

# CRISIS DEL LÓBULO TEMPORAL REGISTRADA MEDIANTE MAGNETOENCEFALOGRAFÍA

## Caso clínico

*Carlos Amo<sup>1</sup>, Marta Santiuste<sup>2</sup>, Fernando Maestú<sup>3</sup>, Alberto Fernández<sup>3</sup>, Renata Egatz<sup>4</sup>, Mercedes González-Hidalgo<sup>5</sup>, Cristóbal Saldaña<sup>6</sup>, Antonio Sáiz<sup>7</sup>, Tomás Ortiz<sup>8</sup>*

**RESUMEN** - La localización del inicio de las crisis es un factor importante para la evaluación prequirúrgica de la epilepsia. En este trabajo se describe la localización del inicio de una crisis registrada mediante magnetoencefalografía (MEG) en un niño de 12 años que presenta crisis parciales complejas farmacorresistentes. La RM muestra una lesión de 20mm de diámetro en el hipocampo izquierdo. EEG de superficie con ondas theta temporales izquierdas. Registro MEG interictal con punta-onda aislada posterior e inferior a la lesión de la RM. Registro MEG ictal con punta-onda (2 Hz). La localización de los dipolos indica el inicio de la crisis en la circunvolución temporal inferior en la misma localización que la actividad interictal MEG. Esta actividad ictal se propaga bilateralmente a áreas frontales. El registro corticográfico intraquirúrgico confirma los resultados de la localización interictal mediante MEG.

**PALABRAS CLAVE:** electrocorticografía, inicio ictal, magnetoencefalografía, propagación.

### **Temporal lobe seizure recorded by magnetoencephalography: case report**

**ABSTRACT** - Ictal onset localization is an important factor in presurgical evaluation of epilepsy. This paper describes the localization of a seizure onset recorded by magnetoencephalography (MEG) from a 12-year-old male patient who suffered from complex partial drug-resistant seizures. MRI revealed a 20mm diameter lesion located in left hippocampus. Scalp EEG showed left temporal theta waves. Interictal MEG registrations detected isolated spike-wave activity posterior and inferior to the MRI lesion. Ictal MEG showed continuous spike-wave activity (2 Hz). Dipole localization sited seizure onset in the inferior left temporal gyrus, the same localization of the interictal MEG activity. This ictal activity spreads bilaterally to frontal areas. Intra-surgical electrocorticography recording confirmed interictal MEG results.

**KEY WORDS:** electrocorticography, magnetoencephalography, seizure onset, spreading.

La magnetoencefalografía (MEG) en combinación con las imágenes de resonancia magnética (RM) proporciona excelente resolución espacial (milímetros) y temporal (milisegundos) en el diagnóstico de la epilepsia, aumentando la capacidad de localización anatómica de la actividad en episodios clínicos y subclínicos<sup>1</sup>. La localización del foco epiléptico mediante MEG ha sido confirmada con técnicas intraquirúrgicas tal como la estimulación eléctrica cortical<sup>2</sup>, la electrocorticografía (ECoG)<sup>3</sup> y la monitorización invasiva con electrodos subdurales<sup>4</sup>. A

pesar de que la capacidad de localización espacial se reduce por los movimientos de la cabeza durante la crisis generalizadas, bajo condiciones especiales se pueden obtener del trazado MEG datos sobre el inicio ictal<sup>5</sup>. Así la localización basada en datos ictales claramente definidos es considerada como superior a la basada en datos intercríticos<sup>6</sup> y puede aportar información equivalente o superior a la de los registros EEG invasivos<sup>7</sup>.

En este artículo se describe la localización anatómica del inicio de una crisis parcial compleja y su

---

Centro de Magnetoencefalografía (MEG), Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid (UCM) y Hospital Clínico Universitario San Carlos (HCUUSC), Madrid, España: <sup>1</sup>MD, PhD. Médico Neurofisiólogo del Centro MEG, UCM; <sup>2</sup>MD. Médico del Centro MEG, UCM; <sup>3</sup>PhD. Neuropsicólogo del Centro MEG, UCM; <sup>4</sup>MD. Médico Neurofisiólogo, Servicio de Neurofisiología Clínica, HCUUSC; <sup>5</sup>MD, PhD. Médico Neurofisiólogo, Servicio de Neurofisiología Clínica, HCUUSC; <sup>6</sup>MD. Médico Neurocirujano, Servicio de Neurocirugía, HCUUSC; <sup>7</sup>MD. Médico Neuro-radiólogo, Departamento de Diagnóstico por Imagen, HCUUSC; <sup>8</sup>MD, PhD. Médico Neurofisiólogo, Director del Centro MEG, UCM.

Received 15 January 2004. Accepted 13 April 2004.

*Dr. Carlos Amo Usanos - Centro de Magnetoencefalografía - Facultad de Medicina - Pabellón 8 - Universidad Complutense de Madrid - Avenida Complutense s/n - 28040 Madrid - España. E-mail: cmege@rect.ucm.es*

propagación registrada casualmente durante la evaluación prequirúrgica mediante MEG de un paciente que presenta epilepsia farmacorresistente con crisis parciales complejas del lóbulo temporal.

### CASO

**Historia clínica.** Paciente varón de 12 años de edad que presenta desde hace 2 años crisis parciales complejas. Actualmente la frecuencia de las crisis es alta, pudiendo tener hasta dos episodios al día. Clínicamente las crisis duran de uno a dos minutos aproximadamente y consisten en desconexión del medio y automatismos orofaciales y de los miembros superiores. Ocasionalmente presenta fenómenos de "deja vu". El estado confusional postcrítico dura de uno a dos minutos. El tratamiento actual es de carbamazepina (600 mg/día) y topiramato (400 mg/día).

La exploración neurological es normal. La RM revela una lesión intraparenquimatosa de 20 milímetros de diámetro hipointensa en secuencias T1 e hiperintensa en T2 en la región de la amígdala e hipocampo izquierdos con ligero realce de contraste y pequeño efecto masa. Los EEGs convencionales de superficie muestran ondas lentas (theta) temporales izquierdas.

**Registro MEG.** Previo consentimiento informado (de su tutor legal, al ser menor de edad) se realizaron al paciente 3 registros MEG utilizando un equipo Magnes 2500 WH de 148 canales (4D NeuroImaging Technologies, Inc., San Diego CA/USA) de modelo whole-head (con un casco que cubre completamente la cabeza del paciente) en una habitación aislada del campo magnético externo.

Un registro MEG requiere que el paciente mantenga su cabeza inmóvil dentro del casco que contiene a los magnetómetros. Antes de comenzar el registro, se digitaliza el cráneo del paciente con un lápiz óptico para poder calcular la curvatura local en cada canal MEG y así poder obtener los resultados según el modelo de esfera local. Cada registro se adquiere con una frecuencia de muestreo de 678,17 Hz y un filtro paso-banda de 0,1 a 100 Hz. Los datos MEG son digitalizados y filtrados (1-70 Hz) para su posterior análisis. El análisis de la señal, realizado por médicos neurofisiólogos, se basa en la obtención por inspección visual de los segmentos del trazado que contienen actividad epiléptica y están libres de artefactos.

Se utilizó un modelo simple de dipolo equivalente de corriente (equivalent current dipole ECD) para calcular la localización espacial de las corrientes neuronales que generan la actividad epiléptica<sup>8,9</sup>. La localización de los dipolos fue calculada en referencia a las coordenadas cartesianas definidas por los puntos anatómicos fuduciales (meatos externos auriculares y nasion). El ajuste preciso de las coordenadas cartesianas en la RM del paciente se realizó con el programa STAR<sup>®10</sup>. Para visualizar los puntos fiduciales MEG en la RM del paciente se superpuso la imagen digitalizada de la cabeza en las imágenes volumétricas de la RM (chamfer volume). Como

resultado del ajuste perfecto entre la superficie digitalizada de la cabeza y la imagen de la RM se puede localizar en las áreas cerebrales el origen de las fuentes de actividad magnética. Se emplearon imágenes de RM T1 (TR 13,6 ms; TE 4,8 ms; matriz de registro 256x 256 pixels, campo de visión de 240 mm, y espesor de corte de 1,4 mm). Los criterios de selección del dipolo para ondas agudas y puntas incluyeron un coeficiente de correlación mayor de 0,95, una RMS (root-mean-square) de 400 fT o más, un momento dipolar magnético menor de 400 nAm, un "goodness of fit" mayor de 0,95 y con un volumen de confianza menor de 15 cm<sup>3</sup><sup>11</sup>. El método de análisis de la señal se detalla en este trabajo previo<sup>2</sup>.

Durante el estudio MEG, se registró casualmente una crisis parcial compleja de unos dos minutos de duración que consistió clínicamente en una desconexión del medio con ligeros movimientos orofaciales y de las extremidades superiores. El estado confusional postcrítico con amnesia duró entre 1 y 2 minutos. Este episodio fue clínicamente similar a los que presenta habitualmente el paciente.

Neurofisiológicamente la crisis comenzó con una descarga aislada de punta-onda en los canales MEG izquierdos, seguida de un brote rítmico de descargas de punta-onda a 4Hz durante 2 segundos, que se continuó de otro brote de descargas de punta-onda a 2 Hz durante los 3 segundos siguientes (Fig 1).

Los dipolos correspondientes a la descarga inicial de punta-onda de la crisis se localizan en la circunvolución temporal inferior izquierda, cerca del área tumoral, por debajo y por detrás de la lesión (Fig 2).

El brote de actividad rítmica de punta-onda a 4 Hz que se produce 2 segundos después del inicio, se genera en áreas dispersas de la circunvolución temporal inferior izquierda y se observan dipolos correspondientes a su

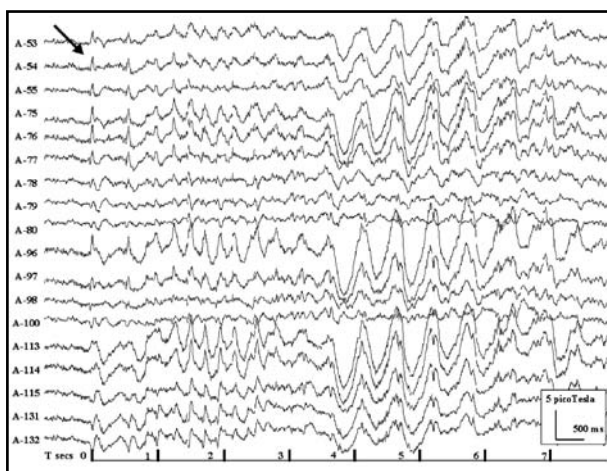


Fig 1. Registro MEG. El inicio de la crisis (flecha negra) aparece como una descarga aislada de punta-onda en canales temporales izquierdos (A53-55 y A75-77), seguida de un brote rítmico a 4 Hz de 2 segundos de duración y de otro brote rítmico a 2 Hz durante los siguientes 3 segundos.

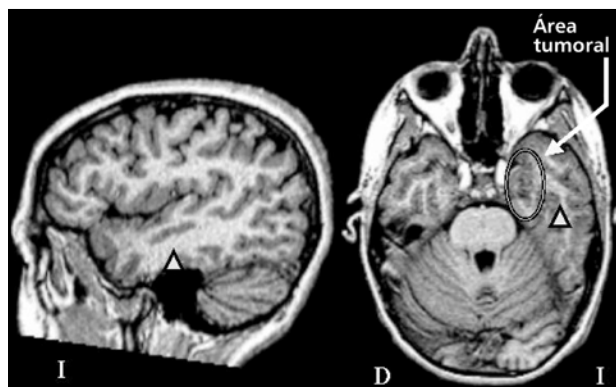


Fig 2. Dipolo correspondiente a la descarga inicial de la crisis (triángulo blanco) localizado en la circunvolución temporal inferior izquierda, cerca del área tumoral, por debajo y por detrás de la lesión.

propagación en las circunvoluciones temporal superior y frontal inferior ipsilaterales y en la circunvolución frontal superior derecha (Fig 3).

Durante el intervalo desde los 4 a los 7 segundos después del inicio, los dipolos correspondientes al brote de punta-onda a 2 Hz se localizan en la misma área que la punta-onda del inicio de la crisis en la circunvolución temporal inferior izquierda como se ve en la Figura 2.

A partir de este momento, el análisis de la localización de dipolos no se puede realizar debido al artefacto producido por los movimientos de la cabeza.

Sin embargo, los dipolos de la actividad epiléptica interictal MEG (puntas) registrada previamente a la crisis, se localizaron en el mismo lugar que el inicio de la crisis en la circunvolución temporal inferior izquierda por debajo y por detrás de la lesión.

**Registro intraquirúrgico.** Se realizó una craneotomía izquierda bajo anestesia general y localización estereotáctica (Brain Lab), los datos anatómicos de la lesión y de la actividad epiléptica MEG se introdujeron en un programa de neuronavegación. Durante la cirugía se colocó una tira subdural de 8 canales de registro EEG en la cara basal de la circunvolución temporal inferior izquierda con la que se registraron descargas de punta-onda en el electrodo más basal, que se corresponde con la localización del dipolo MEG que marca el inicio de la crisis (Fig 2).

Se realizó una resección completa de la lesión, que se identificó histológicamente como un astrocitoma fibrilar de grado 3, y del área epileptógena adyacente objetivada en la corticografía.

**Evolución.** Un año después de la cirugía el paciente está libre de crisis (ocasionalmente persisten fenómenos de déjà vu) y mantiene un tratamiento con carbamazepina (900 mg/día).

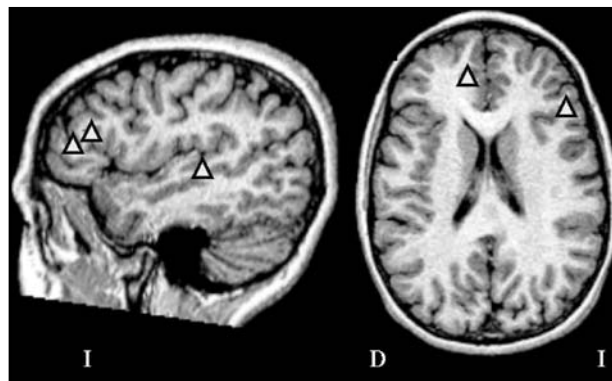


Fig 3. Dipolos correspondientes al brote de actividad rítmica de punta-onda a 4 Hz (triángulos blancos) propagados hacia las circunvoluciones temporal superior y frontal inferior izquierdas y hacia la circunvolución frontal superior derecha.

## DISCUSIÓN

En la evaluación prequirúrgica de la epilepsia, los registros ictales MEG son importantes para identificar el inicio de las crisis ya que sirven como guía no invasiva para el estudio invasivo intraquirúrgico<sup>12</sup>. Pero los hallazgos MEG ictales están limitados debido a la dificultad de obtener registros prolongados con MEG ya que es difícil hacer permanecer inmóvil al paciente durante largos periodos de tiempo<sup>12</sup>.

Para aumentar la probabilidad de obtener registros MEG ictales se realizan pruebas en pacientes monitorizados con reducción de medicamentos anticonvulsivantes o mediante inducción farmacológica<sup>5,13</sup>. Aún así, existen pocos estudios que describan la localización mediante MEG del inicio ictal<sup>3,5-7,12,14,15</sup>, que es posible debido a que el artefacto de movimiento ocurre después del inicio de la crisis y habitualmente no interfiere en los datos utilizados en el cálculo de las fuentes de actividad magnética<sup>5</sup>. En nuestro caso se describe una crisis parcial registrada casualmente durante un registro MEG en un paciente mal controlado con dosis terapéuticas de anticonvulsivantes y con una alta frecuencia de crisis. En nuestros resultados se observa la concordancia entre la localización MEG de la actividad de punta-onda interictal y la actividad de punta-onda del inicio de la crisis en la circunvolución temporal inferior. Aunque es posible encontrar discrepancias entre la MEG y los estudios de ECoG<sup>16</sup>, en otros casos, como en el nuestro, los hallazgos MEG ictales e interictales resultan concordantes<sup>5,12</sup>.

La buena evolución clínica del paciente un año después de la cirugía indica la utilidad de la MEG

en la localización no invasiva del área epileptógena, confirmada por los hallazgos intraquirúrgicos de ECoG interictal, que coinciden con los no invasivos de la MEG interictales e ictales.

## REFERÊNCIAS

1. Barth DS, Sutherling W, Engel J Jr, et al. Neuromagnetic localization of epileptiform spike activity in the human brain. *Science* 1982;218:891-849.
2. Amo C, Saldaña C, Hidalgo GM, et al. Magnetoencephalographic localization of peritumoral temporal epileptic focus previous surgical resection. *Seizure* 2003;12:19-22.
3. Ko DY, Kufta C, Scaffidi D, et al. Source localization determined by magnetoencephalography and electroencephalography in temporal lobe epilepsy: comparison with electrocorticography. Technical case report. *Neurosurgery* 1998;42:414-421.
4. Otsubo H, Sharma R, Elliott I, et al. Confirmation of two magnetoencephalographic epileptic foci by invasive monitoring from subdural electrodes in an adolescent with right frontocentral epilepsy. *Epilepsia* 1999;40:608-613.
5. Tilz C, Hummel C, Kettenmann B, et al. Ictal onset localization of epileptic seizures by magnetoencephalography. *Acta Neurol Scand* 2002;106:190-195.
6. Stefan H, Schneider S, Feistel H, et al. Ictal and interictal activity in partial epilepsy recorded with multichannel magnetoencephalography: correlation of electroencephalography / electrocorticography, magnetic resonance imaging, single photon emission computed tomography, and positron emission tomography findings. *Epilepsia* 1992;33:874-887.
7. Eliashiv DS, Elsas SM, Squires K, Fried I, Engel J Jr. Ictal magnetic source imaging as a localizing tool in partial epilepsy. *Neurology* 2002;26;59:1600-1610.
8. Gallen GC, Hirschkoff EC, Buchanan DS. Magnetoencephalography and magnetic source imaging: capabilities and limitations. *Neuroimaging Clin N Am* 1995;5:227-249.
9. del Gratta C, Pizzella V, Tecchio F, Romani GL Magnetoencephalography- and non invasive brain imaging meted with 1 ms time resolution. *Rep Prog Phys* 2001;64:1759-1814.
10. Schwartz DP, Badier JM, Bihoué P, Bouliou A. Evaluation of a new MEG-EEG spatio-temporal localization approach using a realistic source model. *Brain Topography* 1999;11:279-289.
11. Wheeler JW, Willmore LJ, Breier JI, et al. A comparison of Magnetoencephalography, MRI, and V-EEG in patients evaluated for epilepsy surgery. *Epilepsia* 1999;40:931-941.
12. Assaf BA, Karkar KM, Laxer KD, et al. MJ Ictal magnetoencephalography in temporal and extratemporal lobe epilepsy. *Epilepsia*. 2003;44:1320-1327.
13. Kirchberger K, Schmitt H, Hummel C, et al. Clonidine- and methohexital-induced epileptiform discharges detected by magnetoencephalography (MEG) in patients with localization-related epilepsies. *Epilepsia* 1998;39:1104-1112.
14. Sutherling WW, Crandall PH, Engel J Jr, Darcey TM, Cahan LD, Barth DS. The magnetic field of complex partial seizures agrees with intracranial localizations. *Ann Neurol* 1987;21:548-558.
15. Shiraishi H, Watanabe Y, Watanabe M, Inoue Y, Fujiwara T, Yagi K. Interictal and ictal magnetoencephalographic study in patients with medial frontal lobe epilepsy. *Epilepsia* 2001;42:875-882.
16. Hisada K, Morioka T, Nishio S, et al. Two magneto-encephalographic epileptic foci did not coincide with the electrocorticographic ictal onset zone in a patient with temporal lobe epilepsy. *Neurol Res* 2001; 23:830-834.