

Valor pronóstico del mapeo cerebral en la recuperación funcional del paciente con enfermedad cerebrovascular isquémica

Pronostic value of brain mapping in the functional recovery of patients with ischemic cerebrovascular disease

Dr. Freddy Torres Candebat, Dr. Iván Delgado Suárez y Dr. Arquímedes Montoya Pedrón

Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso", Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Se efectuó un estudio descriptivo longitudinal y prospectivo de 22 pacientes con ictus isquémico, que fueron ingresados en el Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" de Santiago de Cuba desde enero de 2010 hasta igual mes de 2011, con vistas a establecer un pronóstico de recuperación funcional a partir del mapeo cerebral. Se realizó la valoración neurofisiológica y funcional mediante el índice de Barthel. En la serie estudiada la edad media fue de 57,2 años y predominó el sexo masculino. El mapeo cerebral se caracterizó por la presencia de actividad lenta (theta, delta) y disminución de beta y alfa en regiones corticales ipsilaterales y contralaterales al territorio afectado por el foco isquémico; asimismo, la magnitud de estas alteraciones se correlacionó estrechamente con la ganancia funcional. La disminución de energía en las bandas alfa, asociada al incremento de esta en las bandas theta y delta, de tipo global, constituyeron índices de mal pronóstico rehabilitador.

Palabras clave: enfermedad cerebrovascular isquémica, pronóstico, rehabilitación, electroencefalograma, mapeo cerebral, plasticidad neuronal.

ABSTRACT

A longitudinal and prospective descriptive study was made in 22 patients with ischemic ictus that were admitted to "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" Teaching General Hospital in Santiago de Cuba from January, 2010 to the same month of 2011, aimed at establishing a prognosis of functional recovery from the cerebral mapping. A neurophysiological and functional evaluation was carried out by means of Barthel index. In the studied series the mean age was 57.2 years and the male sex prevailed. Cerebral mapping was characterized by the presence of slow activity (theta, delta) and beta and alpha decreases in cortical ipsilateral and contralateral regions to the territory affected by the ischemic focus; likewise, the magnitude of these changes was closely correlated with the functional gain. The energy decrease in the alpha bands associated with its increment in the theta and delta bands, of global type, constituted rates of bad rehabilitation prognosis.

Key words: ischemic cerebrovascular disease, prognosis, rehabilitation, electroencephalogram, cerebral mapping, neuronal plasticity.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el síndrome hemipléjico, resultante de la enfermedad cerebrovascular (ECV), constituye la principal causa de discapacidad en la población adulta y repercute gravemente en su calidad de vida y en la de su entorno familiar. Dado el envejecimiento progresivo de la población y el avance de la medicina, cada vez es mayor el número de supervivientes y, por tanto, de personas con discapacidad residual tras un trastorno brusco de la circulación cerebral o ictus.¹⁻³

Para la mayoría de los pacientes que han sufrido un ictus y han sobrevivido a él, la rehabilitación es uno de los aspectos más importantes de su seguimiento y su éxito está estrechamente vinculado al pronóstico, que debe ser lo más preciso posible, para trazar objetivos terapéuticos realistas y planificar mejor la estrategia terapéutica.

Hoy día, a pesar de la importancia del pronóstico rehabilitador, sigue siendo difícil predecir tras una primera valoración, cual será el nivel de recuperación funcional que alcanzará el paciente hemipléjico después de un ictus.⁴ Una de las causas, entre tantos factores que influyen en este, es que en la práctica diaria no se tienen en cuenta las alteraciones producidas después del daño isquémico en el contexto de redes funcionales de forma objetiva, como un indicador predictivo; aunque, en numerosos estudios se ha constatado que la evolución funcional está condicionada, en gran medida por las implicaciones neurofuncionales del daño isquémico en la dinámica cortical.⁴⁻⁶ Por esta razón se hace necesario obtener información acerca de qué ocurre desde el punto de vista funcional luego de la isquemia, independientemente de la afectación estructural.

La introducción de las imágenes eléctricas cerebrales permite combinar la alta resolución espacial de las neuroimágenes anatómicas, como la tomografía axial computarizada (TAC) o la resonancia magnética (RM), con la alta resolución temporal que brinda el registro de la actividad eléctrica cerebral (AEC).⁷

Al respecto, la actividad eléctrica, al ser representada por medio de imágenes a través de los mapas topográficos cerebrales (MTC), proporciona una información de la dinámica cortical. Mediante su análisis cuantitativo (mapeo cerebral) brinda una medida que permite cuantificar el daño neurológico inicial y obtener un índice de lesión funcional de gran utilidad en el estudio de patrones de normalidad o disfunción cortical.⁷

Por esta razón, los autores se sintieron motivados a integrarla a los programas de rehabilitación, con el objetivo de establecer un pronóstico rehabilitador a partir del mapeo de la actividad eléctrica cerebral, al poder relacionar los cambios producidos en parámetros anatomofuncionales tras el daño isquémico, con la recuperación funcional de los pacientes.

MÉTODOS

Se efectuó un estudio descriptivo longitudinal y prospectivo de 22 pacientes con ictus isquémico, que fueron ingresados en el Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" de Santiago de Cuba, desde enero de 2010 hasta igual mes de 2011, para conocer el valor pronóstico de los hallazgos morfofuncionales obtenidos mediante el análisis cuantitativo de la actividad eléctrica cerebral (mapeo cerebral).

El universo estuvo constituido por todos los pacientes con el diagnóstico clínico de ictus isquémico, correspondiente al área vascular anterior del encéfalo, que ingresaron en el Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" de Santiago de Cuba, desde enero de 2010 hasta igual mes de 2011.

Se tuvieron en cuenta los criterios de selección siguientes:

- Criterios de inclusión

- Confirmación por neuroimagen (TAC o RM) de la causa isquémica de la lesión, correspondiente al área vascular de la cerebral media.
- Presencia de síntomas y signos por más de 24 horas de evolución desde la aparición del cuadro.
- Más de 18 años de edad, independientemente del sexo y color de la piel.
- Consentimiento del paciente o sus familiares para la inclusión en el proyecto.

- Criterios de exclusión

- Deterioro cognitivo: Los déficit cognitivos son predictores de dependencia y de peores resultados funcionales al interferir en el desarrollo de los programas de rehabilitación por la pobre colaboración por parte del paciente.⁸
- Paciente con mal pronóstico vital, pues retrasa el inicio precoz de la rehabilitación e impide la aplicación de los test utilizados para su evaluación.
- Déficit funcional previo: Una función física deteriorada previamente al ictus, sea por la existencia de ictus recurrente o por una comorbilidad discapacitante asociada, es un predictor independiente de discapacidad funcional.⁹
- ECV previa: La existencia de este antecedentes (recurrencia del ictus) se relaciona con un peor resultado funcional, sobre todo si la afectación se produce en el lado contralateral al previo.^{8, 9}
- Afasia sensitiva o global: Se considera un factor de mal pronóstico funcional al interferir en el desarrollo de los programas de rehabilitación, por la pobre colaboración por parte del paciente; no se excluyen las afasias motoras, ya que mientras se conserve una mínima capacidad de comprensión para órdenes sencillas, el paciente puede colaborar con el tratamiento y mejorar su funcionalidad, similar a la de los enfermos no afásicos.⁹
- Déficit sensitivo y visual: La percepción sensitiva y visual en una persona con hemiparesia es importante en el reaprendizaje de las capacidades perdidas tras el ictus.⁸
- Falta de consentimiento del paciente o sus familiares para la inclusión en el proyecto.

- Criterios de salida del estudio

- Inasistencia por cualquier causa a las sesiones de rehabilitación en más de 3 ocasiones consecutivas.
- Decisión del paciente de abandonar el estudio.

- Presencia de complicaciones de cualquier índole que interfieran el programa rehabilitador.
- Fallecimiento del paciente.

Para el diagnóstico específico se tuvieron en cuenta los criterios clínicos e imagenológicos usados en la Guías de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cerebrovasculares,¹⁰ por la cual se rige el programa nacional cubano.

En cada paciente se tuvieron en cuenta las variables siguientes:

A. Demográficas

- Edad: Se tomó en consideración los años cumplidos por el paciente y se subdividió en 2 grupos de edades (de 40 a 59 y de 60 a 79 años).
- Sexo: Según las 2 categorías biológicas (masculino y femenino).

B. Neurofisiológicas

1) Electroencefalograma convencional (EEG): Se describieron 4 bandas clásicas: delta: 0,5-3,5 Hz; theta: 4-7 Hz; alfa: 8-13 Hz; beta: 14-30 Hz.¹¹

También se analizaron las siguientes variables de este:

a) Actividad de base

Normal: Si el ritmo alfa, el gradiente anteroposterior, la simetría y la reactividad ante la maniobra de apertura y cierre de los ojos, se encontraban dentro de los patrones de normalidad según grupos de edades.

Anormal: Si no cumplía estos elementos.

b) Ritmo alfa

Normal: Si tenía un origen en regiones occipitoparietal, con difusión temporal, frecuencia de 8 a 13 Hz, amplitud promedio de 50 uV, reactividad a la maniobra de apertura y cierre de los ojos y morfología sinusoidal.

Anormal: Si no cumplía estos elementos.

c) Actividad lenta:

Normal: Si no se registraba

Anormal: Si se registraba actividad en bandas de frecuencia theta o delta, excluyendo que el paciente estuviera dormido.

d) Actividad paroxística:

Normal: Si no se registraba

Anormal: Si se registraba actividad que fuera el doble en voltaje de la actividad de base e independiente a esta, que fuera transitoria y apareciera y desapareciera súbitamente.¹¹

2) Mapeo cerebral: Método diseñado para realizar el análisis cuantitativo de las características de la actividad eléctrica cerebral. Los métodos empleados en él, se basan en el análisis espectral del EEG utilizando FFT (transformada rápida de Fourier) y ofrecen una serie de parámetros numéricos como resultado, los cuales se almacenan en diferentes modelos que pueden ser estudiados visualmente.¹²

Los modelos calculados en análisis cuantitativo del EEG son los siguientes:

- Parámetros espectrales de banda estrecha (CROSS): Este modelo permite localizar las frecuencias donde hay una actividad eléctrica anormal y su distribución espacial en los pacientes y evita los problemas de pérdida de información espacial y de frecuencia del EEG.
- Modelo espectral de banda ancha: Este aproxima el espectro del EEG (parámetros espectrales de banda) como una constante sobre ciertas bandas de frecuencias, o sea, como una función de paso de aproximación al espectro. Incluye las medidas poder absoluto, poder relativo y frecuencia media, en las cuales se analizan las principales bandas del EEG (alfa, beta, theta, delta).

Además, se calcula para cada uno de estos 2 modelos la transformada Z de los diferentes parámetros que se almacenan. Una diferencia notable de un parámetro observado con respecto a su valor medio en la población de sujetos normales de la edad correspondiente, es una evidencia de posible anormalidad. La transformación Z expresa esta diferencia en unidades de desviaciones típicas y facilita así su interpretación.¹²

En este estudio, independientemente de que se analizaron los 2 modelos, se empleó el análisis del poder absoluto de la banda ancha por ser el que mayor información aportó.

A partir de la extensión del incremento o la disminución significativa del poder absoluto en estudio de la banda ancha del análisis cuantitativo del EEG, tomando como referencia la magnitud de Z en los mapas de amplitud, se subdividieron los parámetros en las expresiones o variables siguientes:

- Local: Si existía un incremento o disminución de la energía (magnitud de Z) en 1 o 2 regiones de los hemisferios cerebrales por mapeo cerebral.
- Extenso: Si existía un incremento o disminución de la energía (magnitud de Z) en 3 o más regiones, sin llegar a afectar la totalidad de los hemisferios cerebrales, por mapeo cerebral.
- Global: Si existía un incremento o disminución de la energía (magnitud de Z) en el total de los hemisferios cerebrales, por mapeo cerebral.

En el análisis topográfico de la actividad lenta en relación con la zona de infarto, el daño funcional se clasificó en:

- Ipsilateral: aparición de actividad lenta patológica (theta, delta) en regiones corticales ipsilaterales al territorio afectado por el foco isquémico
- Bilateral: aparición de actividad lenta patológica (theta, delta) en regiones corticales ipsilaterales y contralaterales al territorio afectado por el foco isquémico

La evaluación neurofisiológica se realizó a los 7 días de evolución, ya que en las ECV dentro de la fase aguda se describen 2 períodos básicos, asociados con 2 tipos de muerte neuronal: un patrón de muerte por necrosis, que transcurre durante las primeras 2-3 horas del accidente hipóxico y un segundo período de muerte, considerado esencialmente un patrón de muerte celular por apoptosis.⁵

La muerte apoptótica en modelos experimentales de lesiones isquémicas, aparece en las primeras 24 horas del insulto hipóxico, alcanza su pico máximo a los 7 días, para

decrecer progresivamente. Se tiene el criterio generalizado que en la ECV coexisten ambos tipos de muerte neuronal y que gran parte del daño funcional estará dado por los procesos de tipo apoptóticos.⁵

C. Variables funcionales

1) Recuperación funcional

- Evaluación funcional o grado de discapacidad: La recuperación funcional del paciente se analizó en el plano de su dependencia en las actividades de la vida diaria (AVD) a los 3 y 6 meses de evolución. Se tomó este período debido a que el mayor porcentaje de recuperación en el ictus tiene lugar en esta etapa. Para su evaluación se utilizó el índice de Barthel (IB) en su versión original, también conocido como índice de discapacidad de Maryland.

Las diferentes puntuaciones fueron interpretadas de la manera siguiente:

- Tipo I: 100, independiente
- Tipo II: Más de 60, dependencia leve
- Tipo III: De 40-55, dependencia moderado
- Tipo IV: De 20-35, dependencia grave
- Tipo V: Menos de 20, dependencia total

Una vez confirmado mediante neuroimagen el diagnóstico de ictus isquémico, correspondiente al área vascular de la arteria cerebral media, los datos de interés quedaron registrados en una ficha clínica individual confeccionada al efecto, donde se recogieron las variables objetos de estudio.

Todos los pacientes siguieron el mismo protocolo de tratamiento rehabilitador, según su déficit neurológico, que comenzó en las primeras 24 horas del ingreso hospitalario.

• Pruebas neurológicas

A todos los pacientes se les realizó un EEG digital, se les colocó los electrodos de superficie siguiendo el sistema internacional 10-20 (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, FZ, CZ, PZ). Las orejas cortocircuitadas sirven de referencia (A12). El cuero cabelludo fue limpiado y los electrodos adheridos con pasta conductora.

Se empleó el equipo Medicid 4E de Neuronic, de nacionalidad cubana, filtro 0,5-30 Hz; frecuencia de muestreo: 200 Hz; período de muestreo: 5 minutos; también fue monitoreada la calidad del registro.

Para el análisis cuantitativo (mapeo cerebral), se escogieron segmentos del EEG libre de artefactos y actividad paroxística.

Para la construcción de las imágenes eléctricas cerebrales se utilizó como punto de partida la información del EEG digital convencional, más un ordenador con sus programas correspondientes, el cual hace un análisis matemático de la señal electroencefalográfica. Con los resultados se realizó una síntesis de imágenes a color que permitió una representación visual inmediata de estos hallazgos.

RESULTADOS

La edad media fue de 57,2 años (DE: ± 2). Predominó el etario de 40-59 años, de los cuales 54,6 % eran hombres y 45,4% mujeres.

En el análisis de los principales parámetros del EEG cualitativo y el grado de recuperación funcional según IB (tabla 1), se observó que la actividad de base y ritmo alfa normal, así como la ausencia de actividad paroxística y actividad lenta, prevalecieron en los pacientes del grupo I, los cuales presentaron una completa recuperación funcional; mientras la alteración de la actividad de base y ritmo alfa, así como la presencia de actividad lenta (bandas de frecuencia theta y delta) imperaron en los grupos II y III, los cuales presentaron una recuperación funcional menos favorable.

Tabla 1. Frecuencia de los principales parámetros del EEG cualitativo y el grado de recuperación funcional según IB

Parámetros del EEG cuantitativo	Grado de recuperación funcional según IB											
	Grupo I		Grupo II				Grupo III					
	Normal No.**	%	Anormal No.**	%	Normal No.**	%	Anormal No.**	%	Normal No.**	%	Anormal No.**	%
Actividad de base	8	36,3	2	9,09	4	18,1	6	27,2			2	9,09
Actividad alfa	10	45,4			4	18,1	6	27,2			2	9,09
Presencia de actividad paroxística			2	9,09			8	36,3				
Presencia de actividad lenta			2	9,09			6	27,2			2	9,09

*No hay total porque un mismo paciente presentó más de una alteración.

** El porcentaje fue calculado sobre la base del total de pacientes (n= 22)

Como se muestra en la tabla 2, la disminución de energía (magnitud de la Z), en dicha banda fue local en el 100,0 % de los pacientes del grupo I. Por otra parte, la disminución de energía en la banda alfa de tipo extenso y global se presentó en los pacientes de los grupos II y III, respectivamente, con una recuperación funcional más desfavorable.

Tabla 2. Extensión de la disminución de energía del poder absoluto de la banda alfa en el mapeo cerebral y el grado de recuperación funcional según IB.

Grado de recuperación funcional (IB)	Banda de frecuencia alfa (Disminución significativa del poder absoluto BA)							
	Local		Extenso		Global		Total**	
	No.	%*	No.	%*	No.	%*	No.	%**
Grupo I	10	100					10	45,4
Grupo II	2	33,3	2	33,3	2	33,3	6	27,2
Grupo III					6	100,0	6	27,2
Total**	12	54,5	2	9,09	8	36,3	22	100,0

* El porcentaje fue calculado sobre la base del total de la fila

** El total fue calculado sobre la base de n=22

También hubo una estrecha relación entre la extensión del aumento de energía de las bandas lentas (theta y delta) y la ganancia funcional (tabla 3), pues 100,0 % de los pacientes del grupo I presentó un incremento focalizado de energía en dichas bandas; mientras que en los integrantes de los grupos 2 primó el aumento de energía de tipo extenso o global.

Tabla 3. Extensión del aumento de energía del poder absoluto de la banda lenta (theta y delta) y el grado de recuperación funcional según IB.

Grado de recuperación funcional (IB)	Banda de frecuencia theta y delta (Incremento significativo del poder absoluto BA)							
	Localizado		Extenso		Global		Total**	
	No.	%*	No.	%*	No.	%*	No.	%**
Grupo I	10	100					10	45,4
Grupo II	2	33,3	4	66,7			6	27,2
Grupo III			2	33,3	4	66,7	6	27,2
Total**	12	54,5	6	27,2	4	18,1	22	100,0

Al analizar la topografía de la actividad lenta en relación con la zona de infarto y el grado de recuperación funcional (tabla 4) se observó un incremento de energía en las bandas theta y delta bilateral en 45,6 % del total de pacientes, lo cual constituye otro signo de mal pronóstico. Los que presentaron alteración de la actividad eléctrica contralateral al sitio de la lesión, obtuvieron una puntuación del índice de Barthel más baja a los 6 meses de evolución (Grupos II y III) en comparación con aquellos cuyo incremento de energía se circunscribió a zonas corticales del hemisferio donde asienta la lesión (Grupo I).

Tabla 4. Topografía de la actividad lenta en relación con la zona de infarto y el grado de recuperación funcional

Grado de recuperación funcional (IB)	Topografía de la actividad lenta					
	Ipsilateral		Bilateral		Total**	
	No.	%*	No.	%*	No.	%**
Grupo I	10	100,0			10	45,4
Grupo II	2	33,3	4	66,7	6	27,2
Grupo III			6	100,0	6	27,2
Total**	12	54,5	19	45,6	22	100,0

* El porcentaje de cada grupo fue calculado sobre la base al total de la fila

** El total fue calculado sobre la base de n=22

DISCUSIÓN

En esta casuística llamó la atención la edad media de los pacientes, considerada baja en comparación con los resultados obtenidos por otros autores como Putman, *et al*¹³ y Levy *et al*,¹⁴ máxime cuando este parámetro no fue en ningún momento, como se ha hecho referencia, motivo de exclusión.

Esto se debe a que los ancianos presentan con frecuencia un deterioro funcional previo, debido a una mayor incidencia de discapacidad adicional por una alta prevalencia de artrosis, déficit visuales y auditivos, deterioro cognitivo, además de

circunstancias sociales adversas, todos ellos factores predictivos de discapacidad y minusvalía.⁹⁻¹¹ Precisamente, un criterio de exclusión de los pacientes fue la presencia de alguna enfermedad previa que ocasionara discapacidad, hecho más frecuente en esta población.

Leoo *et al*¹, refiere en su estudio que el riesgo de sufrir un ictus isquémico en los hombres es de 1,25 a 1,30 veces superior al de las mujeres. El predominio de esta afección en el sexo masculino, supone la existencia de cierta predisposición a padecer la enfermedad. Al respecto, las razones para estas diferencias mínimas entre ambos sexos no están muy claras, es probable que estén relacionadas con el estilo de vida de la población masculina, al estar expuesta en mayor medida a los factores de riesgo vasculares, tales como: tabaquismo, alcoholismo, hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y hiperlipidemia, por citar algunos.¹⁵

El hecho de no observar alteraciones electroencefalográficas en 36,3 % de los pacientes que presentaron mejor recuperación funcional, no significa, en absoluto, que no existan, sino que es posible que sean pequeñas y estén fuera del alcance de la resolución de la técnica.

Al respecto, en la bibliografía biomédica consultada no se encontraron estudios que relacionen el EEG con el pronóstico rehabilitador en los pacientes con ECV. La presencia de actividad lenta anormal en el EEG cualitativo ha sido ampliamente correlacionada con signos de sufrimiento cortical y se ha empleado para el diagnóstico de este tipo de entidad clínica;¹¹ no obstante, los resultados de esta casuística sugieren que no solo podría contribuir a establecer el diagnóstico del ictus, sino también a complementar el pronóstico rehabilitador. Así, la normalidad en EEG cualitativo de la actividad de base, el ritmo alfa normal y la ausencia de actividad en las frecuencias lentas (theta y delta), constituyen factores de buen pronóstico. Por otra parte, la presencia en un mismo paciente de alteraciones en la actividad de base, el ritmo alfa normal y la presencia de actividad lenta anormal, son elementos predictores de una desfavorable recuperación.

En el análisis de las imágenes eléctricas en los mapas de voltaje, el daño electrofisiológico se caracterizó por la aparición de actividad lenta patológica (theta, delta o ambas) y disminución de los ritmos fisiológicos beta y alfa en regiones corticales ipsilaterales y contralaterales al territorio cortical afectado por el foco isquémico. La magnitud de estas alteraciones eléctricas se correlacionó estrechamente con la ganancia funcional alcanzada al sexto mes de evolución. De los anteriores planteamientos se deduce que las probabilidades de recuperación funcional dependen en primer lugar de la magnitud del daño funcional inicial y, en segundo lugar, del estado de los sustratos alternativos, que van a asumir dicha función, pues mientras más tejido esté comprometido, menor es la reserva funcional para apoyar la recuperación.^{16,17}

También hubo una estrecha relación entre la extensión del aumento de energía de las bandas lentas (theta y delta) y la ganancia funcional, lo cual apoya lo que se ha planteado con anterioridad: la recuperación funcional tras el ictus implica al cerebro en su totalidad y no se limita a un área o función concreta. La mayor extensión de este daño disminuye las posibilidades de recuperación al interferir con los mecanismos de reorganización cerebral, tales como: la adaptación de áreas homólogas, plasticidad de modalidades cruzadas, la expansión de mapas somatotópicos y la consolidación de vías alternativas vecinas o contralaterales, entre otros.¹⁶⁻¹⁸

El incremento de energía en las bandas theta y delta bilateral, constituyó otro signo de mal pronóstico. Aquellos pacientes con alteración de la actividad eléctrica contralateral al sitio de la lesión, presentaron una peor recuperación, de manera que este estado de hipofunción contralateral pudiera deberse a una inhibición de la vía mayor de conexión interhemisférica, el cuerpo calloso.¹⁹

Otro de los mecanismos que desempeña una función importante en la recuperación del movimiento voluntario son los cambios en la región homóloga contralateral (hemisferio intacto). Generalmente aparecen nuevas vías que arrancan de la corteza motora del hemisferio sano y se dirigen de forma ipsilateral al hemicuerpo afectado, de modo que contribuyen a la recuperación funcional de dicho hemicuerpo.^{19, 20} Si existiera una depresión funcional contralateral, disminuirían considerablemente los mecanismos de recuperación dependientes de dicho hemisferio como fenómeno adaptativo para preservar o suplir la función dañada y, por tanto, la recuperación funcional del paciente.

Finalmente, las alteraciones detectadas mediante el electroencefalograma convencional se caracterizaron por la presencia de actividad lenta (theta y delta), asociadas a trastornos del ritmo alfa y actividad de base y, en contadas ocasiones, paroxismos lentos difusos. La normalidad en EEG cualitativo constituyó un signo de buen pronóstico rehabilitador.

La disminución de energía en las bandas de frecuencia alfa, asociada al incremento significativo de energía (magnitud Z) en las bandas de frecuencias lentas, de tipo local, en el análisis de los mapas cerebrales, constituyeron índices de buen pronóstico de recuperación funcional; en tanto, la disminución de energía en las bandas alfa, asociada al incremento de energía de las bandas theta y delta, de tipo extenso o global, indicaron mal pronóstico rehabilitador.

El EEG cualitativo y el análisis cuantitativo de EEG (mapeo cerebral) fueron útiles y precoces predictores de la recuperación funcional de los pacientes con ECV isquémica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Leoo T, Lindgren A, Petersson J, von Arbin M. Risk factors and treatment at recurrent stroke onset: results from the recurrent stroke quality and epidemiology (RESQUE) study. *Cerebrovasc Dis.* 2008; 25:254-60.
2. Fernández Concepción O, Pando Cabrera A, Buergo Zuasnábar MA. Enfermedad cerebrovascular. En: Álvarez Sintés, R, Hernández Cabrera G, Báster Moro JC, García Núñez RD, Louro Bernal I, et al. *Medicina General Integral*. 2ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2008 [citado 22 May 2012]; 3: 57-77 Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/libros_texto/mqi_tomoiij_seg_edicion/cap91.pdf
3. Cuna. Ministerio de Salud Pública. Principales causas de muerte en Cuba. *Anuario estadístico*; 2008. p. 38.
4. James GA, Lu ZL, VanMeter JW, Sathian K, Hu XP, Butler AJ. Changes in resting state effective connectivity in the motor network following rehabilitation of upper extremity poststroke paresis. *Top Stroke Rehabil.* 2009; 16: 270–81.
5. Cramer SC. Repairing the human brain after stroke: I. Mechanisms of spontaneous recovery. *Ann Neurol.* 2008; 63: 272–87.

6. Pomeroy VM, Cloud G, Tallis RC, Donaldson C, Nayak V, Miller S. Transcranial magnetic stimulation and muscle contraction to enhance stroke recovery: a randomised proof-of-principle and feasibility investigation. *Neurorehabilitation Neural Repair*. 2007; 21(6):509-17.
7. Carter AR, Connor LT, Dromerick AW. Rehabilitation after stroke: current state of the science. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2010; 10:158-66.
8. Hoffmann T, Bennett S, Koh CL, McKenna K. A systematic review of cognitive interventions to improve functional ability in people who have cognitive impairment following stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2010; 17:99-107.
9. Counsell C, Dennis M, McDowall M, Warlow C. Predicting outcome after acute and subacute stroke. Development and validation of new prognostic models. *Stroke*. 2002; 33: 1041-7.
10. Buergo Zuaznábar MA, Fernández Concepción O, Pérez Nellar J, Lara Fernández G, Maya Entenza C, Pando Cabrera A. Guías de práctica clínica para las enfermedades cerebrovasculares. MEDISUR. 2007 [citado 22 May 2012]; 5(1) Especial: 2-25. Disponible en: <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/viewArticle/246>
11. De Vico Fallani F, Astolfi L, Cincotti F, Mattia D, Rocca D la, Maksuti E, et al. Evaluation of the brain network organization from EEG signals: a preliminary evidence in stroke patient. *Anat Rec*. 2009; 292(12): 2023–31.
12. Chacón L, Bayard J, Valdés P, Zaldívar M. Tomografía eléctrica cerebral en el síndrome perisilviano congénito bilateral. *Rev Neurol*. 2001; 32:397-9.
13. Putman K, De Wit L, Schupp W, Beyens H, Dejaeger E, de Weerd W, et al. Inpatient stroke rehabilitation: a comparative study of admission criteria to stroke rehabilitation units in four European centres. *J Rehabil Med*. 2007; 39:21–6.
14. Levy R, Ruland S, Weinand M, Lowry D, Dafer R, Bakay R. Cortical stimulation for the rehabilitation of patients with hemiparetic stroke: a multicenter feasibility study of safety and efficacy. *J Neurosurg*. 2008; 108:707-14.
15. Miranda JA. Epidemiología. En: *Enfermedades cerebrovasculares*. Santiago de Cuba: Editorial Oriente; 2004.
16. Honey CJ, Sporns O. Dynamical consequences of lesions in cortical networks. *Hum Brain Mapp*. 2008; 29:802–9.
17. Nachev P, Kennard C, Husain M. Functional role of the supplementary and pre-supplementary motor areas. *Nat Rev Neurosci*. 2008; 9:856–69.
18. Wang L, Yu C, Chen H, Qin W, He Y, Fan F, et al. Dynamic functional reorganization of the motor execution network after stroke. *Brain*. 2010; 133:1224–38.
19. Gerloff C, Bushara K, Sailer A, Wassermann EM, Chen R, Matsuoka T, et al. Multimodal imaging of brain reorganization in motor areas of the contralesional

hemisphere of well recovered patients after capsular stroke. *Brain*. 2006; 129:791–808.

20. Grefkes C, Eickhoff SB, Nowak DA, Dafotakis M, Fink GR. Dynamic intra- and interhemispheric interactions during unilateral and bilateral hand movements assessed with fMRI and DCM. *Neuroimage*. 2008; 41:1382–94.

Recibido: 17 de julio de 2012.

Aprobado: 15 de agosto de 2012.

Freddy Torres Candebat. Hospital General Docente “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso”, avenida Cebreco, km 1½, reparto Pastorita, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: freddy.torres@medired.scu.sld.cu