

Manual básico para enfermeros en electroencefalografía

RESUMEN

El Electroencefalograma (EEG) es una prueba funcional cerebral, que nos permite detectar la actividad eléctrica de la corteza cerebral y, por tanto, nos posibilita el estudio de cualquier anomalía en su funcionamiento.

PALABRAS CLAVE

EEG, EEG basal, EEG privación de sueño, EEG muerte cerebral, Actividad cerebral, Montajes, Hiperventilación, Estimulación eléctrica luminosa, Artefactos.

Indicaciones del estudio de EEG

- Diagnóstico y tipificación de los distintos tipos de epilepsias.
- Los estatus epilépticos convulsivos o no convulsivos.
- Algunos tipos de demencias.
- La determinación de muerte cerebral.



Figura 1. Gorro con electrodos incorporados para la realización de EEG

Procedimiento

Consiste en recoger mediante electrodos, de superficie o de aguja, la actividad eléctrica de la corteza cerebral. La señal que se obtiene es tan pequeña que se hace necesario utilizar varios sistemas de amplificación. Los amplificadores utilizados son diferenciales, es decir, reciben el impulso eléctrico de 2 puntos y magnifican la diferencia de potencial entre ellos.

La colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo está sujeta a un sistema internacional o sistema 10-20,

denominado así porque los electrodos están espaciados entre el 10% y el 20% de la distancia total entre puntos reconocibles del cráneo. Estos puntos clave, a partir de los cuales se realizan las medidas, son:

- Nasión indentación entre frente y nariz.
- Inión; protuberancia occipital.
- Punto preauricular; delante del trago de cada pabellón de la oreja.

Actualmente se utilizan unos gorros que llevan incorporados 19 electrodos, y se coloca directamente sobre la cabeza del paciente. Mediante una jeringa y una aguja con punta roma, se introduce en cada uno de los electrodos un gel conductor que facilita la recepción de la señal a través del cuero cabelludo. Los electrodos se unen en un conector y éste, a su vez, conecta con el cabezal del EEG (lugar donde se recoge la actividad eléctrica de cada electrodo). De aquí se envía la señal al sistema de amplificadores del aparato central del EEG para su transcripción.

Nociones elementales para la interpretación del EEG

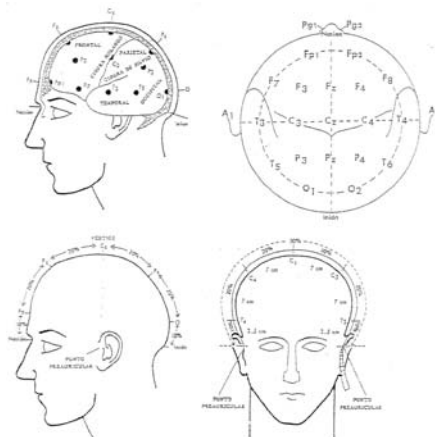


Figura 2. Situación de los electrodos y puntos de medición para su colocación en el Sistema Internacional 10-20.

*Enfermera. Pruebas Funcionales de Neurofisiología. Hospital Universitario Virgen de la Victoria. Málaga.

Existe una nomenclatura de los electrodos, que obedece a la región cerebral sobre la que yacen y una numeración que va de menor a mayor, empezando desde áreas anteriores hacia posteriores y, correspondiendo los números impares al lado izquierdo y los pares al derecho.

Área cerebral	Hemisferio izquierdo	Línea Media	Hemisferio derecho
Frontopolar	FP1		FP2
Frontal	F3	Fz	F2
Fronto Temporal	F7 C3	Cz	F8 C4
Temporal Medio y Parietal	T3 P3	Pz	T4 P4
Temporal posterior y Occipital	T5 O1		T6 O2

TIPOS DE MONTAJES

Es importante saber diferenciar entre electrodo, derivación, y montaje.

Electrodo: elemento situado en el punto de registro, (de cucharilla o de aguja), y el hilo metálico que lo une al aparato amplificador.

Derivación: los dos electrodos que se conectan a cada canal de amplificación.

Montaje: conjunto de derivaciones. Se utilizan 2 tipos de montajes: bipolares y monopolares o referenciales.

Montaje bipolar: en el canal de amplificación, tanto el electrodo situado en posición 1 como el situado en posición 2, registran actividad cerebral y la diferencia entre los dos puntos. Es lo que va al amplificador para su registro. Pueden ser de 2 tipos: antero-posteriores (Sagitales) o transversos (Coronales).

Montaje monopolar: los electrodos exploradores ocupan la posición 1 del amplificador, mientras que la posición 2 está ocupada por un electrodo relativamente inactivo o que sea común para todos los canales.

Existen unas reglas convencionales dentro de la electroencefalografía para la elaboración de un registro de EEG que son:

- Los montajes deben de ser tan simples como sea posible. Se programan siguiendo 2 reglas internacionales: siempre de áreas anteriores hacia posteriores, y primero el lado izquierdo y luego el derecho.
- Se utilizan 2 montajes bipolares (uno antero-posterior y otro transversal), y un montaje monopolar o referencial, donde cada electrodo es referido a un punto único para todos y que es considerado neutro.
- Debe sujetarse al sistema 10-20 para su correcta interpretación.

- Todos los montajes llevan a un lado de cada canal, la nomenclatura de los electrodos que constituyen dicho canal.
- Un canal es utilizado para la monitorización simultánea de electrocardiograma (EKG).

Características de la actividad cerebral

La actividad cortical recogida en el EEG, se compone de un número variado de ondas que aparecen aisladas o en grupos (ritmo). Estas ondas, se diferencian unas y otras por los siguientes parámetros:

Frecuencia: número de veces que aparece un tipo de onda formando parte de un ritmo. Se expresa en ciclos por segundo o Herzios (Hz) estableciéndose las siguientes bandas de frecuencia:

- Delta: actividad de menos de 3 Hz.
- Theta: actividad de 4 a 6 Hz.
- Alfa: actividad de 7 a 12 Hz.
- Beta: actividad de más de 13 Hz.

Distribución topográfica: indica el lugar cerebral en el que aparece un fenómeno eléctrico. También hace referencia a la ubicación fisiológica de las distintas frecuencias dependiendo del área cerebral correspondiente. Así, en áreas anteriores, se encuentra el ritmo Beta y a medida que descendemos a áreas posteriores, nos va apareciendo el ritmo Alfa. Se utiliza el nombre de los lóbulos cerebrales correspondientes para expresar dicha distribución.

Forma, Amplitud y Duración: la forma de una onda aislada puede ser: regular, irregular, aguda, compleja, bifásica, trifásica, etc.

La amplitud se mide en microvoltios siendo lo habitual que fluctúe entre 20-40 μ V.

La duración de una onda se expresa en milisegundos (msg).

Reactividad: es la capacidad de modificación de un ritmo, ante estímulos como apertura y cierre de ojos, estimulación eléctrica, proceso mental, alertamiento, etc.

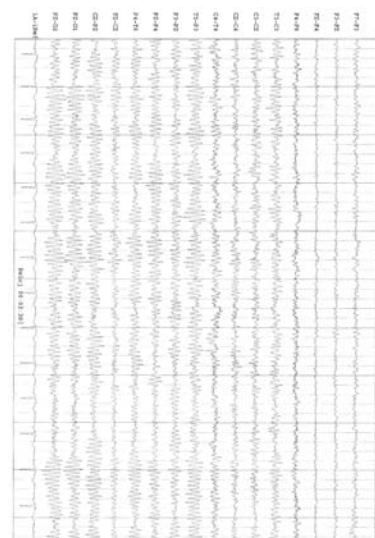


Figura 3. Registro EEG normal.

Preparación y actuación para la realización del EEG

El enfermero tiene un papel esencial, tanto en la preparación, como en la realización del EEG, pues, de su buen hacer, depende la interpretación posterior por parte del médico, pudiendo dar lugar a errores si no se es muy escrupuloso en su realización. De aquí, la estrecha comunicación del médico con el enfermero desde el principio al fin de la prueba y, la atención a cada episodio que pueda darse en el transcurso de la misma por ser esencial para su informe correcto. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Recibir al paciente y procurar su relajación.
- Anotar el nivel de alerta o confusión antes, durante y después de la prueba.
- Es importante anotar la edad del paciente.
- Obtener información sobre el proceso patológico por el que se indica la prueba y la medicación prescrita.
- Explicar la dinámica de la prueba y su absoluta inocuidad, solicitando su colaboración, sin la cual, no es posible la realización de la misma.
- Informar al paciente que el EEG no está contraindicado en ningún caso, ni tiene ningún efecto secundario, por lo que no se hace necesaria la firma de ningún tipo de consentimiento y/o autorización.
- Es muy recomendable la limpieza del cabello y la ausencia de espumas, gominas, etc, para evitar o minimizar artefactos.
- Colocar el gorro teniendo como referencia, que los electrodos frontopolares se ubiquen sobre prominencias frontales para que, de esta manera, los electrodos occipitales descansen sobre región occipital y no sobre cerebelo.
- Introducir gel conductor en cada electrodo, fijando éstos todo lo posible, para evitar los artefactos de movimiento.
- Comprobar que las impedancias sean las adecuadas (buena conductividad en el punto de registro, entre el electrodo y la piel) y dejarlas registradas para su posterior revisión.
- Utilizar los filtros adecuados, tanto de alta como de baja frecuencia, que nos permiten corregir; unos los ritmos rápidos y otros los lentos; siempre buscando el obtener una señal más óptima para su posterior interpretación.
- La prueba se realiza con ojos cerrados para registrar el ritmo alfa de áreas posteriores, que desaparece o se

atenúa con la apertura ocular, al mismo tiempo que se procura de esta forma, una mayor relajación y concentración del paciente.

- Es muy importante hacer anotaciones de cada evento que se produzca a lo largo del registro: movimientos, parpadeo, somnolencia, sueño, nerviosismo, deglución, etc, para que sea tomado en consideración por el clínico a la hora de su interpretación.
- Existen 2 maniobras de estimulación y/o facilitación:
 - La HPV (hiperventilación), ventilación rápida y profunda durante 3 minutos seguidos.
 - La ELI (estimulación luminosa intermitente), utilización de estímulos eléctricos a bajas y altas frecuencias.

Algunos autores incluyen la privación de sueño dentro de este apartado de maniobras de estimulación.

Desarrollo de la prueba

- Habitualmente, se utilizan 3 montajes: 2 bipolares y 1 monopolar.
- 1º Montaje bipolar sagital.
- 2º Montaje bipolar transversal.
- 3º Montaje monopolar; todos ellos de 3 minutos de duración.

A lo largo de los 3 montajes, se manda al paciente abrir y cerrar ojos varias veces para estudiar la reactividad.

A continuación, se realizan las maniobras de estimulación anteriormente descritas y por este orden:

HPV, durante 3 minutos, seguida de 1 minuto de descanso y utilizando el 1º y 2º montaje.

ELI, utilizando sólo el montaje sagital y en modo de estimulación automático, es decir, estimulación luminosa previamente prefijada.

Tanto la HPV como la ELI, pueden dar alteraciones en el trazado eléctrico o en el propio paciente.

La HPV tiende a enlentecer la señal de forma fisiológica, por lo que no debe ser interpretada como una descarga anormal. También puede ocasionar mareos, parestias en miembros superiores, sudoración, etc.

En la ELI, se pueden observar respuestas en regiones parieto-occipitales, a determinadas frecuencias y que no tienen un carácter patológico. Otra respuesta luminosa es la llamada fotomioclonía, consistente en la contracción a los destellos luminosos, de los músculos faciales que rodean los ojos. Estas contracciones pueden extenderse, en algunos casos, a las extremidades. Aunque la foto-

mioclonía no es anormal por definición, se debe añadir al diagnóstico, por ser, en algunos casos, la única evidencia de la llamada epilepsia mioclónica.

Actualmente se están sustituyendo en los laboratorios de EEG, los antiguos aparatos analógicos tradicionales de papel, tinta y plumillas, por los digitales. Los cambios que esto conlleva son, a parte del soporte papel por el de CD-Rom, el que la señal eléctrica es medida de forma discontinua, aunque muy frecuentemente (100-200 veces/sg), no haciendo necesario utilizar más de un montaje, pues si la señal ha sido registrada correctamente, puede mostrarse después, en cuantos montajes, filtrados y resoluciones se desee; lo que representa una mejora en las posibilidades de la técnica.

Tipos de EEG

En las unidades de Neurofisiología se realizan los siguientes tipos de EEG:

- EEG basal. EEG en vigilia del paciente, no es necesario ningún tipo de preparación, ni alteración de tomas en la medicación habitual del paciente. La única observación que se debe hacer es la limpieza del cuero cabelludo y la recomendación de no usar gel fijador o lacas.

- EEG en privación de sueño. Las condiciones técnicas son las mismas que para el EEG basal, pero se necesita una preparación previa. Consiste en mantener despierto al paciente durante 24 horas antes a la realización de la prueba (en ocasiones se indica que duerma una siesta corta por la tarde para poder aguantar la noche sin dormir). Ya en consulta, se recomienda al paciente la máxima relajación, propiciando el sueño y facilitando, de esta manera, la aparición de trazados fisiológicos de distintas fases de sueño, así como de anomalías que pueden no detectarse en los EEG basales.

- Video EEG o EEG de sueño. Consiste en un EEG convencional, en el que el paciente es acomodado en una cama, y grabado todo el registro en video. La duración es de al menos 3 horas (pudiendo ser toda la noche dependiendo de laboratorios), durante las cuales, el paciente puede dormirse o no. En estos supuestos, no es necesaria la privación de sueño. Su finalidad, es tener constancia visual y eléctrica, de crisis o de pseudocrisis, en pacientes de difícil diagnóstico y/o manejo de su patología.

- EEG de muerte cerebral. Es la técnica imprescindible para detectar actividad cortical cerebral o, ausencia de la misma. Es el primer paso de un largo e importante protocolo denominado "protocolo de muerte cerebral", en el que, una vez demostrada la ausencia de actividad eléctrica de la corteza cerebral y, previo consentimiento familiar, se puede poner en funcionamiento un dispositivo de

extracción y/o trasplante de órganos, tan beneficioso para la población afectada de distintos fracasos orgánicos. La técnica es:

Se utilizan, exclusivamente, electrodos de aguja, para así, evitar resistencias y obtener una mejor señal.

Se hace un montaje bipolar, sagital, reducido, para el que sólo se utilizan la mitad de los electrodos:

3 sagitales izquierdo y 3 derechos (Fp1-Fp2, C3-C4, O1-O2).

1 temporal izquierdo y 1 derecho (T3, T5).

1 Vertex, 1 Tierra (Cz y frente).

La duración del registro es entre 15 y 30 minutos.

En el supuesto de que el trazado sea isoelectrico (ausencia de actividad eléctrica), hay que realizar distintas maniobras, tanto al paciente, como cambios en las condiciones técnicas del aparato.

Al paciente: abrir y cerrar ojos, provocar un estímulo doloroso, otro auditivo, comprobar cada electrodo colocado en la cabeza del paciente, mediante un toque, para confirmar su correcto funcionamiento y/o posición.

Al aparato: aumentar la sensibilidad (efecto "lupa", que permite aumentar la señal en busca de actividad eléctrica, si la hubiere). Al aumentar la sensibilidad, aumenta cualquier otra señal como el EKG, artefactos de máquinas, etc.

Cambiar los filtros, tanto de alta como de baja frecuencia, con el mismo propósito que en el caso anterior (los filtros de alta frecuencia corrigen artefactos de ritmos rápidos y, los de baja frecuencia, los artefactos de ritmos lentos).

Dado el valor de esta técnica para la posterior donación de órganos, hay que ser especialmente escrupulosos, tanto en su realización como en su interpretación.

Artefactos en la electroencefalografía

Un apartado muy importante en la electroencefalografía es el referido a los artefactos. Se trata del verdadero caballo de batalla en la práctica diaria de esta técnica. Se necesita un buen adiestramiento por parte del técnico, a la vez que un grado de observación y conocimientos adecuados, para saber distinguir entre un artefacto y una señal bioeléctrica cerebral.

Se pueden distinguir 2 tipos de artefactos: externos e internos.

Artefactos externos: son los derivados de la máquina de EEG, del instrumental, o del medio ambiente. Dentro de este apartado, podemos distinguir:

- Técnica inadecuada en la colocación de electrodos y montajes.
- Alteración de los parámetros de calibración.
- Corriente alterna.
- Los propios electrodos (deslizamiento, suciedad, sudor, exceso o déficit de pasta conductora, balanceo de los cables, posición inadecuada...).
- Electricidad estática (fuga de corriente, inducción electromagnética, inducción estática).
- Elementos eléctricos externos (sistemas de goteo, bombas de perfusión, respiradores mecánicos, RX).

Artefactos internos: son los derivados del propio paciente. Los más significativos son:

- Electrocardiograma o marcapasos. Señal intermitente y síncrona del complejo QRS del EKG sobre impuesto en la señal del EEG.
- Pulso. La oscilación del pulso genera un impulso rítmico de vaivén en la línea de base del EEG.
- Respiración. Oscilaciones lentas y rítmicas en la línea de base.
- Electromiograma o artefacto muscular (tics, mioclonías, temblores, deglución...).
- Contracción músculos craneofaciales, sobre electrodos frontotemporales o parietales y en pacientes inquietos o con rigideces, que originan descargas irregulares de amplitud y frecuencia elevada.
- Movimientos oculares. El parpadeo repetitivo da lugar a un movimiento en áreas anteriores, que simula una actividad theta, delta.
- Sudor. Al igual que la grasa, producen un balanceo dando lugar a una inestabilidad de la línea de base.

- Reflexión eléctrica dérmica. Cambio transitorio en la resistencia eléctrica de la piel por estimulación o ruido, que produce un desplazamiento lento de la línea de base.
- Movimientos del paciente. En pacientes inquietos o confusos, que originan cambios en la línea de base, haciendo muy difícil la interpretación del registro.

Conclusiones

La electroencefalografía es una técnica única e indispensable a la hora de conocer, la actividad, ausencia de actividad y/o anomalías en el funcionamiento de la corteza cerebral.

Agradecimiento:

A la Dra. M^a Isabel Chamorro Muñoz por su colaboración en este trabajo.

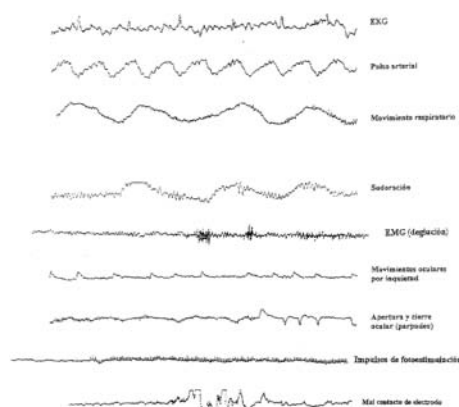


Figura 4. Algunos de los posibles artefactos en los registros electroencefalográficos.

Bibliografía

1. American Electroencephalographic Society. Guidelines in EEG. J.Clin. Neurophysiol. 3: 131-168. 1986.
2. American Electroencephalographic Society. Guidelines for estándar electrode position nomenclature. J. Clin. Neurophysiol. 1991; 8:200-202.
3. Berger, H. (1929). On the Electroencephalogram of Man. Publicado en Hans Berger on the Electroencephalogram of man. Editado por P. Gloor. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Suplemento 28. 1969. Pag 37.
4. Gil Nagel A, Parra J, Iriarte J, Kanner AM. Manual de Electroencefalografía. Madrid. Mc Graw. Hill-Interamericana. 2002.
5. Guideline seven: a proposal for standard montages to be used in clinical EEG. American Electroencephalographic Society. J. Clin Neurophysiol. 1994. 11(1); 30-36.
6. Jasper HH. The ten-twenty electrode system of the International Federation. Electroencephalograph Clin Neurophysiol. 1958; 10: 371-375.
7. Jaffe R, Brown L. Tongue-movement artifacts in the Electroencephalogram. Clinical EEG. Vol. 14 (1): 57-59. 1983.
8. Dr. Joan Santamaría. Curso de Formación Continuada en Electroencefalografía. Sociedad Española de Neurología. Barcelona. 2002. Pág., 1-13.
9. Nihon Kohden. Basic electronics and EEG operation guide. 1990. Section 2, pages. 33-57.