

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS.
DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGIA

Estudio cuantitativo de la simetría del EEG en niños

Por los Dres.:

PEDRO FIGUERERO RODRIGUEZ*, JOAQUIN PASCUAL GISPERT*,
DESIDERIO POZO LAUZAN* y THALIA HARMONY BAILLET*

Figueredo Rodriguez, P. y otros. *Estudio cuantitativo de la simetría del EEG en niños.* Rev Cub Ped 53: 2, 1981.

Se estudiaron 110 niños normales y 150 niños pacientes neurológicos todos comprendidos entre los 5 y 12 años de edad. Mediante el analizador de simetría se obtuvieron en cada niño los parámetros del coeficiente de correlación de polaridad y la relación de energías para cada una de las cinco derivaciones bipolares utilizadas (FC, CO, OT, TF y CT) y bajo dos condiciones: en reposo y estimulación luminosa iterativa (*flicker*). Con los datos obtenidos se realizaron comparaciones univariadas utilizando la *t* de Student entre los valores medios del grupo de normales y los del grupo total de pacientes incluyendo sus subgrupos: DCM, epilepsia y misceláneas (tumores cerebrales, parálisis cerebral, retraso mental, etc.). Se encontraron diferencias significativas para todas las variables planteadas, excepto para los valores del coeficiente de correlación de polaridad en reposo en las derivaciones OT y CT y en la derivación CT con *flicker*. Se demuestra una mayor simetría interhemisférica, tanto en forma como en amplitud. El análisis discriminante no lineal entre los grupos de "patológicos normales" demostró que en el grupo de normales clasificaron como "patológicos" 19 (para el 17% de mala clasificación) y en el grupo de "patológicos" clasificaron como normales 29 (para el 19% de mal clasificados). Se discuten los resultados y las posibilidades de la utilización del analizador de simetría por sí solo como medio diagnóstico y como complementario del EEG.

INTRODUCCION

Es indiscutible que el estudio de la actividad electroencefalográfica espontánea (EEG) a partir de su introducción por Berger ha sido importante como método auxiliar en el diagnóstico de enfermedades neurológicas. Durante años han sido numerosos los aportes dirigidos a incrementar la eficiencia diagnóstica mediante la interpretación visual del trazado electroencefalográfico, requi-

riéndose de un individuo calificado y con gran experiencia, que impondría su sello subjetivo individual a cada diagnóstico, además de la limitación lógica del número de trazados que se van a analizar.

La lectura visual del EEG se basa en el estudio de algunos parámetros inherentes a los diferentes ritmos del EEG, analizados en función de las características de obtención del trazado, del paciente y de su presunta enfermedad.

Entre los parámetros de más frecuente análisis se encuentran: la frecuencia,

* Miembro del departamento de neuropediatría. Hospital infantil docente "William Soler".

la amplitud, localización, reactividad de los niños ante diferentes estímulos, así como su simetría y coherencia entre regiones homólogas cerebrales.

Numerosos investigadores han desarrollado diversos métodos de análisis cuantitativos del EEG basados en diferentes parámetros obtenidos en el registro de la actividad electroencefalográfica^{1,2} con la finalidad de obtener una información más precisa y objetiva. Con este criterio *Otero et al.*³⁻⁵ propusieron el uso de un método de análisis cuantitativo de la simetría del EEG basado en la utilización de un analizador de simetría, que mediante la determinación del coeficiente de correlación de polaridad (CCP) y de la relación de energía (RE) determina la simetría existente en forma, fase y amplitud entre dos señales bioeléctricas procedentes de áreas homólogas cerebrales. Mediante este método se obtuvieron resultados satisfactorios en la discriminación de los accidentes vasculares encefálicos y tumores cerebrales, con un porcentaje aceptable de eficiencia diagnóstica.

Desde hace algunas décadas, el uso del EEG se extendió al estudio de enfermedades neurológicas en el niño, y es de gran utilidad en el diagnóstico de diferentes entidades nosológicas del SNC infantil. Por medio del EEG se obtienen datos, que unidos a la clínica o aun en la ausencia de ésta, sugieren la presencia de determinadas enfermedades.⁶

En general, los patrones electroencefalográficos más comunes encontrados en los EEG de niños con lesiones neurológicas se corresponden con: actividad paroxística generalizada, paroxística focal, complejos punta-onda, actividad lenta generalizada, actividad lenta focal, etc.^{6,7} comunes a enfermedades como epilepsia, disfunción cerebral mínima, meningoencefalitis, etc., encontrándose frecuentemente en estos trazados alteraciones de la simetría en forma, fase y amplitud, teóricamente susceptibles de ser detectadas mediante el uso del método para el análisis de la simetría utilizado en adultos. Es lógico suponer la

existencia de asimetrías en niños normales aún mayores a las existentes en el adulto normal, de tal manera que un estudio que conlleve la discriminación diagnóstica de lesiones cerebrales infantiles sobre la base de un análisis de la simetría del EEG, debe establecer la comparación con relación a las simetrías existentes en los niños normales.

En este trabajo nos proponemos evaluar la utilidad del análisis de la simetría del EEG en la discriminación de niños con lesiones neurológicas entre los 5 y 12 años de edad.

MATERIAL Y METODO

Las muestras estuvieron constituidas por 110 niños normales y 150 niños con enfermedades neurológicas. Los sujetos normales fueron seleccionados según los criterios de normalidad descritos por *Petersen y Eeg Olofsson* (1970):⁸

- 1) No existencia de antecedentes de trastornos prenatales, perinatales o posnatales.
- 2) No antecedentes de trastornos de conciencia.
- 3) No antecedentes de traumatismos craneales con síntomas cerebrales.
- 4) No antecedentes de enfermedades neurológicas.
- 5) No antecedentes de enfermedades somáticas.
- 6) No antecedentes de convulsiones.
- 7) No antecedentes familiares de convulsiones, excepto por daño cerebral adquirido.
- 8) No antecedentes de cefaleas paroxísticas ni de dolores abdominales.
- 9) No enuresis o encopresis después del cuarto año de vida.
- 10) No tics, tartamudeo, pavores nocturnos, ni excesiva onicofagia.
- 11) No trastornos mentales obvios.
- 12) No trastornos de conducta.
- 13) No presentar desviaciones con respecto al desarrollo mental o físico.

El cuadro I muestra la distribución por edad y sexo de los sujetos norma-

les. Los pacientes neurológicos fueron registrados en el departamento de electroencefalografía del hospital infantil docente "William Soler", centro en donde también se le realizó la evaluación clínica. Se estudiaron 93 pacientes epilépticos, 30 con disfunción cerebral mínima y 27 incluidos en un grupo denominado misceláneas compuesto por tumores cerebrales, parálisis cerebral infantil, meningoencefalitis, etc.; en el cuadro II se muestra la distribución por edad y tipo de enfermedad del grupo de pacientes. En el cuadro III aparecen las características electroencefalográficas de este grupo.

El procedimiento experimental utilizado fue el mismo para ambas poblaciones: se colocaron electrodos de dis-

cos de plata fijados al cuero cabelludo con pasta de bentonita en las siguientes regiones: F3, F4, C3, C4, T3, O1 y O2 (Sistema Internacional I0-20 de distribución de electrodos, Jasper, 1958.)⁹ La resistencia de los electrodos se mantuvo por debajo de los 10 ohms en todos los casos. Las derivaciones empleadas fueron FC, CO, OT, TF y CT bipolares. El EEG se registró en un electroencefalógrafo Nihon-Kodhen, modelo ME-130-R.

La salida de los amplificadores se conectó a un analizador de simetría Neuro-Data, modelo 2200, que mide el CCP y la RE entre dos señales.

El CCP es un estimador del coeficiente de correlación¹⁰ y que se demostró que era consistente y de fácil cómputo.³⁻⁵

El analizador de simetría muestra simultáneamente las señales entregadas a sus dos entradas 10 000 veces en la unidad de tiempo. El valor resultante es señalado por una aguja que se mueve sobre una escala graduada que va desde -1 a +1. Esta aguja tiene una constante de tiempo que varía entre 0,1; 1 y 3 seg.; nosotros utilizamos CT = 3 seg. y la medición tomada corresponde al rango en que la aguja estuvo estable durante 40 ó 50 seg. Con este equipo se mide también la simetría de amplitud mediante la RE de las señales entrantes. Estos valores son señalados por la aguja y corresponden a la porción inferior de la escala graduada; de las posi-

CUADRO I
DISTRIBUCION POR EDAD Y SEXO DE
SUJETOS NORMALES

Edad	Masculino	Femenino	Total
5	10	13	23
6	7	3	10
7	7	13	20
8	6	4	10
9	11	4	15
10	7	5	12
11	3	7	10
12	7	3	10
Totales	58	52	110

Edad promedio: 8,5 años.

CUADRO II
DISTRIBUCION POR EDAD EN PACIENTES

Grupos	E d a d e n a ñ o s														Total		
	5		6		7		8		9		10		11			12	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		n	%
Epilepsia	14	15	13	14	6	6	9	10	14	15	10	11	13	14	14	15	93
DCM	0	—	3	10	3	10	5	17	13	43	4	13	2	7	0	0	30
Miscelánea	2	2	6	22	3	11	5	19	—	—	2	7	5	19	4	15	27
Total	16	11	22	15	12	8	19	13	27	18	16	11	20	13	13	12	150

CUADRO III
CARACTERISTICAS DEL EEG EN PACIENTES

	Normal		Focal		F. bilateral		Generaliz.		Multif.		Focal		F. bilateral		Generaliz.	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Epilépticos	28	30	27	29	17	18	10	11	1	1	—	—	1	1	9	10
DMC	14	46	—	—	5	17	—	—	—	—	—	—	2	7	9	30
Miscelánea	8	29	8	30	5	19	1	4	—	—	1	4	2	7	2	7
Total	50	33.3	35	23.3	27	18	11	7.3	1	0.6	1	0.6	5	3.3	20	13.3

bles constantes de tiempo, 1 y 10 seg., nosotros tomamos la de 10 seg. La aguja señala los valores de RE desviándose a la derecha o izquierda, dependiendo de cuál de las dos señales predomina en amplitud, o sea los valores obtenidos son siempre ≥ 1 . Caso de ser las amplitudes muy pequeñas o demasiado grandes se enciende un foco intermitente, esto indica que la señal no es adecuada para el análisis.

Se obtuvo el CCP y la RE entre derivaciones homólogas izquierdas y derechas en ambas muestras (sujetos normales y pacientes). El registro se realizó con el sujeto acostado, despierto, con los ojos cerrados, en una habitación en penumbras, con relativo aislamiento acústico, tomándose ambas medidas bajo dos condiciones: en reposo y durante la presentación de un estímulo fótico iterativo a 1 cps., de una intensidad y duración de 5 000 lux y 250 microseg. respectivamente.

Durante el registro se monitoreó continuamente el EEG para asegurar el que los sujetos estuvieran despiertos y excluir los posibles artefactos. La evaluación del EEG se realizó por dos especialistas.

Análisis de los datos

Para el procesamiento estadístico de los datos, se utilizó para los valores del CCP, la transformación Z de Fischer, y con el objetivo de obtener una distribución aproximadamente normal para los de la RE se utilizó la transformación logarítmica

$$\left(\log \frac{\text{Energía derecha}}{\text{Energía izquierda}}\right)$$

Se calculó la media (\bar{x}) y la desviación estándar (DS) por derivación y edad para los grupos (normales y pacientes) y para los subgrupos de epilépticos, DCM y misceláneas, incluidos en el grupo de pacientes.

En el grupo normal, mediante un test de Student para series apareadas, se realizó la comparación entre las medias obtenidas antes y durante la estimula-

ción luminosa. Se testó además en este grupo, la correlación lineal entre la edad y los diferentes valores del CCP y la RE (programa en Fortran IV diseñados por Valdés, P. Rodríguez, V., 1978).

Con las medias y DS obtenidas para cada grupo se realizaron comparaciones univariadas mediante la t de Student entre el grupo de sujetos normales con el total de "patológicos" y los subgrupos de epilépticos, DCM y misceláneas.

Con las veinte variables correspondientes a cada sujeto (valores del CCP y la RE para todas las derivaciones, en condiciones de reposo y durante la estimulación luminosa) se llevó a cabo un método de selección de variables para el análisis discriminante paso a paso no lineal (Selandino).¹¹

Utilizando las variables seleccionadas se efectuó un análisis discriminante no lineal (Andino) para los dos grupos de sujetos.¹² Los programas computacionales utilizados fueron escritos en Fortran IV.

Para el procesamiento de todos los datos estadísticos se utilizó una mini-computadora de propósitos generales CID 201-B.

RESULTADOS

Con cada una de las variables, diez para los valores de reposo y diez para los valores obtenidos durante la estimulación fótica, correspondientes al CCP y la RE, se computó el coeficiente de correlación (r) con la edad; esto tenía como objetivo el determinar la no existencia de correlación lineal entre la edad y cada una de las variables. Se encontró que no existe correlación significativa para ninguno de los valores, con excepción del CCP en reposo en la región OT. Dicha correlación, aunque significativa ($P < 0,01$) tuvo un valor muy bajo de 0,2585 estando muy próximo al límite de significación 0,2540.

Por lo tanto, se puede considerar que no existe una correlación lineal entre las variables de simetría interhemisférica y la edad para el grupo estudiado de 5 a

CUADRO IV
 MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE LOS VALORES DEL CCP GRUPO NORMAL

Edad	n	Reposo										Flicker									
		FC		OT		TF		CO		CT		FC		OT		TF		CO		CT	
		\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds
5	23	.41	.15	.34	.11	.32	.10	.43	.16	.32	.11	.43	.14	.41	.11	.35	.09	.47	.15	.39	.11
6	10	.45	.08	.35	.11	.31	.10	.42	.09	.38	.07	.49	.15	.42	.10	.35	.08	.43	.12	.40	.09
7	20	.42	.13	.35	.09	.32	.09	.42	.14	.28	.18	.44	.13	.40	.10	.35	.11	.45	.15	.33	.15
8	10	.41	.13	.34	.09	.33	.08	.41	.08	.35	.16	.42	.13	.42	.09	.40	.13	.49	.14	.41	.15
9	15	.47	.12	.42	.12	.39	.12	.51	.16	.34	.07	.52	.15	.46	.13	.45	.15	.52	.15	.39	.10
10	12	.41	.13	.35	.10	.35	.11	.46	.13	.34	.12	.48	.12	.43	.14	.40	.12	.54	.11	.37	.14
11	10	.41	.14	.41	.14	.32	.09	.41	.12	.31	.07	.45	.13	.45	.12	.35	.11	.46	.17	.33	.07
12	10	.45	.16	.41	.12	.35	.12	.49	.12	.40	.14	.51	.20	.47	.08	.35	.14	.51	.11	.40	.14
Total	110	.43	.14	.37	.12	.34	.11	.45	.14	.33	.13	.46	.15	.43	.12	.37	.12	.48	.15	.37	.13

12 años. Esto permite la agrupación de todos los niños normales en un solo grupo, para su comparación posterior con los niños que presentan enfermedades neurológicas.

CCP: en el cuadro IV, se muestran los valores medios y las desviaciones estándares (DS) obtenidos para el CCP por cada año de edad y para el total de la muestra. Es posible observar que los valores del CCP no mantienen una tendencia manifiesta a disminuir o aumentar con la edad, de acuerdo esto con los resultados del análisis de la correlación (r).

Los valores más bajos del CCP correspondieron a las regiones temporales en la condición de reposo, y los más altos a las regiones centro occipitales bajo estimulación luminosa con *flicker*.

Utilizando el test de series apareadas para el CCP, entre los valores obtenidos en reposo y bajo estimulación con *flicker*, se pudo observar un aumento significativo de los valores del CCP durante la estimulación fótica en todas las derivaciones empleadas.

El gráfico 1 muestra la distribución de frecuencias relativas del CCP para las derivaciones estudiadas. En este gráfico es posible observar la baja dispersión de los valores del CCP.

Se hallaron los valores medios y las desviaciones estándares obtenidas para la RE, no encontrándose modificaciones ostensibles entre los valores obtenidos en reposo y a la estimulación con *flicker*.

En los gráficos 2 y 3, se observa la poca dispersión de las curvas de frecuencia relativa de la RE para los estados de reposo y a la estimulación con *flicker*, y es notable la gran simetría interhemisférica que se expresa por la presencia de numerosos valores iguales a la unidad.

Se compararon, mediante el test de Student, los valores medios del CCP y la RE obtenidos para las cinco derivaciones estudiadas, en reposo y bajo la estimulación con *flicker*, en los grupos de adultos¹³ y niños normales. Se obser-

Gráfico 1.

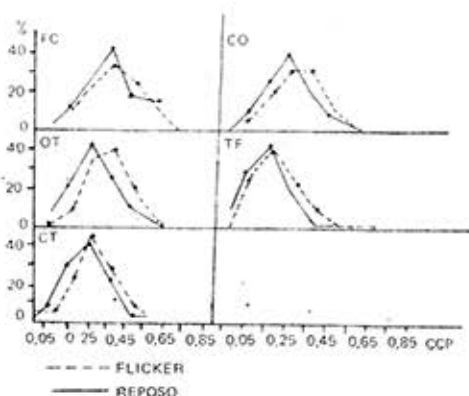


Gráfico 2.

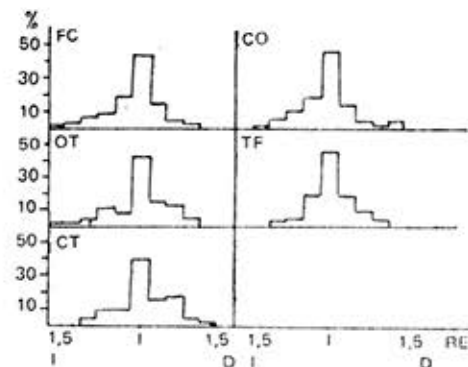
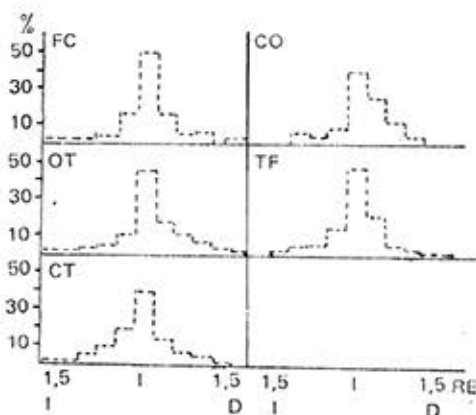


Gráfico 3.



CUADRO V
COEFICIENTES DE CORRELACION DE POLARIDADES (CCP)

	Reposo										Flicker									
	FC		OT		TF		CO		CT		FC		OT		TF		CO		CT	
	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds
Epilépticos n = 93	,35*	,11	,37	,10	,29*	,09	,37*	,10	,33	,09	,36*	,11	,40*	,10	,34*	,10	,40*	,10	,35	,10
DCM n = 30	,45	,13	,39	,10	,38*	,10	,45	,13	,35	,09	,49	,16	,42	,11	,40	,11	,49	,12	,39	,11
Misceláneas n = 27	,35*	,08	,35	,13	,31	,07	,36*	,14	,34	,07	,35*	,10	,38*	,14	,33*	,10	,39*	,15	,35	,08
Total pacientes n = 50	,36*	,12	,37	,10	,31*	,10	,38*	,12	,34	,09	,39*	,14	,40*	,11	,35*	,10	,41*	,12	,35	,10
Total normales n = 110	,43	,14	,37	,12	,34	,11	,45	,14	,33	,13	,46	,15	,43	,12	,37	,12	,48	,15	,37	,13

* Valores significativos al comparar con el grupo normal ($p < 0,05$).

CUADRO VI
RELACIONES DE ENERGIA (RE)

	Reposo									
	FC		OT		TF		CO		CT	
	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds
Epilép. n = 93	,19*	,080	- 0,006	,080	- 0,025*	,080	- 0,013	,080	- 0,010*	,080
DCM n = 30	,009	,008	- 0,002	,100	- 0,005	,100	- 0,015	,070	,005	,080
Miscel. n = 27	- 0,054*	,095	,017	,070	- 0,004	,075	,003	,080	,13	,070
Total pacientes n = 150	- 0,020*	,080	- 0,004	,080	- 0,010*	,070	- 0,010	,080	- 0,010*	,080
Total normales n = 110	,015	,050	- 0,002	,070	- 0,005	,050	- 0,018	,050	,012	,060

	Flicker									
	FC		OT		TF		CO		CT	
	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds	\bar{x}	ds
Epilép. n = 93	- 0,001	,080	,006*	,085	- 0,002	,113	- 0,002*	,090	- 0,014*	,090
DCM n = 30	,011	,070	,015*	,070	0,007	,060	- 0,005	,070	- 0,007	,080
Miscel. n = 27	- 0,017	,100	- 0,020	,080	0,003	,080	0,009	,070	- 0,001	,090
Total pacientes n = 150	- 0,005	,070	0,006*	,080	- 0,010	,080	- 0,003	,080	- 0,006	,090
Total normales n = 110	- 0,003	,050	- 0,015	,060	- 0,005	,050	- 0,013	,070	0,011	,060

* Valores significativos al comparar con el grupo normal ($p < 0,05$).

va que los valores más bajos correspondientes al CCP y la RE pertenecen al grupo de niños normales. Se encontraron diferencias significativas en todas las derivaciones, excepto en la derivación CT bajo *flicker* para los valores del CCP.

Grupo de niños con enfermedades neurológicas:

Mediante el test de Student, se realizaron comparaciones para los valores del CCP y la RE por derivaciones, entre el grupo total de pacientes y los subgrupos que lo componen (epilépticos, DCM, y misceláneas) con el grupo de normales.

En los cuadros V y VI se muestran estas comparaciones para un nivel de significación de $p < 0.05$.

En la comparación realizada entre el grupo de 110 niños normales y el grupo de pacientes neurológicos (150), se encontraron diferencias significativas para el CCP y la RE, tanto en reposo como a la estimulación con *flicker* y para todas las derivaciones, excepto los valores del CCP en reposo en las derivaciones OT y CT, y en la derivación CT con *flicker*.

Los valores más bajos del CCP y los más altos de la RE correspondieron a la muestra de pacientes, demostrándose una mayor asimetría interhemisférica tanto en forma como en amplitud en este grupo.

En la comparación entre el grupo de normales y el grupo de 93 niños epilépticos, se encontraron los mismos resultados que en la comparación entre el total de pacientes con el grupo de normales, demostrándose también una mayor asimetría interhemisférica, tanto en forma como en amplitud para este grupo.

Se encontraron diferencias significativas en la comparación entre sujetos normales y el grupo de 30 niños con DCM, para el CCP en la derivación TF en reposo y para RE en la derivación FC en reposo también.

Los valores más bajos del CCP y los más altos de la RE correspondieron al

grupo de pacientes, lo que demuestra una mayor asimetría en este grupo.

En la comparación entre el grupo de normales y el grupo miscelánea (27 niños) se encontraron diferencias significativas para las derivaciones FC y CO en reposo y para las derivaciones FC, OT, TF y CO en la estimulación con *flicker*, en los valores del CCP; para la RE se encontraron valores significativos para todas las derivaciones, excluyendo la derivación CT en reposo. Se demostraron asimetrías interhemisféricas en forma y amplitud en el grupo de pacientes, al corresponderles los valores más bajos del CCP y los más altos de la RE.

Análisis discriminante

Mediante el método de selección de variables (Selandino) se extrajeron cinco variables en el orden siguiente:

- 1) RE en reposo en la derivación FC.
- 2) CCP en estimulación con *flicker* en derivación PC
- 3) RE en reposo en la derivación CO.
- 4) RE en estimulación con *flicker* en la derivación OT.
- 5) RE en estimulación con *flicker* en la derivación TF.

Con las variables seleccionadas por el Selandino, se realizó un análisis discriminante no lineal (Andino) para dos grupos: normales y pacientes.

En el grupo de normales, clasificaron como "patológicos" 19 para el 17% de mala clasificación, y del grupo de pacientes clasificaron como normales 29 para el 19% de mal clasificados (cuadro VII).

Los sujetos pertenecientes al grupo de normales mal clasificados no observaron una mayor o menor incidencia en grupos de edades específicos, realizándose un test en X^2 que no fue significativo para $p < 0.05$.

De los 29 pacientes mal clasificados en el grupo de pacientes, 13 pertenecían al grupo de epilépticos, 13 al grupo de DCM y 3 al grupo de misceláneas. No se observó entre los mal clasificados una mayor o menor preferencia por algún grupo de edad determinado, lo

CUADRO VII

ANÁLISIS DISCRIMINANTE NO LINEAL.
SUJETOS CLASIFICADOS COMO:

	Normales		Patológicos	
	n	%	n	%
Normales	91	83	19	17
Pacientes	29	19	121	81

cual se comprobó por un test X^2 que no fue significativo para $p < 0,05$. De estos mal clasificados 11 tuvieron EEG normal y 18 EEG anormales.

DISCUSION

La conclusión de que el CCP y la RE muestran una gran estabilidad individual y una alta sensibilidad, quedó evidenciado en el estudio del análisis de la simetría EEG realizado en adultos normales mediante el uso de estos estimadores.¹³ Esto posibilitó su uso para la discriminación de adultos con lesiones cerebrales, obteniéndose resultados satisfactorios.³

Con estos antecedentes es posible plantear la utilización del CCP y la RE en el estudio de una muestra de niños normales con el objetivo de establecer criterios normativos, útiles para la ulterior discriminación de niños con lesiones neurológicas.

Es conocido desde hace años la gran dependencia existente entre el patrón electroencefalográfico y la edad.^{14,15} Mediante el análisis cuantitativo del EEG se ha encontrado también esta dependencia,^{15,16} obteniéndose incluso mediante la utilización de parámetros con gran relación con la edad¹⁷ criterios sobre la maduración cerebral en correspondencia con la edad del sujeto.¹⁵

En nuestro estudio se computó en el grupo de normales, el coeficiente de correlación lineal entre las veinte variables utilizadas y la edad, con el objetivo de determinar su posible relación, encontrando en general que no había correlación lineal entre las variables utilizadas y la edad para el grupo estudiado de niños normales de 5 a 12 años. Por tanto, podemos concluir que aunque

existan variaciones del patrón electroencefalográfico con la edad, la simetría en forma, amplitud y fase se mantiene igual para niños normales en el rango de edades estudiado.

Se encontró que los valores medios del CCP y de la RE hallados en niños normales, fueron más bajos que los encontrados en el estudio de adultos normales. Esto podría interpretarse en función de que los mecanismos sincronizantes de la actividad eléctrica cerebral no están totalmente desarrollados, lo que implica entonces una posible desincronización, que explicaría los bajos valores del CCP.

Por otra parte, el patrón de valores del CCP para las distintas variables se mantiene igual que en el adulto, y se observan los mayores valores en las regiones centrales y occipitales y los menores en las regiones temporales. También al igual que en los adultos, se observó un aumento significativo de los valores del CCP con la estimulación luminosa. En el gráfico de frecuencia relativa puede constatar un corrimiento de la curva obtenida para los valores del CCP bajo estimulación luminosa, hacia valores mayores del CCP que los obtenidos en reposo. También se observa la baja dispersión de los valores del CCP.

La comparación entre los valores de la RE encontrados para el grupo de niños normales y el de adultos normales, refleja una mayor simetría en amplitud en el grupo de niños normales al predominar los valores iguales a la unidad en esta muestra. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Varner y colaboradores (1977)¹⁸ en una muestra de 10 niños normales nacidos a término de 0 a 4 días de vida, en los cuales encuentra una perfecta simetría en amplitud interhemisférica mediante el análisis del EEG. Los resultados obtenidos, tanto en niños como en adultos, pudieran interpretarse que son debido a que la asimetría en amplitud va relacionada con el desarrollo de la dominancia hemisférica. Por lo cual, tendría un gran interés el realizar un estudio de simetría del EEG en niños menores y adolescentes para

concluir en qué época de la vida se presentan los cambios de simetría con la edad.

Por otra parte, los resultados obtenidos para los valores del CCP y la RE y su no correlación con la edad simplifican obviamente el método utilizado.

La distribución de los EEGs para la muestra de pacientes fue de 50 normales para el 33% y de 100 anormales para el 66%. Los grupos de epilépticos, DCM y misceláneas, mostraron distribuciones diferentes de las características electroencefalográficas. Para los epilépticos, 28 (30%) de los EEGs fueron normales y 65 (70%) eran anormales, confirmando así los resultados obtenidos por otros autores.²⁰

En el grupo de niños estudiados, la mayor frecuencia de alteraciones electroencefalográficas, correspondió a EEGs focales paroxísticos. También en la muestra de adultos epilépticos, la mayor frecuencia de alteraciones eléctricas correspondió a actividad paroxística del tipo de espigas aisladas y paroxismos breves generalizados, por lo cual se explicaba la baja discriminación encontrada para los epilépticos adultos⁵ por el análisis de la simetría del EEG, debido a que por la corta duración de estos hallazgos electroencefalográficos son enmascarados dentro del tiempo total de lectura, de donde se tomaba un valor promedio.

Para el grupo de niños epilépticos, se encontró una discriminación mayor que la encontrada para los epilépticos adultos, lo cual hace pensar que a pesar de que el mayor porcentaje de los niños epilépticos tenían un EEG focal paroxístico, sus características en cuanto a sincronización interhemisférica no eran las mismas que las encontradas en los EEGs de los epilépticos adultos. Esta discriminación era de esperar por los resultados del análisis univariado, en los cuales se encontraron diferencias significativas para todas las variables (excepto CCP en reposo para la derivación OT y CT y con *flicker* en la derivación CT), mientras que en adultos no se

encontraron tantos valores significativos.

De los 13 epilépticos mal clasificados, 4 tenían un EEG normal y en 9 el EEG era anormal; la mayor frecuencia de EEGs para los mal clasificados estuvo constituida por alteraciones focales paroxísticas. Estos resultados concuerdan con lo planteado para los epilépticos adultos.

En el grupo de la DCM los resultados electroencefalográficos concuerdan con lo planteado por diversos autores,^{21,22} ya que 14 (46%) de los EEGs fueron normales y 16 (54%) anormales.

Además, el predominio de actividad lenta en los EEGs anormales de los pacientes con DCM también ha sido descrito en la literatura.^{23,24} Las diferencias significativas obtenidas por medio del estudio estadístico univariado fueron en menor número que para los otros grupos, lo que está de acuerdo con la existencia de un gran número de EEGs normales y de la menor gravedad de las alteraciones electroencefalográficas. La discriminación obtenida por el análisis de simetría fue mucho mejor que por el EEG, pues sólo 13 pacientes clasificaron mal, teniendo 6 un EEG normal y 7 EEG anormal; entre ellos 4 eran lentos generalizados, 2 focales paroxísticos bilaterales y 1 focal bilateral.

El grupo de miscelánea fue un grupo muy heterogéneo, compuesto por niños con tumores cerebrales, retraso mental, parálisis cerebral, meningoencefalitis viral, etc., por lo cual es muy difícil hacer un análisis detallado de las características electroencefalográficas de este grupo. Cabe destacar, sin embargo, en este grupo que solamente 3 (11%) casos fueron mal discriminados por medio de la simetría del EEG, mientras que 8 (29%) tenían un EEG normal.

En relación con la clasificación obtenida por medio del análisis discriminante, 19 niños normales fueron mal clasificados. La mala clasificación no mantuvo relación con la edad, como se demostró por medio de un test de X^2 . Este error en la clasificación de los niños normales es una deficiencia del método, ya que

CUADRO VIII
RESUMEN

	EEG		Análisis de simetría				EEG + A. de simetría					
	N		P		N		P		N		P	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Normales	110	100	0	0	91	83	19	17	91	83	19	17
Epilépticos	28	30	65	70	13	14	80	86	4	4	89	96
DCM	14	46	16	54	13	43	17	57	6	20	24	80
Misceláneas	8	29	19	71	3	11	24	89	1	3	26	97
Total pacientes	50	33	100	67	29	19	121	81	11	7	139	93

por los criterios de selección utilizados se excluía al mínimo la posibilidad de incluir en esta muestra niños con lesiones cerebrales. Sin embargo, desde el punto de vista de la utilización de este método como criterio de pesquisaje masivo, este error es menos grave que el considerar normales a niños que presentan lesiones cerebrales. Consideramos que debe continuarse desarrollando este método y lograr su optimización, por medio de nuevos estudios estadísticos que nos permitan el diferenciar más claramente estos grupos.

Es evidente a partir de los resultados obtenidos aisladamente, para el EEG y

el análisis de la simetría, la ventaja de este último método en la discriminación de pacientes, pues mientras que mediante el diagnóstico EEG, del total de 150 pacientes clasificaron sólo 100 como pacientes y 50 como normales, mediante el análisis de simetría del total de 150 pacientes, clasificaron 121 como pacientes y 29 como normales para una clasificación manifiesta de 21 casos.

La utilización de ambos métodos como complementarios confiere mayor potencia discriminatoria, pues del total de 150 pacientes sólo clasificaron 2 como normales y 139 como pacientes (cuadro VIII).

SUMMARY

Figueredo Rodríguez, P. et al. *Quantitative study for EEG in children*. Rev Cub Ped 53: 2, 1981.

One-hundred ten normal children and one-hundred fifty neurological children patients, all of them within 5 and 12 year-old. By means of simetrical analyzer parameters of polarity correlation coefficient and energy relations for each one of the five bipolar derivations used (FC, CO, OT, TF and CT) and under two conditions: at rest and at iterative luminous stimulation (flicker) are obtained in each child. Using Student's t-tests and with the data obtained, univariated comparisons among mean values from normal group and total patient group, including its subgroups: MCD, epilepsy and miscellaneous (cerebral tumors, cerebral paralysis, mental retardation, etc.) are performed. Significant differences for all indicated variables were found, excepting polarity correlation coefficient values at rest on OT and CT derivation, and on flicker CT derivation. A greater interhemispherical simetry in form as in extent is shown. Non lineal discriminating analysis besides "normal pathological" groups showed that in the normal group, 19 classified as "pathologicals" (for 17% poor classification) and at the "pathological" group, 29 classified as normals (for 19% poor classification). Results and possibilities for using simetrical analyzer alone as diagnosis and complementary tools for EEG is discussed.

RESUMÉ

Figueredo Rodríguez, P. et al. *Etude quantitative de la symétrie de l'EEG chez des enfants.* Rev Cub Ped 53: 2, 1981.

L'étude a porté sur 110 enfants normaux et 150 enfants avec atteinte neurologique, tous âgés entre 5 et 12 ans. Au moyen de l'analyseur de symétrie on a obtenu les paramètres du coefficient de corrélation de polarité et le rapport d'énergies pour chacune des cinq dérivations bipolaires utilisées (FC, CO, OT, TF et CT) et sous deux conditions: en repos et sous stimulation lumineuse intermittente (stroboscope). Au moyen de l'emploi du *t* de Student, des comparaisons ont été faites, avec les données obtenues, entre les valeurs moyennes du groupe d'enfants normaux et celles du groupe total de patients, y inclus leurs sous-groupes: dysfonction cérébrale minimale (DCM), épilepsie et mélanges (tumeurs cérébrales, paralysie cérébrale, retard mental, etc.). Des différences significatives ont été trouvées pour toutes les variables signalées, sauf pour les valeurs du coefficient de corrélation de polarité en repos dans les dérivations OT et CT, et dans la dérivation CT avec stroboscope. Il a été constaté une plus grande symétrie Interhémisphérique, aussi bien dans la forme que dans l'amplitude. L'analyse discriminatoire non linéaire entre les groupes de "pathologiques" et "normaux" a démontré que dans le groupe de "normaux" il y a eu 19 cas qui ont été classifiés comme "pathologiques", représentant 17% de mauvaise classification; et dans le groupe de "pathologiques" il y a eu 29 cas classifiés comme "normaux", ce qui représente 19% de mauvaise classification. Les résultats sont discutés, ainsi que les possibilités d'utilisation, par lui seul, de l'analyseur de symétrie, en tant que moyen diagnostique et comme méthode complémentaire de l'EEG.

РЕЗЮМЕ

Фигередо Родригес, П. и др. *Количественное исследование симметрии у детей.* Rev Cub Ped 53: 2, 1981.

Были обследованы 110 нормальных детей и 150 детей неврологических пациентов; все эти дети составляли возрастную группу от 5 до 12 лет. Посредством анализатора симметрии были получены у каждого ребенка параметры коэффициента соотношения полярности у отношения энергии для каждого из пяти использованных биполярных утечек (FC, CO, OT, TF, CT) и при двух условиях, таких как: в состоянии покоя и повторяющегося светового стимулирования (flicker). Используя полученные данные были проведены односторонние сравнения с применением *T* Студента, среди средних значений нормальной группы детей и средних значений общей группы пациентов, включая сюда их подгруппы: эпилепсия и смежные заболевания (мозговые опухоли, паралич мозга, умственная недоразвитость и т.д.). Были обнаружены значительные расхождения для всех намеченных переменных, за исключением для значений коэффициента соотношения полярности в состоянии покоя в утечках OT и CT и в утечке CT с flicker. Выявлена большая межполушарная симметрия, как по форме, так и по широте. Нелинейный дифференциальный анализ среди групп нормальных "патологических" показал, что в группе нормальных детей были классифицированы как "патологические" 19 детей (17% неправильной классификации), и в группе "патологических" пациентов были классифицированы как нормальные 29 детей (что составило 19% неправильной классификации). Проводится обсуждение полученных результатов и возможности применения анализатора симметрии самого по себе как диагностического средства и как дополнительного средства

BIBLIOGRAFIA

1. *Matousek, M.; I. Petersen.* Automatic evaluation of EEG background activity by means of age-dependent EEG quotients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 35: 603-612, 1973.
2. *Hagne, I. et al.* Spectral analysis via Fast Fourier Transform of waking EEG in normal infants. In "Automation of Clinical EEG". Pp. 103-143. Ed. P. Kellaway and I. Petersen. Raven Press, New York, 1973.
3. *Otero, G. et al.* Polarity coincidence correlation coefficient and signal energy ratio of the ongoing EEG activity. II Brain Tumors. *Activitas Nervosa Superior* 17: 120-126, Praha, 1975.
4. *Otero, G. et al.* Polarity coincidence correlation coefficient and signal energy ratio of the ongoing EEG activity. III Cerebro-vascular lesions. *Activitas Nervosa Superior* 17: 127-133, Praha, 1975.
5. *Otero, G. et al.* Polarity coincidence correlation coefficient and signal energy ratio of the ongoing EEG activity in brain damaged patients. In: "Applications of computers to the study of the Nervous System". Ed. B. Holmgren and T. Harmony, La Habana, 1975.
6. *Laquet, et al.* Atlas d'électroencéphalographie infantile. Masson, Paris, 1967.
7. *Pond, D. A.* The EEG in Pediatrics. In: "Electroencephalography". Ed. D. Hill and G. Parr, Mac Donald & Co. 207-231, 1963.
8. *Petersen, I.; O. Eeg-Olofsson.* The development of the electroencephalogram in normal children from the age of one through 15 years. Non paroximal activity. *Neuropediatric* 2: 247, 1970.
9. *Jasper, H. H.* The Ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 10: 371-375, 1958.
10. *Ruchkin, D. S.* Error of correlation coefficient estimates from polarity coincidences. *IEEE Trans. Inf. Theory.* 1965a IT-11: 296-297.
11. *Valdés, P.; O. Báez.* Utilización del análisis discriminante no lineal paso a paso en la selección de variables. VI Seminario CENIC, La Habana, 1977.
12. *Victor, N.* A non linear discriminant analysis. *Computer Programs in Biomedicine.* 2: 36-50, 1971.
13. *Harmony, T. et al.* Polarity coincidence correlation coefficient and signal energy ratio of the ongoing EEG activity. I. Normative data. *Brain Res* 61: 133-140, 1973.
14. *Hughes, R. J.; J. J. Cayaffa.* The EEG in patients at different ages without organic cerebral disease. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 42: 776-784, 1977.
15. *Haas, H. G.; H. F. R. Prechtl.* Normal and abnormal EEG maturation in newborn infants. *Early Human Development* 1/1, 69-90, 1977.
16. *Sterman, M. B. et al.* Quantitative analysis of infants EEG development during quiet sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 43: 371-385, 1977.
17. *Matousek, M.* Frequency analysis in routine electroencephalography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 24: 365-373, 1968.
18. *Matousek, M.; I. Petersen.* Objective measurement of maturation defects and other EEG abnormalities by means of frequency analysis. Reprinted from *Excerpta Medica International Congress Series No. 274. Psychiatry (part I).* Proceeding of the V World Congress of Psychiatry. México, DF, 25 Nov.-4 Dic., 1971.
19. *Varner, J. L. et al.* Interhemispheric amplitude symmetry in the EEGs of fullterm newborns. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 43: 846-852, 1977.
20. *Gibbs, F. A.; E. L. Gibbs.* Atlas of Electroencephalography. V 3. Addison Wesley, Cambridge Mass, 1964.
21. *Ellingson, R. J.* The incidence of EEG abnormality among patients with mental disorders of apparently monorganic origin: a critical review. *Am J Psychol* 111: 263-275, 1955.
22. *Aaird, R. B.; T. Yamamoto.* Behaviour disorders of childhood. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 21: 148-156, 1966.
23. *Forsman, H.; T. S. Frog.* Electroencephalograms of boys with behavior disorders. *Acta Psychiatr Neurol Scand* 28: 61-73, 1953.
24. *Gallegher, J. R. et al.* Relation between the electrical activity of the cortex and personality in adolescent boys. *Psychosomatic Med* 4: 134-139, 1942.

Recibido: octubre 21, 1980.

Aprobado: noviembre 12, 1980.

Dr. Pedro Figueredo Rodríguez
Hosp. Pediátrico "William Soler"
Altahabana. Ciudad de La Habana.