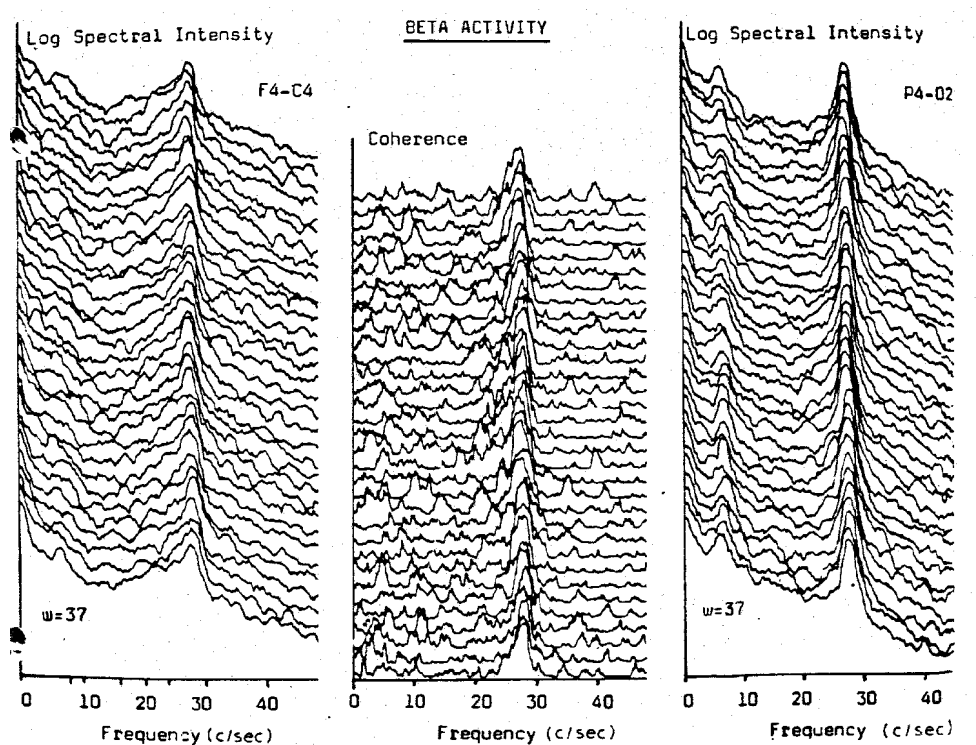


## COHERENCIA CEREBRAL

Ya en 1972 en el "HANDBOOK OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY AND CLINICAL NEUROPHYSIOLOGY" cuyo editor Antonie Remond en el volumen 4 part B, define en el glosario como "coherencia": Una representación numérica de la fuerza de la relación lineal entre la actividad entre dos canales diferentes para una banda de frecuencias elegida.

Un valor cercano a 1 (100%) indica una interrelación lineal.

De este capítulo se presenta un gráfico mostrando la comparación entre un análisis de Fourier (Potencia Espectral) y un análisis de coherencia. (Fig 1.1)



Spectrograms and coherence of beta activity. Beta of unknown aetiology. Pronounced stable peaks appear in consecutive 20 second samples at approximately 28 c/sec. Note high antero-posterior coherence in this frequency band. Spectral window is 37 octal, frequency = scale + 0.75 c/sec. After analogue low pass filtering with cutoff at 40 c/sec. data are digitized with a sampling rate of 102.4 c/sec. per channel.

Spectral analysis is performed with the Direct Method, using the Fast Fourier Transform algorithm on consecutive data sections of 2048 points, corresponding to 20 second. This gives a fundamental resolution of  $f = 1/T = 0.05$  c/sec. The raw spectral quantities (sum of sines and cosines squared, or of cross-products) are smoothed with a moving rectangular spectral window of selectable width, usually between 7 and 15 fundamentals. This gives a final resolution of 0.35 - 0.75 c/sec for smoothed spectral quantities (Illustration by courtesy of G. Dumermuth)

En 1992 según el libro ELECTRODIAGNOSTICS IN CLINICAL NEUROLOGY THIRD EDITION DE MICHEL J. AMINOFF, en el capítulo 8 “TOPOGRAPHICS MAPPING, FREQUENCY ANALYSIS, AND OTHER DIGITAL TECHNIQS IN ELECTROENCEPHALOGRAPHY”, escrito por el reconocido Dr. Marc R. Nuwer, define a la coherencia como la tendencia de señales tal como la del EEG de aumentar y decaer en sincronía. Esta es calculada generalmente para cada banda específica de frecuencias.

La coherencia es usualmente medida entre dos canales. Si son registrados 20 canales del scalp, puede existir 20 x 19 mediciones de coherencia individuales en cada banda de frecuencias.

Muchas veces esto se simplifica mirando solamente las coherencias los canales Homólogos de ambos hemisferios, resultando así en 16 mediciones de coherencia interhemisféricas para cada banda de frecuencia.

La coherencia es aún principalmente una herramienta de investigación.

De un punto de vista práctico, la coherencia puede interpretarse como una forma de medir cuan semejantes son dos señales.

Esta medición varía entre 0 y 1 ó bien entre 0% y 100% significa que las dos señales son exactamente iguales (la misma señal) y 0 ó 0% indica que son totalmente diferentes.

En la práctica valores por encima del 60% indicarían una fuerte semejanza. De tal forma que encontrar por ejemplo una armónica de 10 Hz., hallada en 01 y en 02 tenga un generador propio y que el 02 tenga otro diferente.

Para hallar rápidamente aquellas armónicas que están presentes en los dos canales estudiados, simplemente se superpone los gráficos de ambos espectros y se considera aquellas zonas que están en ambos. Por eso el primer gráfico importante de observar cuando se realiza coherencia es el denominado de **Potencia Cruzada** no es más que la superposición de los gráficos de cada canal mostrando solamente las armónicas que se hallan en ambos.

El gráfico de potencia cruzada nos indica aquellas armónicas que están presentes en ambos canales elegidos.

Se lleva el cursor sobre alguna de éstas armónicas presentes en ambos y se determina así fácilmente el valor en Hz. sobre la que se apunta con el cursor.

Simultáneamente el cursor recorre los otros gráficos, uno de ellos es el de coherencia, este gráfico dice el valor de la coherencia entre 0% y 100% de la armónica sobre la que se está parado con el cursor.

Si el valor de coherencia es mayor al 60% se está en condiciones de suponer que el generador de esta armónica es uno solo y en este caso se recurre al tercer gráfico de fase para conocer cuán desfasadas (corridas en el tiempo) se hallan estas armónicas.

Supongamos que el gráfico de fase dice que el desfase es de 36 grados. Para una armónica de 10 Hz. un período completo es de  $1/10 \text{ Hz.} = 0,1 \text{ segundo}$  y en este periodo recorrió 360 grados. Por consiguiente 36 grados es la décima parte de 360 grados ó sea la décima parte de 0,1 segundo o lo que es lo mismo 0,01 segundo (10 mseg.).

Se está en condiciones de suponer entonces que esa señal de 10 Hz. que se encontró en 01 y en 02 además de ser producida por un mismo generador a tardado en pasar de 01 a 02 o viceversa un tiempo de 10 mseg.

El signo de la fase dice si es el tiempo desde 01 a 02 o viceversa.

En general se acepta que pasajes entre hemisferios a través de las comisuras u otras estructuras tardan más de 15 mseg. con lo cual, se podría suponer que el generador es focal (podría estar en 01 y una cantidad de mseg. después haber pasado a 2 Hz.

Si el tiempo es menor a 15 mseg., se podría suponer que el generador es centroencefálico y que ha llegado a 01 y 02 simultáneamente ó bien con un pequeño retraso según la modulación de las estructuras centroencefálicas.

Típicamente al realizar la coherencia de un ritmo de base (Alfa) entre 01 y 02 se encuentran tiempos cercanos a 2 - 4 mseg. variables en distintas epochs, aún en signo, propio de esta modulación centroencefálica.

Mientras que en descargas focalizadas por ejemplo temporales, la armónica presente generalmente de menor frecuencia que el Alfa (Delta ó Theta), presenta tiempos de 20 mseg. ó más mseg.

Aún en los ritmos centroencefálicos, algunos autores encuentran que en trastornos de escolaridad, conducta, demencia, etc..

Hay zonas cerebrales (temporo/parietales) que presentan baja coherencia aún en actitudes de concentración (lectura)

Para estos casos donde deben analizarse todos los canales entre sí, es más práctico utilizar la coherencia intrahemisférica regional y presentar en vez de cientos números (que también están en tablas), un mapa del encéfalo con distintos colores según varíe la coherencia entre 0 y 100%, para cada electrodo con sus vecinos.

También es útil recordar que cuando el interés es el estudio de los ritmos de fondo tanto en Fourier como en coherencia, es conveniente elegir aquellas epochs que no tengan actividad comicial ó artificios etc..

Pero cuando se desea estudiar los ritmos en una crisis por ejemplo tanto pata Fourier como coherencia es necesario elegir las epochs que las tengan.

En ambos casos cuando se hagan promediaciones deben agruparse aquellas epochs que contengan la actividad que desea analizarse (Ritmos de fondo ó paroxismos).

**Como realizar COHERENCIA PROMEDIADA.**

La coherencia puede ser **INTERCANAL** ó **INTRAHemisférica REGIONAL**

Coherencia Intercanal: es la coherencia entre dos canales, esta se realiza a partir de cualquier segmento que se haya procesado. Si el segmento procesado no es una promediación solo puede hacerse coherencia intercanal.

Si lo procesado es una promediación (de varios segmentos) al entrar a coherencia da la alternativa entre coherencia intercanal ó intrahemisférica regional.

En la coherencia intercanal se puede analizar la señal entre dos electrodos solamente, uno respecto del otro.

En la coherencia intrahemisférica regional a la cual solo se puede acceder si hemos entrado a una promediación de segmentos (varios segmentos: 2 ó más que tengan la misma epoch (duración)), nos da la coherencia de cada electrodo con su vecino en un mapa y en datos numéricos.

## Coherencia

Regarding coherencia is the same that correlation

Correlation is in the time domain

Coherence is in the frequency domain

Time domain is when we see any graphics where the "x" axis (horizontal axis) is the time, by example a conventional EEG is time domain because the x axis is the time (more paper more time)

Frequency domain is when you see by example a graphics of Spectral power, in the axis you have the unit in Hertz not in time. In our EEG System when you see a Frequency Histogram.

Correlation is more easy to understand at first time and there are many mathematical books, talking about correlation, autocorrelation, cross correlation, etc...

Is the mathematical way to see how much 2 signals are equal or different.

When you take 2 signals in the Frequency domain (once you have made Fourier) and want to see how much they are equal or different, then you have to use Coherence as a mathematical algorithm. This algorithm is not easy for physicians, but they only need to know the concept.

In a regular way, we have to speak of correlation or Coherence also of Fourier as a "black box" and only know the concept of the output.

By example:

Fourier is a mathematical algorithm (black box) that enters a time domain signal, by example EEG and at the output you have the Spectral power, that is frequency domain because if you do a graphics the x axis is the frequency.

Also coherence is a mathematical algorithm (black box) that enters 2 spectral Power of 2 different signals, and the output says to me how much are similar.

From 0 to 1 or 0% to 100%

0 to 0% is equal to nothing similar, complete different 1 to 100% is equal to complete similar.

Coherence (and also Correlation) give us also more information like:

- 1- How similar (0 to 1)
- 2- How much time we have to shift them to be the most similar possible (desfasaje) (Think in 2 transparency photos, how many you have to shift them to superimpose both images).

## **UN NUEVO METODO DE ESTUDIO DE LA FUNCION CEREBRAL**

*MAPA DE LA COHERENCIA INTRAHEMISFERICA REGIONAL: en sujetos normales y pacientes con Alzheimer.*

*Dr. Daniel M. Cibils  
Lab. de EEG & NFC, Instituto de Neurología  
Montevideo - Uruguay*

La coherencia mide la magnitud de la relación entre dos señales de electroencefalografía para cada frecuencia .

Varía entre “0” que indica falta de relación y “1” que indica una perfecta relación (Gotman, 1983).

El análisis de la coherencia ha sido empleado en el estudio de la propagación de las descargas epilépticas, (Gotman 1981, 1983, Kobayashi y cols. 1992, Allen y cols. 1992); y también como herramienta para estudiar la interrelación de las áreas durante el desarrollo cerebral, (Marosi y cols. 1992), y en estudio de la actividad mental durante al cálculo matemático,(Inouye y cols. 1993)

Todos estos estudios han sido realizados estudiando la coherencia entre pares de electrodos comparándolos con otros pares en diferentes regiones del encéfalo.

El estudio de todas las relaciones de coherencia entre los 18-21 electrodos de un estudio electroencefalográfico implica una gran cantidad de datos que es difícil de presentar conjuntamente, salvo mediante reducción del número de electrodos y/o de las topografías analizadas.

Otra dificultad adicional es que la coherencia depende de la distancia entre los electrodos (Bullock u al. 1989).

## **OBJETIVO**

Hemos desarrollado un método de mapear la coherencia intracortical fundado en las relaciones anatómicas intracorticales, lo que nos permite una visión global al estudio de la coherencia . Ellos nos permite **objetivar mediante una única imagen** (mapa), los datos de la coherencia entre los electrodos involucrados.

COHERENCIA INTRAHEMISFERICA REGIONAL, implica que grafica cada hemisferio y a distancias de una medida del sistema 10-20.

Describiremos el procedimiento y su resultado preliminar en sujetos normales y en pacientes con demencia tipo Alzheimer.

## METODOLOGIA

Para este estudio se empleó un conjunto de 10 amplificadores AKONIC conectados a un PC que empleó un soft RHYTHM de Stellate System (Montreal).

Las 16 señales EEG fueron digitalizadas a 128 Hz. y analizadas en 5 bandas, delta (0.5 - 3.75), theta (7 - 7.75 Hz.) alfa (8 - 12.75 Hz.), beta 1 (13 - 17.50 Hz.) y beta 2 (18 - 25 Hz.).

La coherencia fue computada cada 0.5 Hz.

Como **primer** paso se realizó el análisis de coherencia entre cada electrodo y todos sus vecinos inmediatos a una sola distancia del sistema 10-20, evitando cálculos entre electrodos en situación diagonal, salvo en los electrodos de los extremos del hemisferios (Fp1-2 y O1-2) donde para poder promediar al menos dos valores se usa el cálculo de la coherencia oblicua con electrodos F7-8 y T5-6.

Con los 16 electrodos básicos del sistema 10-20, sin los electrodos de línea media, esto permite realizar tres cálculos de coherencia con sus electrodos vecinos, salvo para los electrodos de las puntas (Fp1 - y O1-2) que tienen dos posibilidades.

Esto se realizó en cada hemisferio por separado, (ver figura Nro.1)

**Segundo**, para cada uno de estos archivos de coherencia obtenidos se promedió la coherencia para cada banda por separado, cada medio Hertz.

**Tercero**, siguiendo un procedimiento de promediación regional, se promediaron los valores de coherencia por banda de todos los registros bipolares que estaban involucrados con cada electrodo, obteniéndose de esta manera 16 nuevos valores topográficos de coherencia por banda (figura 2).

Se postula que estos nuevos 16 valores representan un promedio de la sincronía (coherencia) de ése electrodo respecto a sus áreas vecinas. (fig. nro. 3)

Las áreas de coherencia cortical que intervienen en la determinación del valor del electrodo C3 por ejemplo (3 elipses entrelazadas), (Fig. nro.2), resultan un valor que mostrará nuevamente (mediante mapeo) la coherencia de dicha área con sus vecinos.

**Cuarto**, estos valores se llevaron a porcentaje y se los mapeó en una escala lineal entre 0-100 indicando así su valor de coherencia en una escala de colores o grises.



## **RESULTADOS**

La figura adjunta ilustra al mapa de coherencia para la banda alfa en un sujeto normal. Se observan los altos valores de coherencia en todas las áreas .

Las FIGURAS adjuntas ilustran casos de enfermedad de Alzheimer. Se observa un área de baja coherencia regional para la banda alfa a nivel de las regiones posteriores del hemisferio izquierdo.

## DISCUSIÓN

### Correlato Neuroanatomico

Solamente un sustento neuro-anatomico puede servir de base a la elaboración de estas aproximaciones neurofisiológicas sobre la coherencia.

Los fascículos asociativos intrahemisféricos reúnen puntos de la corteza de un hemisferio. Ellos transcurren por el centro oval y las cápsulas. Otros superficiales y cortos unen circunvoluciones vecinas. (fibras arqueadas o arciformes)(G. Lazhortes, Brodal)

La gran mayoría de las fibras que transcurren en la corteza son fibras asociativas corico-corticales.

Así los análisis de Scholl (1959) , de Krieg (1963), de Braitenberg (1974, 1978) y de Szentagothai (1978) estiman que no más del 1% de las fibras que ingresan a la corteza proviene del tálamo y aproximadamente el 2-4% provienen del otro hemisferio.

Esto indicaría que el 95% de las fibras corticales provienen del mismo hemisferio.

Szentagothai (1978) estima que la longitud promedio de las fibras intracorticales sería de varios centímetros .

El sistema 10-20 sitúa una distancia interelectrodo de aproximadamente 4.5 cm. Nuestro abordaje representaría una medida de la coherencia regional en las diferentes zonas de la corteza de cada hemisferio.

Se presume que un electrodo de los comunes de EEG registra una superficie de pocos centímetros cuadrados de corteza cerebral subyacente.

Hemos tratado por este encare, de obtener valores de coherencia regionales evitando calcular coherencia de electrodos situados a una distancia interelectrodo mayor de la mínima del 10-20 (lo que nos hubiera permitido obtener un mapa), como así también el cálculo de valores de coherencia entre electrodos a ambos lados de la línea media (Fp1 - Fp2, C3-C4, etc) que implicarán la participación de vías interhemisféricas transcallosas desvirtuando así el correlato anatómico preestablecido.

Este mapeo por hemisferio, permite por ser un cálculo independiente de cada uno de ellos, la construcción de un mapa diferencias lado-lado.

## LIMITACIONES

Este mapeo de coherencia regional no permite visualizar las relaciones de coherencia entre áreas situadas más allá de una distancia del sistema 10-20.

Para ello se deberá recurrir a las aproximaciones clásicas de estudio de la coherencia, sin mapeo.

**BIBLIOGRAFIA:**

- **Bullock y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 73:479-488, 1989
- **Inouye y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 83:224-230, 1993
- **Besthorn y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 90:242-245, 1994
- **Hjorth B.** EEG and Clin. Neurophysiol. 39:526-530, 1975
- **Schimd y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 83:112-123, 1992
- **Marosi y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 83:350-357, 1992
- **Allen y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 82:81-84, 1992
- **Kobayashi y cols.** EEG and Clin. Neurophysiol. 83:93-103, 1992
- **Gotman J..** EEG and Clin. Neurophysiol. 56:501-514, 1983
- **Gotman J..** Epilepsia, 22:453-466, 1981

**Relación entre el espectro de coherencia de la actividad bioeléctrica cerebral y los hallazgos neuropsicológicos en pacientes con síndrome disatencional e hiperactividad (ADDH)**

Dres. *Máximo C. Etchepareborda*  
*Jorge Etchepareborda*  
*Silvia A. Gonzalez*

Laboratorio para el estudio de las Funciones Cerebrales Superiores.  
Tel/Fax: 0054-1-9574990 / 0054-1-972335  
Estados Unidos 3402, 1228 Bs. As. - ARGENTINA -

**RESUMEN:**

Hemos estudiado 10 niños varones, con edades comprendidas entre los 86 y los 156 meses, portadores de un síndrome disatencional con Hiperactividad (ADDH, DSM III), con paradigmas neurofisiológicos y neuropsicológicos. Los primeros incluyen al cociente ALFA/THETA (CAT) y al COHERENCIA (C) -la relación porcentual de armonía entre dos áreas homólogas DEL CEREBRO-, los últimos consideran al AMT \9Test de atención selectiva), CPT (Test de Atención sostenida), WINSCONSIN Test (flexibilidad cognitiva) y Test de memoria (de objetos, Colores y Números).

Uno de los hallazgos más relevantes es la relación entre la dominancia manual -8 de dextro-dominancia / 2 levo-dominancia- y al CAT polo Temporal (T1-T2) de ambos hemisferios (X T1,  $p=0,35$ , X T2,  $p=0,035$ ).

Tanto el número de errores de comisión en el AMT como los valores de los resultados de la Escala de Conners, mostraron una relación significativa con el CAT F4 (X:  $p=0,0404$ ). También hemos observado una relación entre el CAT F3 y el Test de Memoria de Colores (X:  $p=0,061$ ).

Los resultados del estudio de la Coherencia interhemisférica entre los lóbulos frontales (F3-F4) y el polo temporal (T1-T2), son mayores para los primeros que para los últimos, en todas y en cada una de las bandas de frecuencia exploradas, aunque ninguno de ellos alcanzó un significado estadístico elevado. Por ejemplo, Banda Theta = 60,02 / 40,35 (F3-F4 / T1-T2) x:  $p=0,09$ .

Finalmente, la coherencia y los resultados neuropsicológicos mostraron para la banda Alfa (especialmente en las 9 Hz. de la región temporal) una relación estrecha con los errores de perseveración del Test de Flexibilidad cognitiva (X:  $p=0,09$ ).

## INTRODUCCION

Es ya conocido, que la actividad cerebral (frecuencia EEG) aumenta con la edad en la población de niños normales; y que desde las frecuencias dominantes lentas (DELTA) se pasa a las intermedias (THETA) y luego a la rápidas.

La “Coherencia”, en el componente dominante del estudio de potencia cruzada de las bandas de frecuencia, muestra una disminución gradual caudorostral, desde el área occipital a la frontal. Hasta la actualidad, existen en pocos reportes sobre el análisis espectral electroencefalográfico en pacientes con ADDH (Síndrome disatencional con Hiperactividad)

En el presente trabajo, hemos utilizado el análisis espectral EEG para examinar la coherencia (Coeficiente de Correlación) entre varias áreas cerebrales, intra e interhemisféricas, así como el estudio del cociente ALFA-THETA y su relación con paradigmas neuropsicológicos.

## INTRODUCCION

La **coherencia** debe ser entendida, teniendo en cuenta el concepto de relación de Pearson, la que es definida como se ve en la fórmula uno, en donde “ $x_i$ ” e “ $y_i$ ” son un par de números reales.

Esta cantidad es la covarianza de las “ $x$ ” e “ $y$ ” normalizadas por el producto de los desvíos estándares de cada variable.

Esta definición puede ser extendida en forma natural cuando el número de pares son complejos. Ver fórmula dos.

En general, la correlación compleja es un ángulo de fase arbitrario y una magnitud con un rango entre 0 y 1.

Se debe tener en cuenta, que en caso especial de números reales, solo son posibles dos fases (0 y 180 grados), así los valores de correlación estarán en un rango entre -1 y +1.

Considerando que “ $x_i$ ” e “ $y_i$ ” son medidas en forma corriente en series temporales (time series) a través del EEG en dos localizaciones de scalp.

Así, “ $x_i(t)$ ” es al valor EEG registrado en el electrodo “ $x$ ” en el barrido (sweep) “ $i$ ” en el tiempo “ $t$ ”.

La ecuación puede ser aplicada en cada momento para producir una correlación de series temporales.

En forma alternativa, cada serie temporal, puede ser trasladada a la frecuencia dominante como un espectro de frecuencia de números complejos “ $X_i(f)$ ” e “ $Y_i(f)$ ”, en donde cada ecuación puede ser aplicada a cada frecuencia.

El resultado es un espectro de correlación compleja, conocido en la literatura como “**espectro de coherencia**”.

En resumen, el espectro de coherencia está formado por un set de números reales en un rango de 0 a 1, y se obtiene por el cuadrado de la magnitud de la correlación compleja del espectro de números.

## **BATERIAS NEUROPSICOLOGICAS**

Los estudios neuropsicologicos de los últimos años, han mostrado un interés creciente en la sistematización de la metodología de la metodología a utilizar en cada evaluación .

Creemos que el empleo de tests computarizados, que evalúen las funciones básicas cerebrales, requiere por un lado de un sustento técnico específico, y por el otro de un conocimiento profundo de los mecanismos de procesamiento involucrados en cada tarea cognitiva.

### **SUSTENTO TECNICO:**

Con respecto al sustento técnico específico, adherimos a las conclusiones de Dodrill (1991), quien describe las condiciones de un Test computarizado, de la siguiente forma:

- 1- Capacidad técnica para la construcción y el mantenimiento del Hardware.
- 2- Capacidad técnica para la construcción y el mantenimiento del Software.
- 3- Gran sensibilidad para detectar los efectos farmacológicos.
- 4- Registrar diferencias medibles  
Cuantificar de manera objetiva los resultados de las pruebas ensayadas.

### **MECANISMOS DE PROCESAMIENTO.**

Con respecto al conocimiento profundo de los mecanismos de procesamiento, existe ya una amplia y creciente literatura, en la que se demuestra con claridad la preferencia y la necesidad de evaluar funciones individuales y específicas, antes que el registro de un cociente intelectual extraído a través del material adquirido.

Esto quiere decir, que la forma de procesamiento para adquirir conocimiento, prima sobre lo ya aprendido.

Gracias a este tipo de evaluación, se han individualizado diferentes subtipos específicos de cuadros funcionales, tales como las disfacias, dilexias y disgrafías, en donde una vez individualizado el ó los mecanismos subyacentes afectados, se elabora un abordaje terapéutico específico.

Dentro de las funciones cerebrales clásicas que se evalúan en las baterías de tests neuropsicológicos figuran:

- \* los tiempos de reacción
- \* la atención sostenida y la atención selectiva
- \* la memoria de corta latencia
- \* la planificación secuencial
- \* la flexibilidad cognitiva
- \* el lenguaje
- \* lateralidad

La aplicación de los Test computarizados dentro de una evaluación neuropsicológica, está resumida en el trabajo de M. G. AMAN (1991). El mismo distingue específicamente cuatro aplicaciones principales:

- 1- Evaluación de los mecanismos básicos.**
- 2- Documentación del perfil cognitivo**
- 3- Control evolutivo del entrenamiento cognitivo**
- 4- Monitoreo de drogas psico-activas.**

#### **1- Evaluación de los mecanismos básicos.**

El registro de cada una de las funciones perceptivas, motoras y cognitivas, permite reconocer e identificar un patrón de compromiso ó indemnidad de cada función individualmente.

#### **2- Documentación del perfil cognitivo**

La suma de resultados individuales de cada prueba realizada, y agrupados de acuerdo al sistema de tratamiento de la información o de procesamiento empleado (INPUT, PERFORMANCE, OUTPUT), permite distinguir la afectación o no de cada sistema de procesamiento.

#### **3- Control evolutivo del entrenamiento cognitivo**

Una vez realizada la evaluación diagnóstica, se realiza un plan terapéutico a desarrollar priorizando las áreas disfuncionadas.

Luego de un tiempo determinado para cada mecanismo, la edad del paciente y la capacidad plástica cerebral residual subyacente, se podrá realizar una reevaluación (re-test) para conocer el grado de progresos existentes, obrados durante dicho período.

#### **4- Monitoreo de drogas psico-activas.**

Tanto en la neurología como la psiquiatría, los avances farmacológicos han sido francos y notorios.

La mayor especificidad de las drogas, así como la menor presencia de efectos adversos fueron siempre anhelos del fármaco ideal.

Pues ahora se ha agregado una que tiene que ver con la calidad de vida presente, y es la falta de compromiso de la producción cognitiva y de la conducta.

Así entonces, se considera ideal a un fármaco cuando éste cumple con la especificidad, la tolerancia y la indemnidad cognitiva.

**BATERIAS NEUROPSICOLOGICAS COMPUTARIZADAS:**

\* **Neuropsychologische Testbatterie**

A. Rothenberger, W. Woerner, F. Stratman

Institut für Seelische Gesundheit, Mannheim

Ruprecht - Karls - Universität Heidelberg 1987

Batería de Test neuropsicológicos computarizados para la evaluación del lóbulo frontal.

\* **Neuropsychologische Testbatterie zur Erfassung von Aufmerksamkeitsdefiziten**

Peter Zimmermann und Bruno Fimm

Psychologisches Institut der Universität Freiburg 1989

Batería de Test neuropsicológicos computarizados para la evaluación de los Deficits atencionales.

\* **STIM - Neuropsychologische Test Battery by Neuroscan'90**

Batería neuropsicológica computarizadas para niños y adultos.

\* **MCC - Monitoreo Cognitivo Computarizado**

M. C. Etchepareborda y Comas, 1993

Monitoreo Cognitivo Computarizado para la evaluación de las funciones Cerebrales Superiores.

Módulos:

Atención: . . . . : **CPT** - Test de atención sostenida

**SAT** - Test de atención selectiva

**RT** - Tiempo de Reacción

Cognición . . . . : **COG** - Flexibilidad Cognitiva

Wisconsin Card Sorting Test

(Modificado para PC)

Interferencia . . . : **STB** - Test de interferencia Color

Palabra (Stroop Test modificado para PC)

**OPERACIONALIDAD DE LAS VARIABLES DE EXAMINACIÓN:**

La operacionalidad de las funciones cerebrales superiores (por ejemplo: flexibilidad cognitiva, planeamiento secuencial, atención selectiva, atención sostenida, estado de alerta, inhibición de la interferencia, control de espera, control de impulsos, procedimientos con meta definida, asociación modal-cruzada, fluidez del lenguaje, memoria anterógrada, seriaciones, coordinación viso-motriz y viso-espacial, percepción visual) y de sus alteraciones (por ejemplo: perseveración, impulsividad, distractibilidad, déficit de la tensión y falta de autocontrol, rigidez cognitiva) se presenta como la tarea más importante a evaluar (tabla 1).

TABLA 1:

Funciones cerebrales superiores y los paradigmas para su medición:

<b>FUNCION CEREBRAL SUPERIOR</b>	<b>PARADIGMA</b>
Flexibilidad Cognitiva	Wisconsin-Card-Sorting-Test (WCST)
Capacidad de Planeamiento	Reproducción temporal Test de los movimientos motores secuenciales (TMMS)



## Planeamiento Secuencial espontáneo

<u>Atencion</u>	
1- Estado de Alerta	Reaction Time Multimodal
2- Selectiva	Atención-Muñecos - Test (AMT) SAT - Test
3- Sostenida	Continuous - Performance - Test (CPT)
Control de Interferencia	Test Interferencia color-palabra (Stoop test)
Control de impulsos	Matching-Familiar-Figures-Test MFF Continuous - Performance - Test (CPT) Atención-Muñecos - Test (AMT) SAT - Test
Control de espera	Reaction Time CPT - Pc versión
Integración Multimodal	Reproducción temporal
Comprensión del lenguaje	Test de vocabulario de figuras (Peabody-Dunn Test)
Memoria	Number Span Test Color Span Test Objet and Picture Memory Span Test Memoria de Texto
Coordinación viso-motriz	Test de los cubos de Kohs

**METODO:**

1- Los registros EEG monopolares fueron obtenidos desde electrodos ubicados en el cuero cabelludo y en las apófisis mastoideas.

2- Los espectros EEG de los hemisferios izquierdo y derecho, fueron procesados por una computadora PC-AT 486 DX-66, por medio del estudio de la fase rápida del Test de Fourier (FFT algorithm), para cada valor real digitalizado.

3- Los registros siempre fueron realizados con los niños con ojos cerrados y en situación de reposo vigil.

4- Un total de 20 segundos, epocas de 2 segundos, libres de artefactos, fue elegido como muestra para el análisis (estudio de Fourier).

5- Un análisis espectral fue calculado a partir de todas las épocas. El análisis fue realizado en el rango de "0 a 15 Hz".

## 18- *Coherencia*

6- El estudio comparativo entre dos áreas homólogas interhemisféricas, a través de un coeficiente de correlación, denominado coherencia, y su seguimiento a lo largo de la banda de frecuencia, especialmente en los componentes dominantes (picos máximos del estudio de potencia cruzada), fue sujeto a un estudio detallado en la concierne a:

- \* morfología, frecuencia y amplitud.

- \* Espectro de fase (sincronía de señales)

- \* Espectro de coherencia (simetría de señales)  
(Fourier de la covarianza, o covarianza normalizada)

- \* Espectro de Potencia Cruzada (de las armónicas que se comparten) (Fourier de la covarianza)

7- Los componentes generalizados observados en todas las regiones, también fueron estudiados.

8- La función de coherencia fue calculada a partir del espectro de potencia cruzada (cross-power spectra).

9- El test de Chi Cuadrado, fue utilizado para determinar la relación entre los componentes de frecuencia dominantes y los resultados de los Test neuropsicológicos evaluados.

## RESULTADOS:

Hemos estudiado 10 pacientes varones con edades entre 86 y 156 meses, portadores de **(ADDH)**, a través de paradigmas neurofisiológicos y neuropsicológicos.

Los primeros incluyen básicamente el cociente **ALFA/THETA (CAT)** y la **COHERENCIA (C)** - la relación porcentual de armonía entre dos áreas homólogas del cerebro -, mientras que los últimos consisten en una evaluación neuropsicológica que evalúa la atención selectiva y sostenida la flexibilidad cognitiva, los mecanismos de control de impulsos y de interferencia, la memoria, el lenguaje y la coordinación viso-motriz.

El coeficiente de correlación "Pearson" fue utilizado para determinar la correlación entre la frecuencia dominante y la edad, lateralidad manual, y todos los resultados de la batería neuropsicológica.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la realización entre la dominancia manual - **8 dextro-dominancia / 2 levo-dominancia-** y el **CAT del polo Temporal (T1-T2)** de ambos hemisferios (**X T1, p=0.035; X T2, p=0,035**)

Tanto el número de errores de comisión en el **AMT** como los valores de los resultados de la escala de Conners, mostraron una relación significativa con el **CAT F4 (X: p=0,0404)**.

También hemos observado una relación entre el **CAT F3** y el Test de Memoria de Colores (**X: p=0,061**)

Los resultados del estudio de la coherencia interhemisférica entre los lóbulos frontales (**F3-F4**) y el polo temporal (**T1-T2**), fueron **mayores** para los primeros que para los últimos, en todas y en cada una de las bandas de frecuencia exploradas.

Sin embargo, ninguno de ellos alcanzó un valor estadístico elevado.

Por ejemplo, **Banda Theta = 60,02 / 40,35 (F3-F4 / T1-T2) X2: p = 0,09**

La coherencia y los resultados neuropsicológicos mostraron, para la banda **ALFA** (especialmente en los 9 Hz. de la región temporal) una relación estrecha con los errores de perseveración del Test de flexibilidad cognitiva. (**X2, p = 00.9**)

La coherencia estudiada en el componente dominante mostró una disminución gradual caudo-rostral, desde la región occipital a la frontal en sujetos con edades de 8 a 11 años (**0: 0.826 vs. F: 0.753**).

En los 9 de los 10 pacientes, los valores de la coherencia entre las regiones occipital y frontal estuvieron por debajo de 0.5 para la banda ALFA, 8 - 12 ciclos por segundo.

Tanto para el componente dominante (pico máximo), como para los componentes no-dominantes de la Banda de frecuencia estudiada, la **coherencia interhemisférica Temporal** fue más pequeña que para otras áreas, en todos los pacientes con ADDH.

La relación **intrahemisférica** para el pico máximo, mostró un comportamiento irregular en el hemisferio izquierdo (C-O) independiente de la edad.

## **RESUMEN DE LOS HALLAZGOS NEUROFISIOLÓGICOS**

El espectro de coherencia interhemisférica muestra una disminución gradual caudo-rostral en las líneas Occipito-Frontal y Temporal.

El componente dominante, observado en la curva de potencia cruzada de las diversas Bandas de frecuencia de las Regiones Occipitales, mostró un carácter irregular.

**Banda DELTA . . . : n = 5 (4 menores de 11 años)**

**Banda ALFA . . . : n = 5 (3 mayores de 11 años)**

El comportamiento del componente dominante de la coherencia, tomado en la curva de potencia cruzada entre áreas corticales homólogas, mostró una distribución similar entre las regiones preFrontal, Frontal y Temporales anterior y media, con un marcado predominio en la Banda de frecuencia DELTA.

Por otro lado, una distribución intermedia del pico máximo en las distintas Bandas de frecuencia, se observó en las regiones centro posteriores: Central, Parietal, Occipital, y Temporal Posterior.

### **CONCLUSIONES:**

De acuerdo con Suhara y Col., la coherencia del componente dominante disminuye en sentido postero-anterior en niños normales entre los 3 y 10 años; mientras que en sujetos entre los 11 y 15 años, el componente dominante aparece alrededor de los 10 Hz. en regiones occipitales, mostrando un valor de coherencia mayor (0,5 ó mayor), en la relación Fronto-Occipital y Centro-Occipital.

Hasta aquí, observamos que en pacientes con ADDH entre los 8 y 13 años de edad, el desarrollo de la coherencia, podría ser diferente al de la población normal, mostrando por un lado, un valor elevado de coherencia en regiones anteriores Fronto-Centrales y un valor descendido para la región temporal anterior; y por otro lado, la presentación del componente dominante, en la Banda de frecuencia DELTA en el 80% de los pacientes, para las regiones anteriores.

En nuestro intento por relacionar los hallazgos bioeléctricos con los neuropsicológicos, encontramos pocas variables que correlacionarán con un grado de significancia estadística suficiente.

Creemos que nuevos estudios en esta línea, arrojarán mayor claridad a ésta presentación.

**BIBLIOGRAFIA:**

**1-** Topographic Brain Mapping of EEG and Evoked Potentials

Ed. K. Maurer. Springer-Verlag, 1989

**2-** Coherence Mapping Reveals Differences in the EEB between Psychiatric Patient and Healthy Persons

H. Pockberger, K. Thau, A. Lovrek, H. Petsche and P. Pappelsberger.

En Topographic Brain Mapping of EEG and Evoked Potentials

Ed. K. Maurer. Springer-Verlag, 1989

**3-** Information Processing by the Brain views and Hypotheses from a Physiological - Cognitive Perspective.

De. Markowitsch. Hans Huber Publishers, 1988

**4-** ADHD Attention Deficit Hyperactivity Disorder

K. Conners and M. Kinsbourne (Editors), 1990

MMV Medizin Verlag Munchen

**5-** Pediatric Neurology: Behavior and Cognition of the Child with Brain Dysfunction

Editors: N. Amir, I. Rapin and Branski, 1991

**6-** The temporal Lobes and the Limbic System.

De. M. Trimble and T.G. Bolwing, 1992. Wrightson.