El electroencefalograma como herramienta pronóstica postparo: ¿qué tanto podemos afirmar?

Electroencephalogram as a pronostic tool after cardiac arrest: how much we can affirm?

Ana Laura Vives Rodríguez¹ - Roberto Vargas Howell²

Resumen

Se presenta una revisión sobre los aspectos técnicos y clínicos de la electroencefalografía, en el contexto de pacientes en estado post paro cardiorrespiratorio, quienes han recibido resuscitación cardiopulmonar y se encuentran en encefalopatía hipóxica residual, como herramienta para la determinación del pronóstico funcional de estos pacientes.

Palabras clave: electroencefalografía, paro cardiorrespiratorio, encefalopatía hipóxica

Abstract

A clinical and technical review of the main aspects of electroencephalography is here presented, in order to determinate its major role in the functional prognosis of patients with hypoxic encephalopathy after cardiac arrest and resuscitation maneuvers.

Key words: electroencephalography, cardiac arrest, hypoxic encephalopathy

1. Médico Residente de Neurología, Hospital Dr. Rafael Angel Calderón Guardia, Caja Costarricense del Seguro Social.

2. Médico Asistente Especialista en Neurología. Epileptólogo. Sección de Neurociencias. Servicio de Neurología. Hospital Dr. Rafael Angel Calderón Guardia. Caja Costarricense del Seguro Social.

Correspondencia: anavivesr@gmail.com

Introducción

La implementación cada vez más oportuna y organizada de las técnicas de soporte cardiaco básico y avanzado, ha provocado que el médico hospitalario con más frecuencia deba abordar pacientes en estado post resucitación de paro cardiorrespiratorio. La pregunta inmediata del clínico al enfrentarse con un paciente en estado postparo es qué tan indemne se encuentra su funcionalidad neurológica. Frecuentemente el médico tratante solicita asistencia al neurólogo para la determinación pronóstica en estos casos. La valoración del

neurólogo implica una gran responsabilidad y requiere de la evaluación conjunta de datos clínicos y estudios complementarios, pues su conclusión influirá en gran medida en el abordaje posterior del paciente y en la información que se le brinde a su familia.

El electroencefalograma (EEG) es el estudio complementario con mayor disponibilidad en el entorno hospitalario para la evaluación de la condición de pacientes en estado post paro, con encefalopatía residual hipóxica. Es frecuentemente solicitado tanto por neurólogos como por otros clínicos en general, para ayudar a definir estos pacientes.

El objetivo de esta revisión es determinar qué tanta ayuda puede proveer el EEG y qué tantas afirmaciones pronósticas se pueden hacer a partir de este estudio.

Aspectos técnicos del estudio electroencefalográfico en la encefalopatía hipóxica

Los requisitos técnicos mínimos para la valoración de un estudio electroencefalográfico para encefalopatía hipóxica y sospecha de inactividad cerebral se rigen de acuerdo con las guías de la Academia Estadounidense de Neurología (AAN por sus siglas en inglés) para diagnóstico de muerte cerebral¹:

- Tener un mínimo de 8 electrodos de superficie
 - La impedancia interelectrodo debe ser entre 100-10,000 ohm
 - La integridad de todo el sistema de registro debe evaluarse previamente
 - La distancia entre electrodos debe ser de al menos 10 cm
 - La sensibilidad debe aumentarse al menos a 2 microvoltios por 30 minutos
 - El filtro de alta frecuencia no debe ser menor a 30 Hz y el filtro de baja frecuencia no debe ser mayor a 1 Hz

Tiempo óptimo para realizar el estudio

La literatura es poco específica para determinar el momento óptimo para realizar una valoración neurológica clínica en un paciente postparo cardiorrespiratorio. Booth et al en 2004, mediante un metaanálisis de 11 estudios y más de 2000 pacientes analizados, lograron determinar un valor predictivo pronóstico óptimo al realizar la primera evaluación a las 24 horas post paro. Cabe recalcar que su estudio se concentró en hallazgos clínicos y no en hallazgos neurofisiológicos.²

Las guías publicadas por la AAN en 2006 para la predicción post paro cardiorrespirato-

rio, establecen que la utilidad pronóstica de los parámetros clínicos se da entre las 24 y 72 horas³. No se determina un tiempo óptimo para la realización de un EEG pues hay mucha heterogeneidad entre los estudios. El tiempo recomendado para otros estudios neurofisiológicos, como los potenciales evocados somatosensoriales, también se establece entre las 24 a 72 horas.

La AAN no indica un momento específico para realizar la primera evaluación en caso de existir una clínica de muerte cerebral, solo señala que debe pasar un periodo de tiempo significativo para excluir una posible recuperación¹.

Tampoco existe evidencia clara para afirmar cuándo es el mejor momento para la realización de un estudio electroencefalográfico en hipoxia. Sin embargo puede ser prudente no realizar estos estudios muy temprano (primeras horas) en la evolución del paciente post paro, excepto que haya sospecha de un status epiléptico no convulsivo, donde el EEG sería urgente para su oportuno diagnóstico y tratamiento.

Valor pronóstico de los hallazgos electroencefalográficos

Hockaday, en 1965, fue el primero en proponer una escala predictiva pronóstica, basada en hallazgos electroencefalográficos, para los pacientes en coma posterior a un paro cardiorrespiratorio⁴. Éste demostró una confiabilidad de 80% en sus hallazgos. En 1987 Scollo-Lavizzari y Bazzetti⁵, modificaron la escala ligeramente y demostraron su valor predictivo en 408 casos reportados en la literatura (ver Tabla 1).

Tabla 1. Escala de Hockaday Modificada⁵ para la clasificación de EEG en pacientes post paro cardiorrespiratorio en estado de coma

Grado I	Actividad dominante normal alfa Actividad dominante normal alfa con actividades theta-delta
Grado II	Actividad theta-delta dominante con actividad alfa detectable
Grado III	Actividad theta-delta sin actividad alfa
Grado IV	Actividad delta, bajo voltaje Actividad alfa-coma Fenómenos periódicos generalizados con voltaje muy bajo de fondo
Grado V	EEG muy aplanado a isoelectrico (<10-20 mV)

Según la escala modificada, los pacientes con hallazgos de EEG correspondientes al Grado I tienen muy buen pronóstico de recuperar de la función neurológica íntegra, con un 79% de recuperación sin secuelas. Los pacientes con Grado II y III presentan un pronóstico incierto o no definitivo (recuperación sin déficit neurológico de un 51% en el Grado II y 26% en el Grado III), pero una mejoría en electroencefalogramas posteriores pueden modificar el pronóstico final. Los pacientes con Grado IV y V tienen muy mal pronóstico; de 200 casos analizados, ninguno presentó mejoría completa. El 98% de los pacientes en Grado IV y el 100% de los pacientes en Grado V fallecieron. Un estudio posterior realizado por Yamashita en 1995, reprodujo los hallazgos de esta escala con una población más pequeña de 79 pacientes⁶.

En 1988, Synek publicó una modificación a la escala de Hockaday para agregar otros patrones electroencefalográficos que ocasionalmente se observan en coma, así como para incluir la reactividad a estímulos externos.^{7,8} La escala separa los mismos grados descritos por Hockaday en patrones benignos, patrones indeterminados y patrones malignos (Ver Tabla 2). Posteriormente valoró la escala en 63 pacientes en coma post anóxico y en 104 pacientes con trauma craneoencefálico. Según sus hallazgos en esta población, esta escala presentó una confiabilidad pronóstica del 98.4% en encefalopatía hipóxica a las 24-36 horas después del paro cardiorrespiratorio. Otros estudios han utilizado esta escala con una confiabilidad pronóstica de 80-90%. En el estudio prospectivo realizado por Young et al en el 2005⁷, los ritmos theta y delta presentaron mejor pronóstico, aunque aún con una mortalidad significativa del 27%, mientras que la actividad brote-supresión, coma alfa y supresión representaron el peor pronóstico, con una mortalidad en conjunto de 94%.⁹

Tabla 2. Escala de Synek⁷

Benignos	Indeterminado	Malignos
Grado I	Grado II	Grado III:
Grado II Reactivo	No reactivo	Delta de baja amplitud
FIRDA	Grado III	Grado IV:
	Delta difuso	Brote supresión
		Descargas epileptiformes
		Coma alfa
		Coma theta
		Grado V

Los grados se refieren a los descritos en la escala de Hockaday modificada. Las demás son actividades electroencefalográficas determinadas en las revisiones de los estudios en pacientes post paro cardiorrespiratorio.

Las guías de la AAN del 2006 analizaron la utilidad pronóstica tanto de elementos clínicos, de laboratorio y gabinete en estos pacientes.³ Para la valoración de la utilidad diagnóstica del EEG se tomaron en cuenta 11 estudios, 9 de estos con evidencia clase III. Se criticó en gran medida la heterogeneidad de los estudios en cuanto a escalas e intervalos de abordaje, lo cual no permitió sacar conclusiones de peso. No obstante, sí hubo patrones que en concenso, en todos los estudios coincidieron como malignos, tal es el caso de la supresión generalizada de voltaje, menor a 20 microvoltios; el patrón brote-supresión y los patrones periódicos en un fondo plano. Todos los anteriores se asociaron de manera fuerte con un mal pronóstico funcional, pero con una tasa de falso positivo de un 3%. Las guías recomendaron apoyarse más en datos clínicos y otros estudios de laboratorio y gabinete, como los potenciales somatosensoriales evocados y la enolasa sérica específica neuronal. El problema es que estas pruebas no están disponibles en todos los centros hospitalarios.

Los estudios pronósticos en la última década se han concentrado en crear estrategias multimodales donde la clínica, el electroencefalograma, los potenciales somatosensoriales y en ocasiones, hallazgos séricos e imagenológicos, sean evaluados en conjunto con complejos sistemas de puntuación, para así poder determinar un pronóstico más fiable.^{10,11} La dificultad en la aplicación de estos sistemas de puntaje ha hecho que esta metodología no sea práctica y por tanto, poco extendida.

Consideraciones en hipotermia terapéutica

A partir del 2010, la Asociación Estadounidense del Corazón (AHA por sus siglas en inglés) introduce en sus guías de manejo del

paro cardiorrespiratorio la hipotermia terapéutica. Esta medida demuestra en múltiples estudios una mejoría en la supervivencia de más de un 25% y una mejoría significativa en la recuperación neurológica del paciente.¹² Esta nueva intervención conlleva la necesidad de reevaluar, en este contexto, los valores predictivos tanto clínicos como neurofisiológicos preexistentes.

En el mismo año, Rossetti et al¹³, evaluaron los parámetros pronósticos, previamente validados por la AAN, en 111 pacientes que habían sido sometidos a hipotermia terapéutica postparo. Posterior a alcanzar una temperatura >35°C y estar libres de sedación y relajación muscular, los pacientes fueron valorados por un neurólogo en 2 ocasiones, entre las 36-72 horas posterior al paro. Además se realizó al menos un EEG con estimulación nociceptiva y auditiva para valorar reactividad. Los resultados mostraron que en esta población de pacientes, los hallazgos clínicos aislados fueron menos confiables que lo previamente establecido (excluyendo la ausencia de reflejos craneales y la aparición de mioclonus temprano).

La supresión generalizada difusa en el EEG, el patrón brote-supresión con actividad epileptiforme generalizada y los complejos periódicos generalizados, se relacionaron significativamente con peor pronóstico funcional a los 2 meses. La ausencia de reactividad del EEG fue el único predictor pronóstico fuerte electroencefalográfico de mortalidad intrahospitalaria. La ausencia de potenciales evocados somatosensoriales bilateralmente fue el predictor de mortalidad más específico, de acuerdo con lo documentado previamente. Los autores sugirieron precaución a la hora de aplicar las guías previas en este grupo de pacientes, especialmente los elementos clínicos.

Siempre en 2010, Rossetti publicó además un estudio que evaluaba la utilidad pronósti-

ca de la monitorización continua electroencefalográfica durante el periodo de hipotermia. Se realizó un video-EEG desde que se iniciaba la hipotermia hasta al menos 6 horas posterior al recalentamiento. Se evaluó la reactividad mediante estímulos nociceptivos y auditivos, durante y posterior al estudio. En los resultados finales, se valoraron 34 casos, y nuevamente la ausencia de reactividad en el EEG durante la hipotermia fue fuertemente predictivo de mal pronóstico. La reactividad no fue afectada por la sedación o la hipotermia, pues se mantuvo consistente en ambas fases, hipotermia y recalentamiento. Además, el patrón de brote supresión persistente y la actividad epileptiforme generalizada (Grado V en la escala de Hockaday) también predijeron un pronóstico ominoso¹⁴.

Propuesta de reporte electroencefalográfico en encefalopatía hipóxica

En el Servicio de Neurología del Hospital Calderón Guardia, desde el año 2012, se sistematizó el reporte electroencefalográfico en los pacientes con probable encefalopatía hipóxica. Esto se realizó con el fin de homogenizar las conclusiones dadas por los diferentes neurólogos que valoran estos estudios, y poder darle al médico tratante una herramienta pronóstica adicional en la toma de decisiones clínicas y así desarrollar futuros estudios predictivos a nivel nacional con esta información y poder validar estos hallazgos en nuestra población.

El reporte cumple con las reglamentaciones propuestas por la Sociedad Americana de Neurofisiología Clínica e incluye la escala de Hockaday modificada, ya que ésta es la que tiene mayor trayectoria en la literatura y ha sido validada en más de 450 pacientes a nivel mundial. Se adjunta una hoja de reporte del Servicio hospitalario mencionado (ver Apéndice)¹⁵.

Conclusiones

El EEG como herramienta pronóstica en la encefalopatía hipóxica tiene más de 40 años de utilizarse. Sin embargo, la creación de múltiples escalas pronósticas, la heterogeneidad de los protocolos de investigación y las poblaciones pequeñas de los estudios, ha dificultado el análisis de los resultados y no ha permitido extraer conclusiones sólidas. Aún así, sigue siendo una de las herramientas más disponibles para el clínico y por eso perdura en el tiempo su uso para estos fines.

El advenimiento de la hipotermia terapéutica postresucitación cardíaca, y la inconsistencia de los hallazgos clínicos en esta población de pacientes, crea un nuevo interés en el valor de los hallazgos electroencefalográficos para pronóstico neurológico. El valor del EEG en este grupo de pacientes requiere ser evaluado en estudios de mayor magnitud.

La utilización de una herramienta sistematizada de interpretación y reporte, como se propone en este artículo, puede ayudar a disminuir la diferencia interobservador a la hora de reportar electroencefalogramas, de manera que se homogeniza y facilita el uso de los resultados en la decisión clínica, o bien en estudios clínicos y epidemiológicos.

Cabe destacar que sea el EEG o cualquier otro estudio paraclínico, no deben de ser utilizados como únicos elemento para la toma de decisiones, se debe de mantener un abordaje multimodal que tome en cuenta hallazgos clínicos y neurofisiológicos, para así aumentar el valor predictivo positivo de la evaluación.

Contribuciones

Los autores declaran participación equitativa en el manejo clínico del caso, recavación de información y elaboración de este artículo.

Conflictos de Interés

Nada por declarar.

Referencias

1. Wijdicks EFN, Varelas PN, Gronseth GS et al. Evidence-based guideline update: Determining brain death in adults. *Neurology* 2010; 74 (23): 1911-1918.
2. Booth CM, Boone RH, Tomlinson G et al. Is This Patient Dead, Vegetative, or Severely Neurologically Impaired? Assessing Outcome for Comatose Survivors of Cardiac Arrest. *JAMA* 2004; 291(7): 870-879.
3. Wijdicks EF, Hijdra A, Young GB. Practice parameter. Prediction of outcome in comatose survivors after cardiopulmonary resuscitation (an evidence-based review). *Neurology* 2006; 67:203-210.
4. Hockaday JM, Potts F, Epstein E. EEG changes in acute cerebral anoxia from cardiac respiratory arrest. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1965; 18: 575-586.
5. Scollo-Lavizzari G, Bassetti C. Prognostic Value of EEG in Post-anoxic Coma after Cardiac Arrest. *Eur Neurol* 1987; 26: 161-1709.
6. Yamashita S, Morinaga T, Ohgo S et al. Prognostic Value of Electroencephalogram in Anoxic Encephalopathy after Cardiopulmonary Resuscitation: Relationship among Anoxic Period, EEG Grading y Evolución. *Intern Med* 1995; 34(2): 71-76.
7. Synek V. Prognostically Important EEG Coma Patterns in Diffuse Anoxic and Traumatic Encephalopathies in Adults. *J Clin Neurophysiol* 1998; 5(2): 161-174.
8. Synek V. Value of a Revised EEG Coma Scale for Prognosis after Cerebral Anoxia and Diffuse Head Injury. *Clin Electroenceph* 1990; 21(1): 25-30.
9. Young GB, Doig G, Ragazzoni A. Anoxic-Ischemic Encephalopathy. Clinical and Electrophysiological Associations with outcome. *Neurocrit Care* 2005; 2:159-164.
10. Daubin C, Guillotin D, Etard O et al. A clinical and EEG scoring system that predicts early cortical response to somatosensory evoked potentials and outcome after cardiac arrest. *BMC Cardiovasc Disord* 2008; 8:35. 11. Howard RS, Holmes PA, Siddiqui A et al. Hypoxic-ischaemic brain injury: imaging and neurophysiology abnormalities related to outcome. *Q J Med* 2012; 105:551-561.
12. Scirica B. Therapeutic Hypothermia After Cardiac Arrest. *Circulation* 2013. 127: 244-250.
13. Rossetti AO, Oddo M, Logroscino G et al. Prognostication after Cardiac Arrest and Hypothermia: A Prospective Study. *Ann Neurol* 2010; 67: 301-307.
14. Rossetti AO, Urbano LA, Delodder F et al. Prognostic value of continuous EEG monitoring during therapeutic hypothermia after cardiac arrest. *Crit Care* 2010; 14:R173.
15. American Clinical Neurophysiology Society. Guideline 7: Guidelines for Writing EEG Reports. *J Clin Neurophysiol* 2006; 23(2): 118-21.

APENDICE

REPORTE DE ELECTROENCEFALOGRAFÍA
EN ENCEFALOPATIA HIPÓXICA

I. Datos Generales

Fecha del Estudio: _____

Hora: _____

Nombre del Paciente: _____

Cédula: _____

Edad: _____

II. Introducción

Se realizó un estudio electroencefalográfico para documentar Inactividad Electro-Cerebral bajo los siguientes parámetros:

Sensibilidad: 2 μ V/mm
Distancia interelectrodo: 10 cm
Impedancia: 100-10,000 Ω

Mínimo de 8 electrodos
Filtro de baja frecuencia: < 1 Hz
Filtro de alta frecuencia: > 30 Hz

III. Descripción del Registro

En el estudio se documenta:

Actividad dominante	Alfa	☐	Persistente	☐		
	Theta-Delta	☐				
	Beta	☐	Intermitente	☐		
	Delta	☐				
	Alfa-coma	☐				
	EEG plano	☐				
Actividad no dominante	Alfa	☐				
	Theta-Delta	☐				
	Beta	☐				
Fenómenos anormales	Puntas	☐	Difusos	☐	Continuo	☐
	Ondas agudas	☐	Lateralizados	☐	Intermitente	☐
	Ondas Lentas	☐	Focales	☐	Periódicos	☐
	Fenómenos Periódicos	☐				
	Especifique _____					

IV. Interpretación

Clasificación Pronóstica según Escala Hockaday Modificada*

Hallazgos EEG		Pronóstico (%)		
		Recuperación	Daño neurológico Permanente	Muerte
Grado I	Actividad alfa dominante Actividad alfa dominante con actividad theta-delta	79	10	11
Grado II	Actividad theta-delta dominante con actividad alfa detectable	51	13	36
Grado III	Actividad theta- delta sin actividad alfa	26	7	67
Grado IV	Actividad delta, bajo voltaje Actividad alfa-coma Fenómenos periódicos generalizados con voltaje muy bajo de fondo	0	2	98
Grado V	EEG muy aplanado a isoelectrico (<10-20 mV)	0	0	100

***NOTA ACLARATORIA:** Esta es una clasificación pronóstica basada meramente en hallazgos EEG que no son infalibles. Se debe de hacer una valoración pronóstica integral tomando en cuenta elementos clínicos pues el pronóstico puede ser modificado de acuerdo a ellos.

V. Conclusión del Estudio

Neurólogo que reporta el Estudio _____

Firma y Código