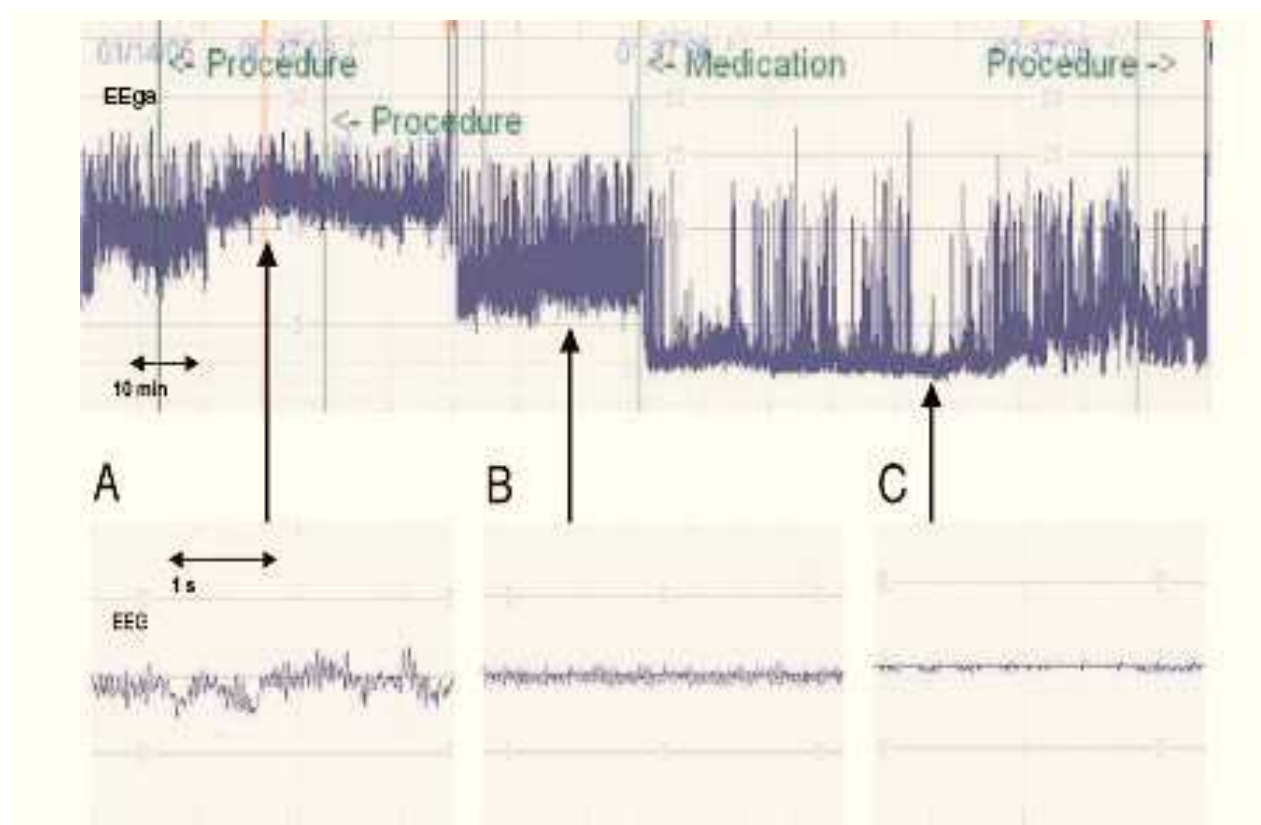


Fig. 1. Registro EEGa (impedancia normal) y EEG bruto subyacente de un canal de un lactante con encefalopatía de grado II de Sarnat a ~3 horas de edad. Las flechas definen los puntos en los que se inspeccionó cada EEG bruto subyacente. A. Se observan artefactos de alta frecuencia en el EEG bruto. El registro basal del EEGa está desviado hacia arriba  $> 5$   $\mu$ voltios. B. Los electrodos se desplazaron más cerca del vértice. El EEG bruto subyacente continúa mostrando artefactos de menor amplitud y se observa una ligera desviación hacia abajo del registro basal del EEGa. C. Tras la administración de pancuronio (marcador de la medicación), el EEG bruto subyacente demostró un menor número de artefactos y se interrumpió. La actividad de fondo del EEGa se clasificó en este momento como gravemente anómala. EEG: electroencefalograma; EEGa: electroencefalograma de amplitud integrada.

mos el EEG bruto subyacente de canal simple. Observamos que los artefactos se produjeron en el 12% de las muestras de tiempo de registro (fig. 2); el 55% de artefactos derivaban de la interferencia eléctrica y el 45% de la interferencia del movimiento y ambos podían influir en el voltaje y la amplitud de la banda del EEGa.

Las clasificaciones usadas en la actualidad del EEGa<sup>2,4</sup> se basan en el voltaje de la banda y la actividad de fondo del EEGa, por lo que los artefactos pueden dar lugar a una clasificación errónea. Esto reviste especial importancia si el EEGa se usa como instrumento de selección de los estudios intervencionistas sobre neuroprotección como, por ejemplo, la elevación del voltaje de la banda de actividad desde la basal  $< 5$  a  $> 5$   $\mu$ voltios que puede sugerir un pronóstico más favorable y dar lugar a la exclusión del ensayo. La posibilidad de inspeccionar el EEG bruto en los nuevos sistemas de EEGa digitales facilita la detección de artefactos y mejora la precisión de la interpretación del EEGa. Sin embargo, aunque pueden reconocerse fácilmente algunos artefactos, por ejemplo el artefacto regular causado por la interferencia del ECG, en muchos casos el reconocimiento de un artefacto subyacente requiere la capacidad de interpretar el EEG. En la actualidad, suscita discusión cómo favorecer la moni-

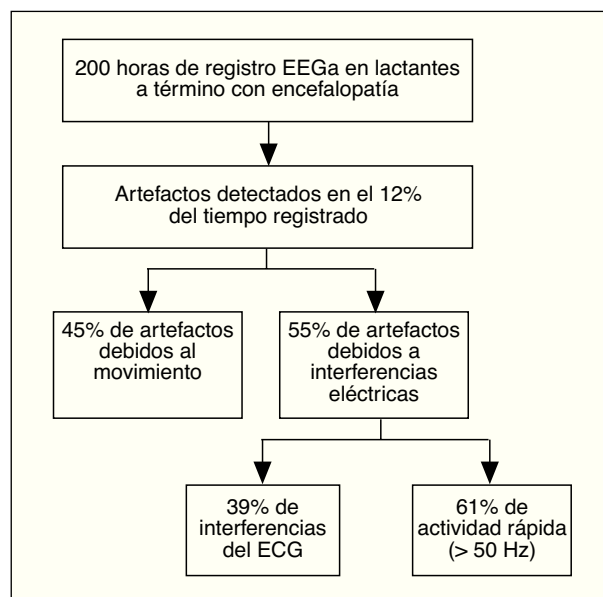


Fig. 2. Frecuencia de artefactos observados durante 200 horas de registro del aEEG. El ECG demuestra la electrocardiografía.

zación cerebral mediante el EEGa en la práctica clínica, y acaba de celebrarse la primera conferencia internacional sobre monitorización cerebral neonatal con el EEGa ([www.cme.hsc.usf.edu/coph/brn](http://www.cme.hsc.usf.edu/coph/brn)). Las compañías que comercializan los MFC de nueva generación suelen proporcionar material de formación, referencias bibliográficas y breves cursos de formación. No obstante, si la intención es efectuar una monitorización a largo plazo durante el tratamiento en la unidad de cuidados intensivos e identificar las convulsiones se requiere una formación y supervisión más detallada por parte de personal experto.

Es esencial examinar el EEG bruto subyacente en busca de artefactos al comienzo de un registro o cuando se produzca un cambio súbito del aspecto del trazado. El personal experto debe revisar el EEGa y el EEG si el primero se usa para dirigir el tratamiento clínico y como instrumento de selección de los estudios sobre neuroprotección.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. De Vries LS, Hellstrom-Westas L. Role of cerebral function monitoring in the newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2005;90:F201-F7.
2. Hellstrom-Westas L, Rosen I, Svenningsen NW. Predictive value of early continuous amplitude integrated EEG recordings on outcome after severe birth asphyxia in full term infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1995;72:F34-8.
3. Toet MC, Hellstrom-Westas L, Groenendaal F, Eken P, De Vries LS. Amplitude integrated EEG 3 and 6 hours after birth in full term neonates with hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1999;81:F19-23.
4. Al Naqeeb N, Edwards AD, Cowan FM, Azzopardi D. Assessment of neonatal encephalopathy by amplitude-integrated electroencephalography. *Pediatrics.* 1999;103:1263-71.
5. Gluckman PD, Wyatt JS, Azzopardi D, et al. Selective head cooling with mild systemic hypothermia after neonatal encephalopathy: multicentre randomised trial. *Lancet.* 2005; 365:663-70.