

ARTÍCULO ORIGINAL

Utilidad y costo del electroencefalograma. Experiencia de 1 000 casos en un hospital de tercer nivel en México

Roberto Alfonso Suástegui-Román¹, Saúl Garza-Morales¹, Rubén Espinosa-Montero¹,
Mariel Pérez-Ramírez², Elizabeth Aveleyra-Ojeda³

¹Departamento de Neurología, ²Departamento de Electrofisiología, Hospital Infantil de México Federico Gómez, México, D. F.;

³Facultad de Psicología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos, México.

Resumen

Introducción. El electroencefalograma (EEG) es un estudio accesible, barato y no invasivo, cuya utilidad es de gran valía en las epilepsias. Para otras entidades su utilidad es muy limitada o prácticamente nula, ocasionando gastos innecesarios y molestias a los pacientes. **Objetivo:** describir las características clínico-electroencefalográficas de 1 000 pacientes pediátricos, identificar la sensibilidad y especificidad del EEG en los pacientes con epilepsia de esta población y calcular el costo aproximado de cada EEG.

Material y métodos. Se analizaron las características clínico-epidemiológicas de 1 000 pacientes, se calculó la especificidad y la sensibilidad del EEG en los pacientes epilépticos, así como el gasto aproximado de cada EEG.

Resultados. En 49% de los casos los EEG fueron normales, ocasionando un gasto de \$484 281.17 pesos mexicanos. El servicio de Psiquiatría observó EEG normales en 79%. En la epilepsia la sensibilidad fue de 47%, especificidad de 83%, valor predictivo positivo de 40% y negativo de 86%.

Conclusiones. El EEG es de gran utilidad en los pacientes con epilepsia y poco útil en otras entidades. El costo por cada EEG fue de \$988.33 pesos mexicanos.

Palabras clave. Electroencefalograma; neuropediatría; sensibilidad; gastos; servicios.

medigraphic.com

Solicitud de sobretiros: Dr. Roberto A. Suástegui Román, Departamento de Neurología, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Dr. Márquez # 162, Col. Doctores, Deleg. Cuauhtémoc, C.P. 06720, México, D. F., México.

Fecha de recepción: 23-04-2007.

Fecha de aprobación: 31-05-2007.

Introducción

El electroencefalograma (EEG) es un estudio de la función cerebral que mide la actividad electroquímica de la corteza cerebral. Esta actividad de las neuronas ocasiona potenciales postsinápticos excitadores e inhibidores, así como potenciales de acción que se transmiten de neurona a neurona. El electroencefalógrafo capta estos cambios eléctricos por medio de receptores derivacionales o canales monopares o bipolares que se ubican en la superficie de la cabeza de forma previamente establecida como sistema internacional 10/20. Es necesario colocar entre 10 ó 24 canales como mínimo en los niños.

Es un estudio no invasivo, orientador para el diagnóstico de varias entidades, de gran ayuda inclusive en urgencias neurológicas.^{1,2} Clínicamente, el EEG puede mostrar: 1. La aparición de potenciales anormales, típicamente excesivos como en la epilepsia; y 2. Alteraciones bioeléctricas que ocasionan anomalías en la distribución espacial de los ritmos eléctricos cerebrales, como en las encefalopatías o disfunciones focales.

Desde hace varias décadas, los clínicos han buscado la relación de varias enfermedades neurológicas no epilépticas con alteraciones electroencefalográficas como: parálisis cerebral,³ retardo mental,⁴ alteraciones vegetativas,⁵ deficiencia visual,⁶ cefalea crónica, tanto en niños como adolescentes,^{7,8} movimientos anormales,⁹ enfermedades psiquiátricas^{10,11} y, más recientemente, problemas de déficit de atención.^{12,13} Sin embargo, los resultados han sido muy poco específicos, ya que al comparar las alteraciones eléctricas cerebrales de estos pacientes con los grupos control, éstas también se observan en los EEG de personas sin ninguna alteración neurológica o psiquiátrica.¹⁴

La utilidad clínica del EEG en neurología general es limitada, por mucho, en el área donde es de gran valía ha sido en las epilepsias, siendo una herramienta para el diagnóstico diferencial con otras entidades neurológicas,^{15,16} y para determinar el origen de la descarga anormal en la mayoría de las veces.¹⁷

A través del tiempo, el costo del EEG en las instituciones de salud ha disminuido, sin embargo, su uso indiscriminado genera gastos innecesarios con poca o nula ayuda en el aspecto clínico de entidades diferentes a las epilepsias.

El registro electroencefalográfico se realiza mediante la colocación de electrodos (receptores) en la piel cabelluda de la cabeza, ubicados conforme el sistema internacional (10-20), por un tiempo mínimo de 30 min con maniobras de fotoestimulación, hiperventilación y apertura y cierre de ojos.

El empleo de este estudio de gabinete no implica ninguna molestia aparente para los pacientes; sin embargo, en la población infantil, donde se solicita desvelo del paciente de al menos cinco horas, implica también el desvelo de al menos uno de los padres. Otro evento implícito en el estudio es el traslado de los pacientes al lugar donde se efectúa el estudio, con la pérdida de un día de trabajo para el padre que lo lleva, además de los gastos del transporte y alimentación, tanto para el paciente como para quien lo lleva.

La elaboración de un EEG implica gastos del material propio de éste, como: papel, pasta conductora, gastos para el funcionamiento del electrofisiógrafo, energía eléctrica, mantenimiento del aparato, sueldo de técnicos especializados y del neurólogo o electrofisiólogo para su interpretación. Si la persona que lleva al niño está laborando, implica un día de trabajo perdido, y si el niño está en la escuela implica pérdida de clases o de rehabilitación según sea el caso.

Por tal motivo se planteó la pregunta: ¿qué utilidad real representa el EEG en este hospital?, ¿qué gastos reales son los que se pagan por cada uno de estos estudios? y ¿cuánto costó a esta institución efectuar 1 000 EEG?

El Hospital Infantil de México Federico Gómez, es un Instituto Nacional de Salud, de tercer nivel de atención pediátrica, que depende de la Secretaría de Salud, donde se efectúan actualmente en promedio 130 EEG por mes.

Material y métodos

Se revisaron los resultados e indicaciones de 1 000 registros electroencefalográficos realizados en forma consecutiva en el período comprendido entre agosto de 2003 a junio de 2004. La interpretación de los EEG fue efectuada por un electrofisiólogo clínico que trabaja en la unidad, cegado al protocolo. De la solicitud para este estudio se obtuvieron los datos demográficos y epidemiológicos de los pacientes, así como el diagnóstico de envío y servicio que lo enviaba; para el análisis de sensibilidad y especificidad se separó a los pacientes en dos grupos, el de los pacientes con el diagnóstico clínico de epilepsia, este diagnóstico fue efectuado por un neurólogo pediatra de la unidad, estos pacientes además de tener el diagnóstico positivo para epilepsias se encontraban bajo tratamiento con anticomiciales, y el otro grupo que tenía cualquier otra entidad diferente a epilepsia, este diagnóstico fue efectuado por los mismos neurólogos pediatras además de otros pediatras del mismo hospital, los pacientes con sospecha clínica de epilepsia o sin el diagnóstico de certeza de epilepsia, no se incluyeron.

La captura de las señales electroencefalográficas se realizó con un cabezal marca *La Mont* de 32 canales y el procesamiento y análisis mediante un *Software* digital *Stellate Harmonie*, con análisis visual de al menos una hora de registro sin artefactos (30 min de vigilia, 10 min de hiperventilación, cinco minutos de fotoestimulación a frecuencias de disparo de 0 a 20 por segundo, y el resto de sueño fisiológico). Se utilizaron filtros de frecuencia baja a 0.3 Hz y de frecuencia alta a 60 Hz. Todos los estudios fueron analizados visualmente por uno de los investigadores utilizando al menos dos montajes bipolares (longitudinal y transversal) y un referencial al *vertex*. Cuando fue necesario se realizó un análisis de frecuencias utilizando la transformada rápida de Fourier con filtros pasabanda de cinco frecuencias básicas (Delta 0.5-3.90 Hz, Theta de 4 a 6.9 Hz, Alfa de 7 a

12 Hz, Beta 1 de 12.5–20 Hz y Beta 2 mayor de 20 Hz) y tablas con las potencias relativas y absolutas de cada electrodo/banda.

Las impedancias fueron monitoreadas durante todo el estudio para mantenerlas por debajo de 3 Homs.

Para este estudio, la interpretación se realizó tomando en cuenta la edad, sexo y motivo de indicación. Los resultados fueron clasificados de forma simplificada como: Registro normal, cuando los grafoelementos y su distribución son acordes a su edad y no existen elementos paroxísticos (puntas, ondas agudas o actividad delta focal) sugestivos de disfunción cortical o subcortical. Disfuncional, cuando la distribución de los ritmos registrados corresponden a una edad menor de dos años de la cronológica del niño o corregida cuando nació prematuro (edad corregida = edad cronológica + diferencia de 44 semanas – edad gestacional al nacer). Paroxístico: cuando los registros muestran descargas intermitentes de ondas agudas, puntas o complejos punta-onda lenta; también en caso de registro ictal de una crisis generalizada o parcial.¹⁸ Muerte cerebral, se observa un EEG plano en todas sus derivaciones con una sensibilidad de 7.1 a 2.5 ó hasta 1 mV/mm, aumento constante de tiempo de 0.3 a 0.4 segundos, en su caso se desconectó el respirador por 15 seg. Se estimuló al paciente con dolor, luz y sonido así como apertura pasiva de párpados y compresión ocular, este estudio se repitió a las 24 horas. Además el paciente no debió estar bajo el efecto de ninguna droga depresora del sistema nervioso central que pueda interferir en el registro como benzodiazepinas o barbitúricos.

Para establecer los costos directos de EEG se tomaron en cuenta:

1. Pago promedio efectuado a la institución por el estudio. El cobro por parte del Hospital Infantil de México Federico Gómez es en base a una escala que depende del nivel socioeconómico del paciente.

2. Gastos para cada EEG que genera el electrofisiógrafo, este cálculo se llevó a cabo por el costo del aparato, con el cual se realizó el EEG en relación a su vida media en años de utilidad entre los EEG efectuados en un año de funcionamiento.
3. Gastos de energía eléctrica por cada electroencefalograma, se tomaron en cuenta los gastos del kilowatt/h dividido en gasto de energía por parte del electrofisiógrafo por día.
4. Costos por mano de obra por parte del técnico que efectuó el EEG y del electrofisiólogo que los interpretó.
5. Gastos por la secretaria del servicio de electrofisiología que se encarga de dar citas y transcribir los resultados de electrofisiología entre otras actividades, para ese cálculo se dividió el sueldo de la secretaria por el número de EEG que se efectúan en el servicio.

Para los costos indirectos de cada EEG se tomaron en cuenta:

1. Cálculo de los gastos de alimentación en promedio que tienen estos pacientes y la persona que los acompaña al acudir al hospital, se tomó en cuenta el costo de dos desayunos del restaurante del hospital, dado que todos los pacientes acuden a efectuar el estudio en el transcurso de la mañana.
2. Pago promedio en transporte público, este gasto se calculó en base al costo de transporte público de las zonas conurbanas de la ciudad de México, que es de donde proceden la mayoría de nuestros pacientes.

Para efectuar un EEG a estos pacientes es necesario que los lleve un adulto, esto implica la inversión de día/hombre desde el punto de vista laboral, para este gasto se consideró el promedio de salario mínimo de un día de los mexicanos en 2004.

Se omitieron los gastos del inmueble donde se efectúan los EEG porque no se paga renta o ningún otro tipo de remuneración por el uso del mismo.

Todos los registros que se incluyeron en el estudio fueron de pacientes a los que se le atiende en este hospital y cuentan con número de registro.

Los pacientes fueron referidos para efectuar un estudio de EEG sólo por un especialista que labora en este hospital, tanto de la consulta externa como de pacientes que se encontraban hospitalizados.

Las solicitudes en las cuales no se pudieron obtener las variables a investigar no se incluyeron.

Se elaboró una base de datos, con la información que se encontraba en la hoja de solicitud que contenían, tomando registro de las variables de: edad, género, antecedentes en el embarazo, del nacimiento, de epilepsia, exploración neurológica y servicio que lo enviaba.

Los antecedentes patológicos y no patológicos que se registraron fueron proporcionados por cada uno de los padres de los pacientes.

Para los resultados electroencefalográficos se consideraron las variables de registro normal, disfunción, paroxismos y muerte cerebral.

Para la comprobación de hipótesis se realizó el análisis de los resultados de las diferentes variables permitiéndonos un error alfa de 5%, con un nivel de significancia de 0.05, bimarginal. Se utilizó para proporciones la prueba de Ji cuadrada.

También se efectuó estudio de sensibilidad, especificidad para el EEG y los pacientes con epilepsias, con la fórmula estándar de una tabla de 2 x 2 (Cuadro 1).¹⁵

Resultados

Aspectos demográficos

El 40% (400/1 000) de los pacientes que se les efectuó el EEG correspondió al género femenino y 60% (600/1 000) al masculino, con una proporción de 1.5:1. Los lactantes fueron el grupo etá-

Cuadro 1. Estudio de sensibilidad y especificidad para el EEG

	Epilépticos	No epilépticos
EEG-positivo	A	B
EEG-negativo	C	D
EEG: electroencefalograma		
Sensibilidad $a/(a+c)$; Especificidad $=d/(b+d)$		
Valor predictivo negativo $= d/(c+d)$; Valor predictivo positivo $= a/(a+b)$.		

reo predominante con 33% (333/1 000), seguido por los escolares 30% (300/1 000) y los preescolares con 17% (170/1 000). Los grupos más reducidos fueron los adolescentes con 16% (160/1 000) y los neonatos con 4% (40/1 000) (Fig. 1).

EEG

El 49% (490/1 000) de los trazos fueron normales, y los anormales se observaron en 51% (510/1 000), distribuidos de la siguiente manera: 23% (230/1 000) con trazo paroxístico, 27% (270/1 000) disfuncionales y 1% (10/1 000) con muerte cerebral.

EEG y antecedentes

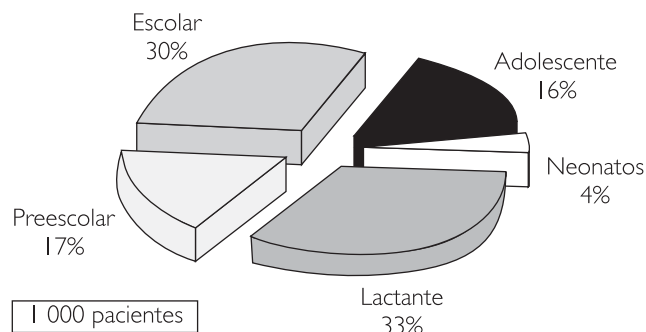
Gestación normal: 68.1% (681/1 000) de todos los pacientes; de éstos, 46.5% (317/681) con EEG normal y 31.9% (217/681) con EEG anormal.

Gestación con alguna alteración: 25.8% (258/1 000); de estos pacientes 54.2% (140/258) con EEG normal, 45.7% (118/258) con EEG anormal y 0.3% (3/1 000) no especificados.

Se desconoció el antecedente de embarazo en 5.8% (58/1 000) de todos los pacientes.

Los nacimientos normales fueron en 62.8% de todos los pacientes; de éstos tuvieron EEG normal 44.4% (278/628), y EEG anormal 55.4% (348/628), 0.15% (2/628) fue inespecífico.

Los nacimientos con alguna complicación fue en 29.9% de todos los pacientes; 57.5% (172/299) de éstos tuvieron un EEG normal, el resto, 42.4% (127/299), presentaron un EEG anormal.

**Figura 1.** Edad de pacientes con estudio de EEG.

Se desconoció el antecedente de nacimiento en 7.1% (71/1 000).

Antecedentes patológicos

De todos los registros estudiados, los pacientes que tenían algún familiar de primer grado con alguna enfermedad neurológica fue de 4.4%; de éstos, presentaron EEG normal 68.1% (30/44), y en 31.8% (14/44) se observó EEG anormal.

En 68.6% de todos los pacientes, no se tenía ningún antecedente personal patológico; de estos pacientes, 43% (295/686) tenían EEG normal, y 56.7% (389/686) presentaron EEG alterado.

En 0.2% (1/686) de estos pacientes los EEG fueron no determinados.

Epilepsia

En 10.1% de los pacientes existió antecedente de epilepsia en algún familiar de primer grado; de éstos, el EEG resultó normal en 58.4% (59/101), y en 41.5% (42/101) fue anormal.

En 77.7% de los pacientes no existió antecedente familiar de epilepsia; de éstos, tuvieron EEG normal 46.4% (361/777), anormal 53.1% (412/777), y no especificado en 0.3% (4/777).

El desarrollo psicomotor normal se observó en 57.3% de los pacientes; de éstos, 51% (292/573) presentaron EEG normal y 48.6% (279/573) anormal.

En 34.9% de los pacientes el desarrollo psicomotriz fue anormal; con EEG normal en 43.2% (151/349), alterado en 56.4% (197/349) e inespecífico en 0.28% (1/349).

La exploración neurológica fue normal en 48.4% de los pacientes; de éstos, presentaron EEG normal 58.8% (285/484) y algún tipo de anormalidad en la exploración neurológica 40.7% (197/484); en 0.4% (2/484) el EEG fue confuso.

La exploración neurológica anormal se apreció en 50% de los pacientes; de éstos, presentaron EEG normal 37.8% (189/500) y 62% (310/500) EEG anormal. En 0.2% (1/500) el resultado fue confuso (Cuadro 2).

No se encontró el dato de la exploración neurológica en 1.6% del total de pacientes.

Servicios solicitantes

El servicio de Neurología solicitó 44% (440/1 000) de los estudios, de éstos fueron normales 48% (211/440); Psiquiatría 15% (150/1 000), de éstos, fueron normales 79% (119/150). Terapia Intensiva 9% (90/1 000) de los EEG, resultando normales 30% (27/90). Pediatría general 8% (80/1 000), resultando normales 60% (48/80). El servicio de Urgencias 8% (80/1 000), resultando normales 41% (33/80). La Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) solicitó 7% (70/1 000) de los EEG y de éstos, resultaron normales

30% (21/70). Medicina Interna Pediátrica 5% (50/1 000), de los cuales 53% (26/50) resultaron normales. El Departamento de Cirugía 4% (40/1 000) de los EEG, resultando normal 66% (26/40) (Fig. 2).

Gastos

Para el cálculo aproximado de cada estudio en esta institución se tomaron en cuenta las siguientes variables: el salario del personal técnico, el material de reposición periódica (papel, tinta, electrodos), pasta conductora y gastos indirectos (secretaría, energía eléctrica, agua).

Los pacientes y su acompañante: el salario promedio de un mexicano era de \$6 820.00 pesos mensuales en el año 2004 (Instituto Nacional de Geografía e Informática), así que en un día ganaba aproximadamente \$227.33 pesos mexicanos.

El costo que tienen que pagar los pacientes en promedio para dirigirse de su domicilio al hospital es de 30 pesos y el gasto de un desayuno para el niño y su acompañante es aproximadamente de 50 pesos, lo que hace un total de 80 pesos. El 80% de los pacientes tiene una clasificación socioeconómica del nivel 1 y 2, con un costo del EEG para

Cuadro 2. Relación de resultados del EEG y otras variables

	EEG normal	EEG anormal	Total	χ^2
Nacimiento normal	279	348	627	P <0.0001
Nacimiento patológico	172	127	299	
Antecedente neurológico positivo	30	14	44	P =0.002
Antecedente neurológico negativo	295	389	684	
Exploración neurológica normal	285	197	482	P ≤0.001
Exploración neurológica anormal	189	310	499	
Desarrollo psicomotor normal	292	279	571	P =0.027
Desarrollo psicomotor alterado	151	197	348	
Antecedente de epilepsia positiva	59	42	101	P =0.034
Antecedente de epilepsia negativa	361	413	774	
Embarazo normal	317	364	681	P =0.042
Embarazo anormal	140	118	258	

EEG: electroencefalograma

esta clasificación de \$100.00 y \$251.00 pesos mexicanos, respectivamente, promedio 176 pesos.

Los aparatos de electroencefalografía (electrofisiógrafo) tiene una vida media de aproximadamente 10 años y su costo es aproximadamente de \$135 000.00 pesos mexicanos, lo que implica una inversión anual de \$13 500.00 pesos; el período de estudio fue de 11 meses que equivalen a \$12 375.00 pesos, dividido entre los 1 000 EEG que se efectuaron, sería un gasto por el uso del equipo por cada EEG de \$12.50 pesos. Los aparatos necesitan un gasto de energía de 300 Kilowatt/hora, la jornada del trabajo es de ocho horas al día con un consumo total de aproximadamente 24 000 Kilowatt/día; el costo por cada uno es de \$0.75 centavos, con un total por día de \$18.00 pesos. Se efectúan en promedio dos EEG al día, así que cada aparato consume en energía eléctrica para cada estudio \$9.00 pesos.

El papel que se emplea para los estudios tiene un costo de \$348.00 pesos mexicanos y alcanza

para efectuar 10 estudios. Cada EEG consume en papel \$35.00 pesos.

El frasco de gel con pasta conductora cuesta \$250.00 pesos, alcanza para 11 pacientes, lo que significa un gasto de \$23.00 pesos.

El personal debe tener un entrenamiento técnico para este procedimiento. Gana en un mes \$10 400.00, por día \$350.00 pesos y se efectúan en promedio dos EEG diarios, así que por cada EEG efectuado se le paga al técnico \$175.00 pesos.

La secretaria del servicio gana por mes \$4 400.00 pesos, en 11 meses se le pagó \$48 400.00 pesos y por EEG se pagó \$48.05.

El neurólogo del servicio gana al mes \$18 400.00 pesos, por 11 meses \$202 400.00, por EEG interpretado se pagó \$202.50 pesos.

Por lo anterior, el hospital gasta por cada EEG aproximadamente \$ 505.00 pesos mexicanos, más \$483.33 pesos de gastos efectuados por los pacien-

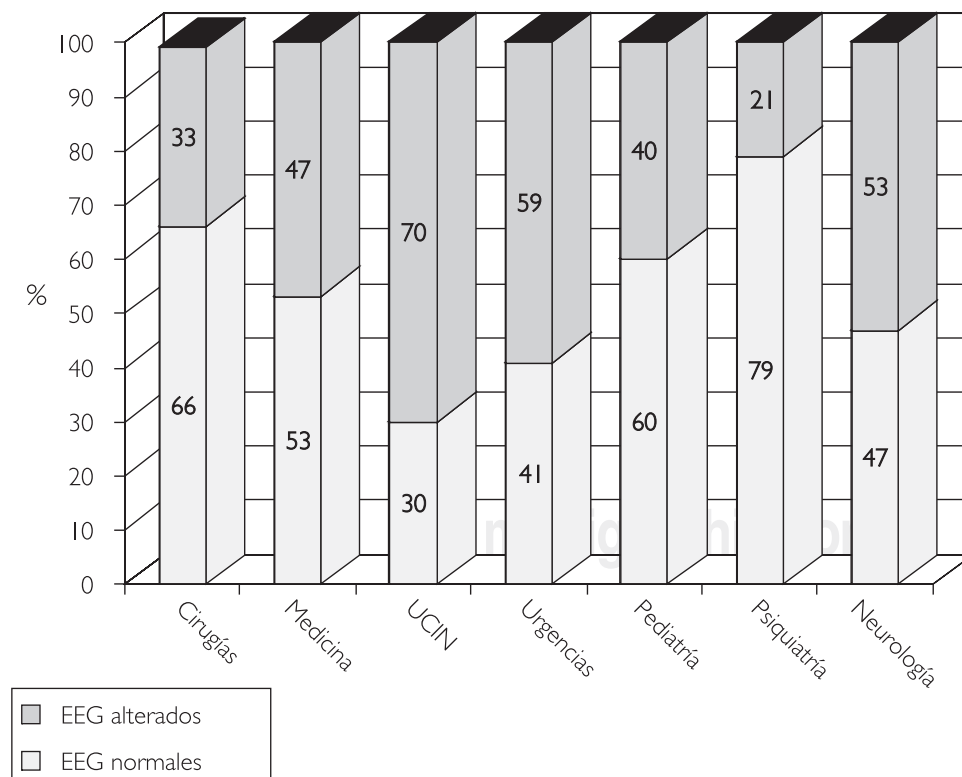


Figura 2. Porcentajes de EEG alterados y normales en diferentes servicios.

tes, hacen un total de \$988.33 pesos, lo que representó un costo de \$988 330.00 por estos 1 000 EEG.

Discusión

Es el primer estudio de este tipo que se realiza en esta institución, con la finalidad de describir la utilidad del EEG, sus indicaciones, las características de los pacientes, así como los gastos más cercanos a la realidad que implica cada estudio, tanto para los pacientes como para la institución. Se analizaron 1 000 registros, en un intervalo de 11 meses.

En el presente estudio se observó un predominio discreto en sexo masculino (60 vs 40%), esta variación está en relación directa al predominio, también discreto, de las entidades neurológicas en los niños a esta edad.

Los grupos etarios a los cuales se le solicitaron más EEG fueron, en números totales, a los lactantes (que comprende un período de la vida de 23 meses), y los escolares (que comprende un período de la vida de 96 meses), representando más de la mitad de los pacientes; sin embargo, proporcionalmente, en los neonatos (4% de la población estudiada), que abarca un período de 28 días de vida, resulta mucho más alta la proporción en comparación con los otros grupos; esto es, ocho veces más EEG para los neonatos que para los otros grupos etarios, ya que en este período de vida hay una alta frecuencia de padecimientos neurológicos en comparación con otras edades de la infancia.

La importancia de efectuar una buena historia clínica en neurología, es de gran ayuda para el diagnóstico o la sospecha de alguna entidad, este hecho está fuertemente sustentado en los hallazgos observados en el presente estudio.

Al comparar los resultados electroencefalográficos anormales y los normales con los diferentes antecedentes de estos pacientes (Cuadro 2), se observa que existen diferencias estadísticamente significativas (ji cuadrada) entre ellos, así los EEG anormales presentan mayor relación con los pa-

cientes que presentan antecedentes de embarazo anormal, nacimiento patológico, alguna enfermedad neurológica o de epilepsia en algún familiar de primer grado, antecedente de alteraciones en su desarrollo psicomotriz y en aquéllos en donde se encontró alguna alteración en la exploración neurológica, siendo la más significativa el antecedente del nacimiento anormal del paciente.

De los EEG solicitados por el servicio de Psiquiatría, cerca de 80% resultaron normales, el restante 20% de los EEG estuvo alterado; otros autores han encontrado, también en padecimientos psiquiátricos, porcentajes elevados de EEG normales, más de 90%, y sólo 2.2% de EEG alterados.¹⁰ El porcentaje elevado de pacientes psiquiátricos con EEG alterados que se observó en esta serie es debido a que los pacientes con trastornos neurológicos también presentan alteraciones psiquiátricas, y no fue posible establecer un padecimiento psiquiátrico no comórbido en estos pacientes. Los resultados de EEG normales también son frecuentes en padecimientos que son vistos por los psiquiatras, como el trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH), donde hay alteraciones en el EEG en sólo 5%.^{18,19}

El otro servicio que también presentó resultados altos de EEG normales fue el de cirugía (66%), seguidos por pediatría con 60% y el servicio de medicina interna pediátrica con 53%. En el resto de los servicios, los EEG solicitados fueron normales por abajo de 50%.

En el servicio de neurología se observó que 49% de los EEG fueron normales. Otros autores han observado que en los pacientes con epilepsia, el EEG es normal hasta en 48%.¹⁵

El 60% de los pacientes vistos en la consulta externa tienen epilepsia. El servicio donde se observó el menor número de EEG normales fue en la UCIN, posiblemente por las características de estos pacientes en relación al grado de gravedad en que se encuentran.

Al analizar los dos servicios de mayor relación con el sistema nervioso, neurología y psiquiatría,

se encontró que entre ambos solicitaron 59.4% (594/1 000) de todos los estudios; en ambos grupos se observó un trazo paroxístico (epiléptico) en 27.9% (166/594), más frecuente de lo observado por otros autores (4%);¹⁵ sin embargo, si se analizan los servicios por separado, los EEG paroxísticos que se observaron en el servicio de psiquiatría fue en 4% (6/150) y en neurología se observó en 36% (148/196). Este aumento de la frecuencia observada de paroxismos en los pacientes de neurología, es explicada por dos factores: 1. La alta frecuencia de pacientes con epilepsia que se atienden en el servicio (60% de la consulta externa); y 2. El 75.5% (148/196) de los pacientes con epilepsia fueron referidos por neurólogos, 24.5% de los pacientes con diagnóstico de epilepsia fueron enviados por otros especialistas.

De toda la muestra, 196 pacientes tenían el diagnóstico de epilepsia, de éstos, 92 presentaron EEG con trazos paroxísticos (47%), muy similar a lo observado por los mismo autores,^{15,18} donde el porcentaje de pacientes con paroxismo va de 46 a 76% dependiendo del tipo de epilepsia.

Los pacientes con epilepsia que envió el servicio de neurología, presentaron EEG con paroxismos en 39% (58/148), discretamente menor de lo observado por otros autores,^{5,18} quienes identificaron entre 52 y 55.5%.

Los resultados históricos de EEG con paroxismos en niños sanos de diferentes edades ha sido observado por varios autores, y van desde 1.1 hasta 8.7%, con un promedio de 4.25%.²⁰⁻²⁴ Así, si se toman en cuenta estos resultados históricos como falsos positivos y se comparan con los pacientes epilépticos de esta serie (196 pacientes con epilepsia, 92 de ellos con EEG paroxísticos), se podría calcular la sensibilidad, que sería de 47%, y la especificidad de 96%, con un valor predictivo positivo de 95% y un valor predictivo negativo de 48%. Lo que significa que casi la mitad de los pacientes con epilepsia que acudieron a este hospital, su EEG fue paroxístico. Si se toma como referencia los resultados de estas cinco investiga-

ciones que involucran un gran número de niños sanos, se observa que la posibilidad de encontrar un EEG paroxístico en niños con epilepsia en esta institución es de 95% y la posibilidad de encontrar un EEG negativo en niños sanos sería de 48%. Como se puede observar, el EEG es de gran utilidad en los pacientes con epilepsia.

Los resultados falsos positivos (EEG paroxístico y sin epilepsia), en pacientes con otras entidades neurológicas, se han observado hasta en 2.2%;¹⁰ sin embargo, en este estudio se encontraron EEG paroxísticos en pacientes no epilépticos, con una frecuencia de 17.2%, muy por arriba de lo observado por otros autores. Una posibilidad para esta diferencia importante podría ser la falta de diagnóstico de epilepsia en varios pacientes. Si se analiza esta serie en ese contexto y se comparan los EEG paroxísticos de pacientes con epilepsia y los pacientes con EEG paroxísticos con otras entidades (804 pacientes con otras enfermedades, de los cuales 139 tuvieron un EEG paroxístico), se obtiene una sensibilidad de 47% y una especificidad de 83%; esto es, los pacientes que tienen alguna entidad no epiléptica tuvieron EEG no paroxístico en 83%. Sin embargo, si se analiza el valor predictivo positivo de 40%, y el predictivo negativo de 86%, se puede decir que las posibilidades de que un pacientes con epilepsia tenga un EEG paroxístico es de menos de la mitad (40%) y las posibilidades de que un paciente sin epilepsia y con otra enfermedad neurológica o psiquiátrica tenga un EEG no paroxístico es de 86%, o sea hay hasta 14% de posibilidades de que se obtengan falsos negativos en pacientes no epilépticos en nuestra institución, y sin un buen análisis clínico sería fácil caer en un diagnóstico erróneo. La utilidad de la exploración clínica en epilepsia es muy importante, por ejemplo, durante una exploración neurológica con la hiperventilación se puede desencadenar ausencias (en ausencias juveniles) aproximadamente hasta en 90% de los pacientes.²⁵

Los falsos positivos de EEG paroxísticos en entidades diferentes son también bien documentados en otras investigaciones; en los niños con

TDAH, presenta alteraciones paroxísticas sólo en 5%, sin que esto tenga importancia para el padecimiento.¹⁵

En cefaleas, también se ha documentado la inutilidad del EEG,²⁶ se ha observado con alteraciones que van de 0¹⁹ hasta 12%,⁸ pero inespecíficas. Otra entidad donde se observan alteraciones, pero también son de muy poca significancia clínica, es el síndrome de Gilles de la Tourette.^{9,27,28}

Con lo que respecta a los gastos que implican efectuar un estudio de este tipo, se dividen en dos partes: el primer gasto le corresponde al paciente o a su tutor, gasto que depende de nivel socioeconómico designado por una trabajadora social; y la otra parte es aportado por el gobierno federal a través de un presupuesto designado al hospital. En repetidas ocasiones se ha mencionado que los gastos para efectuar un EEG son muy pocos; sin em-

bargo, cuando se consideran los gastos secundarios y los gastos del personal que es necesario para dicho estudio, nos percatamos que no es tan bajo el gasto como se ha estado mencionando. Para el paciente o su tutor implica un desembolso en promedio de \$483.33 pesos mexicanos. Este gasto representa para un mexicano promedio, que gana al día \$227.33 pesos, más de dos días de su salario, siendo un gasto significativo. El hospital participa con 51% del gasto total del estudio. Todos los hospitales del sector salud tienen un presupuesto muy limitado en todos los servicios, por lo que un gasto innecesario en cualquier área implica la pérdida de dinero, que seguramente repercutirá en el personal o en la adquisición de medicamentos. Del total de gastos, la mitad fueron para EEG normales. La pregunta que nos hacemos es ¿en realidad un EEG efectuado en esta institución vale lo que cuesta?

USEFULNESS AND COST OF ELECTROENCEPHALOGRAM: EXPERIENCE OF ONE THOUSAND CASES IN A SPECIALTY HOSPITAL IN MEXICO CITY

Introduction. Electroencephalogram (EEG) is a non-invasive, cheap and available study particularly useful in epilepsies; for other neurological studies its usefulness is limited, and it results costly and bothersome for patients. Objective: To describe clinical and electroencephalographic characteristics of 1 000 pediatric patients; to identify EEG sensitivity and specificity in epileptic patients from this population sample, and to calculate the cost of each EEG.

Materials and methods. Clinical and epidemiological characteristics of 1 000 patients were analyzed; EEG specificity and sensitivity as well as approximate cost were calculated.

Results. Forty-nine percent of cases presented a normal EEG whose cost was \$484 281.17 Mexican pesos. Psychiatry Department reported 79% normal EEG. In epileptic patients, sensitivity was 47% and specificity 83%; positive and negative predictive values were 40 and 86% respectively.

Conclusions. EEG is a very useful study in epileptic patients but not in other neurological diseases. Cost per EEG was \$988.33 Mexican pesos.

Key words. Electroencephalogram; neuropsychiatry; sensitivity; EEG cost.

Referencias

1. Varelas P, Spanaki M, Hacein-Bey L. Emergent EEG indications and diagnostic yield. *Neurology*. 2003; 61: 702-4.
2. Bostwick J, Philbrick K. The use of electroencephalography of the medically ill. *Psychiatr Clin North Am*. 2002; 1: 25.
3. Gibbs FA, Gibbs EL, Pels MA, Rich CL. EEG and clinical aspects of palsy. *Pediatrics*. 1963; 32: 73-84.
4. Trojaborg W. Focales spikes discharges in children a longitudinal study. *Acta Paediatr Scand*. 1966; 168 Supl: 1-13.
5. Fois A, Borgheresi S, Luiti E. Possibilita di un substrato familiare nella patogenesi degli attacchi neurovegetativi. *Riv Clin Pediatr*. 1967; 79: 72-82.
6. Javons P. Tele electroencephalography in blind children. *Br J Ophthalmol*. 1964; 48: 83-101.
7. De Carlo L, Cavaliere B, Arnaldi C, Faggioli R, Soriani S, Scarpa P. EEG evaluation in children and adolescents with chronic headaches. *Eur J Pediatr*. 1999; 158: 247-8.
8. Kramer U, Nevo Y, Neufeld MY, Harel S. The value of EEG in children with chronic headaches. *Brain Dev*. 1994; 16: 304-8.
9. Glaze DG, Frost JD, Jankovic J. Sleep in Gilles de la Tourette's syndrome. *Disorder of arousal*. *Neurology*. 1983; 33: 586-92.
10. Zivin L, Ajomone-Marsan C. Incidence and prognostic significance of epileptic form activity in the EEG of non epileptic subjects. *Brain*. 1968; 91: 751-78.
11. Lairy GC. Les signes EEGd' "épilepsie" sur le trancé de l'enfant. *Rev Neuropsychiatr Infant*. 1965; 13: 461-75.
12. Diamond JM. ADHD and EEG. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1997; 36: 575-6.
13. Bresnahan SM, Anderson JW, Barry RJ. Age related changes in quantitative EEG in attention deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*. 1999; 46: 1690-7.
14. Cavazzuti GB, Cappella L, Nalin A. Longitudinal study of epileptic form EEG patterns in normal children. *Epilepsia*. 1980; 21: 43-55.
15. Goodin D, Aminoff M. Does the interictal EEG have a role in the diagnosis of epilepsy? *Lancet*. 1984; 14: 837-8.
16. Gloor P. The EEG and differential diagnosis of epilepsy. En: Van Duijin H, editor. *Donker lecture of the ninth international congress of electroencephalography and clinical neurophysiology*. Amsterdam: N.V. Drukkerij Trio; 1977. p. 9-21.
17. Parsonage MJ, Exley KA. Use and abuse of electroencephalography. *Lancet*. 1964; ii: 753.
18. Marsan CA, Zivin LS. Factors related to the occurrence of typical paroxysmal abnormalities in the EEG record of epileptic patients. *Epilepsia*. 1970; 11: 361-81.
19. Matoth I, Tausein I, Kaay B. Overuse of EEG in the evaluation or common neurological conditions. *Pediatr Neurol*. 2002; 27: 378-83.
20. Gibbs FA, Gibbs EL. *Atlas of electroencephalography*. Cambridge, Mass.: Addison and Wesley; 1964. Vol. III. p. 538.
21. Netchine S. L'activite électrique cérébrale chez l'enfant normal de 6 a 10 ans. Paris: PUF; 1969. p. 246.
22. Doose H, Gerken H, Hien-Volpel KF, Volzke E. Genetics of photosensitive epilepsy. *Neuropädiatrie*. 1969; 1: 56-73.
23. Eeg-Olofsson O, Petersen I, Sellden U. The development of the EEG in normal children from the age 1 through 15 years: paroxysmal activity. *Neruopädiatrie*. 1971; 2: 375-404.
24. Dreyfus-Brisac C, Monod N. Les foyers EEG (pointes) détectés par la surveillance systématique prolongé d'enfants nés à terme et prématurés. *Etude électroclinique*. *Rev Neuropsychiatr Infant*. 1966; 14: 899-924.
25. Menkes HJ, Sankar R. *Paroxysmal disorders*. En: Menkes JH, Samat HB, editores. *Child neurology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 919-1026.
26. Gronseth GS, Greenberg MK. The utility of the electroencephalogram in the evaluation of patients presenting with headache. A review of the literature. *Neurology*. 1995; 45: 1263-7.
27. Semerci ZB. Neurological soft signs and EEG findings in children and adolescents with Gilles e la Tourette syndrome. *Turk J Pediatr*. 2000; 42: 53-5.
28. Bergen D, Tanner CM, Wilson R. The electroencephalogram in Tourette syndrome. *Ann Neurol*. 1982; 11: 382-5.