

# Electroencefalograma cuantitativo (qEEG) en el diagnóstico diferencial de la demencia degenerativa

## Análisis factorial

Gabriel Arango, Rodrigo Pardo

### RESUMEN

*El diagnóstico de la demencia se establece por parámetros clínicos. Se han propuesto diversos criterios que tienden a disminuir la variabilidad diagnóstica y propenden por una adecuada clasificación de los diversos cuadros clínicos que conforman el síndrome demencial.*

*No se dispone de un solo examen que identifique con adecuada precisión el tipo de enfermedad degenerativa que causa la demencia y su diagnóstico definitivo exige la realización de estudios histopatológicos.*

*En el estudio y clasificación de las demencias se han utilizado varios procedimientos diagnósticos, con diversos resultados. Los mayores avances se han registrado en las neuroimágenes. La tomografía funcional, por emisión de positrones, ofrece alentadores resultados; pero sus altos costos limitan la disponibilidad y su aplicación clínica.*

*El electroencefalograma cuantitativo puede ser una prueba útil en el estudio y clasificación de las demencias orgánicas, por lo que su verdadera utilidad deberá establecerse.*

**Objetivo:** evaluar la utilidad diagnóstica del electroencefalograma

*cuantitativo (qEEG) en un grupo de pacientes con síndrome demencial.*

**Métodos:** se realizó un qEEG de vigilia a 66 pacientes con diagnóstico de enfermedad de Alzheimer (EA) probable, según los criterios NINC-ADRDA. El registro fue realizado por un neurofisiólogo con experiencia en qEEG, en un equipo Trackwalker II-Neuronic y mediante las técnicas o montajes convencionales. Estos pacientes pertenecen a una cohorte de enfermos atendidos por el grupo de trabajo interdisciplinario en demencia, de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional.

Para el análisis se tomaron en cuenta los poderes relativos de cada electrodo de registro, eliminando los de línea media (Cz, Pz, Oz) y los frontopolares (FP1, FP2). Se calculó la "r" de Pearson para las parejas de datos y se utilizó un método estadístico de multivariante de simplificación para los conjuntos de datos cuantitativos.

**Resultados:** se encontró una alteración global en 59 de los pacientes (81,8%), estas alteraciones fueron de predominio posterior en 31,8%, difusas en 44% y anterolaterales en 24%. Se obtuvieron anomalías asimétricas en 24%. La alteración más fre-

*cuente fue el aumento de los poderes de la banda theta. El análisis factorial mostró una mayor correlación de los electrodos de la región temporal.*

*Estos resultados son consistentes con la información disponible en la literatura. El predominio de alteraciones globales y en las regiones posteriores se correlaciona bien con el patrón de compromiso demostrado por la patología, en la enfermedad de Alzheimer.*

**Conclusiones:** el qEEG es útil para el diagnóstico de la demencia orgánica y su patrón de alteración es consistente con el diagnóstico clínico (Acta Neurol Colomb 2002; 18: 18-25).

### SUMMARY

*The diagnosis of dementia is established by clinical parameters. Several criteria have been proposed that tend to diminish the diagnostic variability and aim for an adequate classification of the different clinical descriptions that constitute the dementia syndrome.*

*There is not one single test that identifies with adequate precision the type of degenerative disease that causes dementia and its final diagnosis demands histo-pathological studies.*

Dres.: Gabriel Arango y Rodrigo Pardo: Grupo de Trabajo Interdisciplinario en Demencia, Unidad de Neurología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Correspondencia al Dr. Rodrigo Pardo. Unidad de Neurología. Departamento de Medicina Interna. Universidad Nacional. Bogotá.

*In the study and classification of dementia various types of diagnostic procedures have been used with different results. The biggest leaps have been registered with neurological images. A functional tomograph, by positron emission, offers encouraging results ; but its high costs limits its availability and clinical application.*

*The QEEG can be a useful test in the study and classification of organic dementia, for this reason its true usefulness should be established.*

**Objective:** *evaluate the diagnostic usefulness of the QEEG in a group of patients with dementia syndrome.*

**Methods:** *an awaken QEEG was performed in 66 patients diagnosed with a probable Alzheimer's disease following the criteria of NINCS-ADRDA. The test was performed by an experienced neurophysiologist working with the QEEG, using a Trackwalker II-Neuronic device performing the conventional techniques and set ups. These patients belong to a cohort of patients attended by the interdisciplinary group in dementia in the Medical Faculty of Universidad Nacional (National University).*

*For the analysis the relative strengths of each electrode record, eliminating the ones around the average (Cz, Pz, Oz) and the frontal polar ones (FP1, FP2), were taken into account. Pearson's "r" was calculated for the pair of data and a multi varying statistical method of simplification for the groups of quantitative data was used.*

**Results:** *a global alteration was found in 59 patients (81,8%), these alterations were of posterior predominance in 31.8%, diffuse in 44%, and anterior lateral in 24%. Asymmetric abnormalities were obtained in 24%. The most frequent alteration was the increase of strengths in the theta band. The factorial analysis showed a bigger correlation of the electrodes in the temporal region.*

*These results are consistent with the information available in other studies. The predominance of the global alterations and in the posterior regions correlate well with the compromise pattern showed by Alzheimer's disease.*

**Conclusion:** *the QEEG is useful for the diagnostic of organic dementia and its alteration pattern is consistent with the clinical diagnostic. (Acta Neurol Colomb 2002; 18: 18-25).*

#### INTRODUCCIÓN

Desde la introducción de la electroencefalografía clínica en 1930 ha existido interés por investigar la correlación del EEG con los trastornos mentales.

Más de siete décadas después, la utilidad clínica del EEG como una ayuda en el diagnóstico de diferentes alteraciones orgánicas cerebrales continúa despertando tanto interés como controversia (1).

La interpretación del EEG convencional carece de especificidad. Entre 5-15% de sujetos normales pueden tener lentificación excesiva en el EEG. El índice de falsos positivos dependerá de los criterios con que se define enlentecimiento excesivo y puede variar entre varios observadores (2).

En los últimos años se han desarrollado técnicas de análisis del EEG que permiten obtener una mejor información de la actividad eléctrica que se genera en la corteza cerebral. El EEG digital utiliza la conversión del registro analógico convencional en valores de voltaje que se almacenan en dispositivos electromagnéticos que permiten un procesamiento numérico de la señal. El mapeo de la actividad eléctrica cortical fue introducido por Duffy como una nueva técnica topográfica para visualizar la distribución de la actividad del EEG (3). Diversos estudios han intenta-

do responder si el análisis cuantitativo del EEG (qEEG) puede revelar anomalías en pacientes con demencia degenerativa (4-9).

El qEEG utiliza la tecnología digital para optimizar el análisis del EEG de tres maneras. Para cada sitio de registro se calcula un espectro de poder (variante del análisis de Fourier). Este espectro cuantifica la actividad por cada frecuencia y determina su presencia normal. La actividad de cada frecuencia se presenta en poderes absolutos y relativos. Estos últimos son más frecuentemente utilizados y se obtienen dividiendo la actividad en cada banda por el poder total a lo largo de todas las bandas para cada sitio de registro (10).

La segunda técnica proporciona una imagen visual en forma de mapa sobre la superficie del cráneo. La amplitud en el espectro de poder para cada derivación se codifica en color.

Una tercera estrategia es la de comparar estos mapas mediante variadas técnicas estadísticas. Los valores individuales de un paciente en cada punto de la superficie del cráneo son comparados con aquellos de un grupo conocido. Se calcula luego un puntaje "Z" o la diferencia entre el paciente y el grupo de comparación dividido por la desviación estándar del grupo. Los puntajes "Z" forman un nuevo mapa en color que resalta las áreas en las cuales el paciente difiere de su grupo de comparación (mapas probabilísticos).

Una objeción al procedimiento surge del problema de las múltiples comparaciones. Los estudios qEEG producen una gran cantidad de variables.

Su número puede calcularse multiplicando la cantidad de datos creados por cada electrodo por el

número de electrodos usados. El análisis de componentes principales del análisis factorial reduce el amplio número de variables a un grupo pequeño de factores. Oken y Chiapa proponen que el número de variables puede reducirse al eliminar aquellas que intuitivamente se crea que no poseen significado clínico y centrando el análisis sobre las que sean relevantes (2, 11).

Dentro de las ventajas que ofrece el qEEG se destacan: medición objetiva del trazado, adquisición digital, posibilidad de cambiar montajes, medición exacta de amplitudes y frecuencias, manejo estadístico de los datos y comparación de resultados contra patrones de normalidad

El qEEG se está aplicando al estudio de las demencias degenerativas. Varios estudios soportan su utilidad como herramienta diagnóstica y de seguimiento. La Academia Americana de Neurología lo considera una herramienta útil cuando no hay diagnóstico clínico exacto (nivel de evidencia II y III, recomendación B) (4, 5).

Existen varios trabajos con esta técnica, donde se demuestra que es útil para diferenciar casos de demencia orgánica de aquellos de pseudodemencia; ayuda a clasificar subtipos de demencias degenerativas y se correlaciona con otros estudios como el SPECT en la enfermedad de Alzheimer (12-22).

También se han descrito patrones de áreas disfuncionales para cada tipo de demencia con correlación patológica excelente, aunque los estudios al respecto se han desarrollado con tamaños de muestra muy pequeños (12). Para la enfermedad de Alzheimer, el patrón más común descrito es la pérdida de la coherencia interhemisférica con disminución de los poderes de la banda alfa y aumento de la

banda theta en regiones posteriores del encéfalo (12, 20, 23). Un estudio realizado en el Instituto Karolinska encuentra una sensibilidad del 77.8% y una especificidad del 100% cuando se comparan para los poderes relativos alfa y theta y la coherencia temporoparietal en pacientes con enfermedad de Alzheimer y sujetos normales (12).

Se ha encontrado una buena correlación entre los datos del qEEG y los déficit que arrojan las pruebas neuropsicológicas (18). A su vez, sus datos se correlacionan con el nivel de deterioro de los pacientes y son predictores de sus discapacidades. Al comparar los valores del examen mental mínimo (MMSE) con el qEEG se encuentra que los puntajes bajos de éste se correlacionan con valores altos de las bandas theta y delta (24).

Por los hallazgos descritos es importante continuar estudiando esta técnica que promete ser útil en el diagnóstico de las demencias degenerativas (25-27).

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Los pacientes fueron reclutados en el Grupo de Trabajo Interdisciplinario en Demencia de la Universidad Nacional de Colombia. Este grupo está conformado por médicos neurólogos, geriatras, especialistas en medicina familiar y genetistas, psicólogos, neuropsicólogos, biólogos, terapeutas ocupacionales y del lenguaje, y voluntarios, quienes desarrollan actividades conjuntas de detección, diagnóstico, seguimiento y tratamiento de pacientes con alteraciones cognitivas de carácter progresivo. Ofrece servicios de diagnóstico, tratamiento y seguimiento domiciliario y desarrolla proyectos de formación, investigación y extensión.

Entre junio de 1998 y junio de 2000 se evaluaron 106 pacientes en el Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia. La edad promedio del grupo fue de 73,7 años (DS 8.7, rango 50-89), con un MMS promedio de 14.1 (DS 8, rango 2-30), los cuales fueron sometidos a una evaluación clínica y funcional. En todos los casos se realizaron estudios complementarios (imágenes cerebrales, función tiroidea, VDRL, química sanguínea, hematología y otros de acuerdo con el criterio médico en cada caso).

Para efectos del presente estudio, en los pacientes seleccionados se practicó un qEEG en vigilia por un técnico con entrenamiento certificado. Se utilizó un equipo modelo Raptor (Neuronic® S.A. La Habana, Cuba) con 26 canales de registro. Se utilizaron electrodos de plata clorurada (Nihon Kohen®) con impedancias de contacto inferiores a 2 K. La recolección, procesamiento y análisis de la información, así como la calibración de los amplificadores se realizó mediante un programa diseñado para el efecto (Trackwalker 3.1). Los registros obtenidos fueron informados y leídos en el formato convencional (análisis visual) y en análisis espectral de frecuencias con mapas en color, por un especialista en neurofisiología con entrenamiento en la técnica, quien desconocía el diagnóstico clínico de remisión. Para cada paciente se obtuvieron los poderes absolutos y relativos para cada punto del EEG en un montaje referencial, discriminados en las bandas básicas del EEG (alfa, beta, theta y delta).

Los pacientes cumplían los criterios de NINCS – ADRDA para enfermedad de Alzheimer probable y no tenían antecedentes de crisis convulsivas, trauma de cráneo o cirugía craneana previa. Se realizó seguimiento por espacio de

uno a cuatro años, excluyendo los pacientes con demencias diferentes al Alzheimer, pseudodemencia depresiva, enfermedad cerebrovascular y un caso de EA que presentaba concomitantemente una enfermedad de Paget con severa hiperostosis del cráneo, por alterar las impedancias en el momento de la toma del examen. Se seleccionaron finalmente 66 pacientes con registros completos qEEGs.

Para el análisis estadístico se tomaron en cuenta los valores relativos para todos los puntos del EEG de acuerdo con el sistema internacional 10-20, excluyendo los electrodos frontotemporales, por los artificios de movimiento ocular y los electrodos de la línea media porque no aportan información útil para el estudio.

Se realizó una lectura convencional de los trazados, seleccionando las áreas libres de artefacto para su análisis cuantitativo. Los poderes absolutos se obtuvieron con la fórmula:

$$P_{abs} = \frac{\text{amplitud}^2 \text{ (microvoltios)}}{\text{frecuencia}}$$

Los valores relativos se calcularon dividiendo el poder absoluto del punto específico sobre el valor absoluto global. Estos valores adimensionales se expresan en forma de proporción, permitiendo su comparación de una manera estandarizada.

Se calcularon las medidas de tendencia central, de variabilidad y se examinó para cada variable su forma de distribución.

Se calculó la *r* de Pearson, que es una medida de la forma en que las parejas de datos ocupan posiciones iguales u opuestas dentro de sus propias distribuciones. Se creó la matriz de correlación y posteriormente se realizó análisis de

componentes principales mediante el programa estadístico SAS.

El análisis de componentes principales es un método estadístico multivariante de simplificación o reducción de la dimensión de un conjunto de variables con datos cuantitativos, para obtener una dimensión menor en número de variables, como una combinación lineal de las variables primarias. Estas dimensiones reducidas se denominan componentes principales o factores que permiten un análisis más simple del problema estudiado. Su aplicación es directa sobre el conjunto de datos sin que se establezcan jerarquías o se haya probado normalidad en las distribuciones. El análisis de componentes principales permite describir de manera sintética, la estructura e interrelación de las variables originales en el fenómeno que se estudia a partir de las componentes obtenidas. En principio el método obtiene tantas

componentes como variables de análisis. Se deben aceptar tantas componentes, que expliquen una proporción aceptable de la varianza global o inercia.

En el análisis de componentes principales se dispone de una muestra de tamaño *n* de un número de *p* variables  $X_1, X_2, \dots, X_p$  (tipificadas o expresadas en desviaciones respecto a su media) inicialmente correlacionadas, para posteriormente obtener a partir de ellas un número  $k \leq p$  de variables incorrelacionadas  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$  que sean combinación lineal de las variables iniciales y que expliquen la mayor parte de su variabilidad.

Se realizaron rotaciones ortogonales para mejorar la interpretación de los factores identificados.

Se presentan los factores obtenidos sobre un esquema cartográfico para facilitar su comprensión.

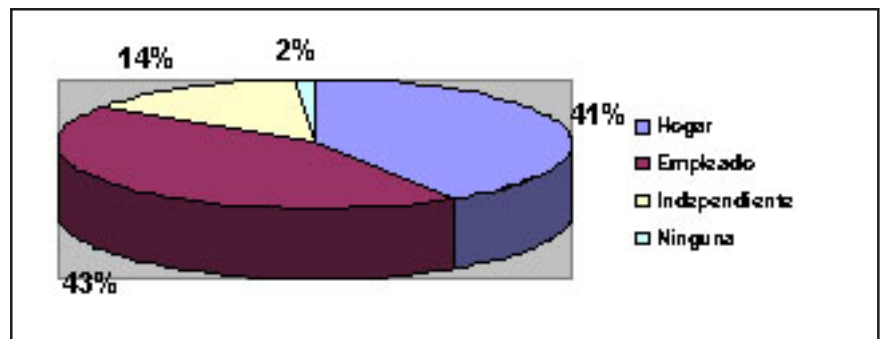


Figura 1. Ocupación de los pacientes previa al inicio de la enfermedad

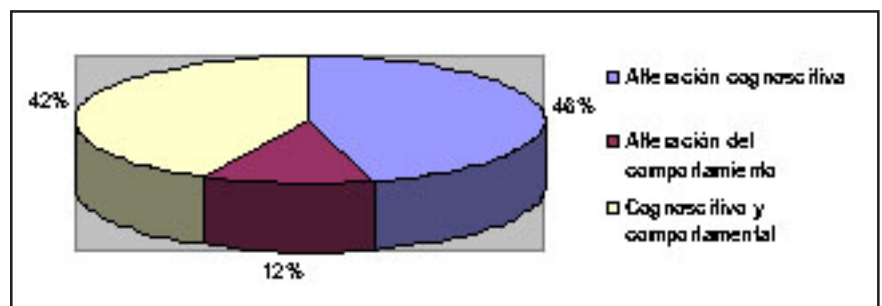


Figura 2. Motivo de consulta inicial

RESULTADOS

La población de 66 pacientes escogida presenta una edad promedio de 73.8 años (DS 9.58, rango 50-89), 46 (70%) son mujeres y 20 (30%) son hombres (2.3:1), con un examen mental mínimo (MMSE de Folstein) promedio de 12.1 (DS 7.6, rango 2-30) y un puntaje promedio en la escala global de deterioro de Reisberg (GDS) de 4.4 (rango 1.5-6).

El 48.5% de la muestra tiene primaria completa, el 19.7% bachillerato incompleto, el 18.2% educación superior, el 9.1% bachillerato completo y un 4.5% primaria incompleta. En cuanto al estado civil el 44.2% son viudos, el 34.8% son casados o estaban en unión libre, el 13.5% son separados y un 7.5% son solteros. La ocupación de los pacientes antes del inicio de la sintomatología y los motivos de consulta de acuerdo con lo reportado por los pacientes o sus cuidadores se muestran en las figuras 1 y 2. El tiempo de evolución de los síntomas fue de 4.5 años (DS 2.5 rango 1-13).

El 52% de los pacientes presentaba enfermedades sistémicas como hipertensión arterial (HTA) y diabetes mellitus (DM) bajo tratamiento y control médico adecuado, un 35.4% no presentaba antecedentes personales de importancia, 4 (6.2%) tenían hipotiroidismo, que en todos los casos fue corregido sin mejoría del compromiso mental y otros cuatro pacientes presentaban hipotiroidismo asociado a HTA o DM, en los que se tuvieron las mismas consideraciones. En ninguno de los pacientes había antecedente de trauma craneoencefálico. En cuanto a los antecedentes familiares, un 53.8% no tenía ninguno de importancia, un 27.7% presentaba relacionados con demencia (padres o hermanos), un 6.2% de retardo mental,

un 10.8% de demencia, retardo mental y enfermedad psiquiátrica en la familia en un paciente (1.5%). No se identificó ningún caso con síndrome de Down en la familia.

El VDRL fue negativo en todos los casos y no había evidencia en los exámenes de rutina de deficiencia de vitamina B12. Todos los pacientes con hipotiroidismo fueron seguidos y reevaluados des-

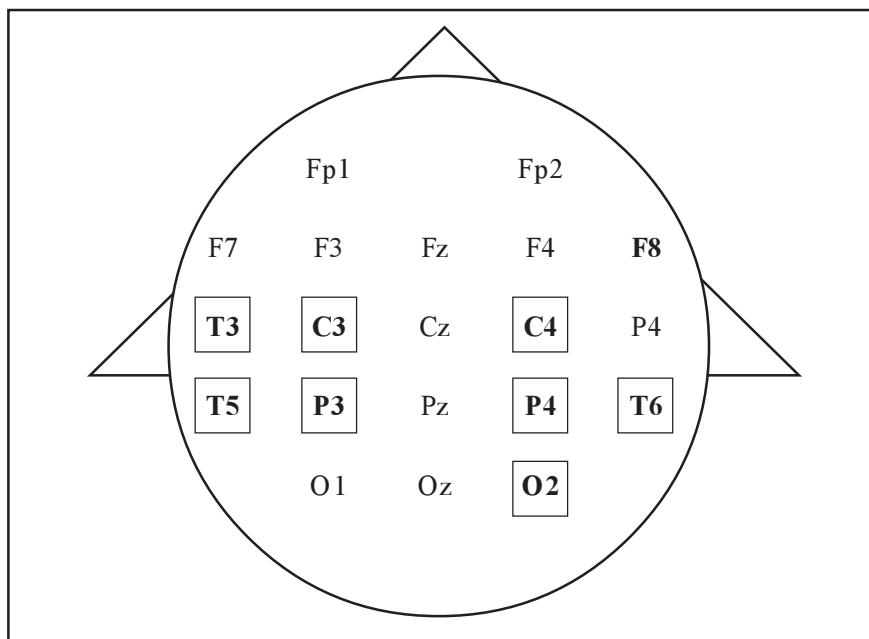


Figura 3. Puntos del EEG representados en el primer eje del análisis factorial.

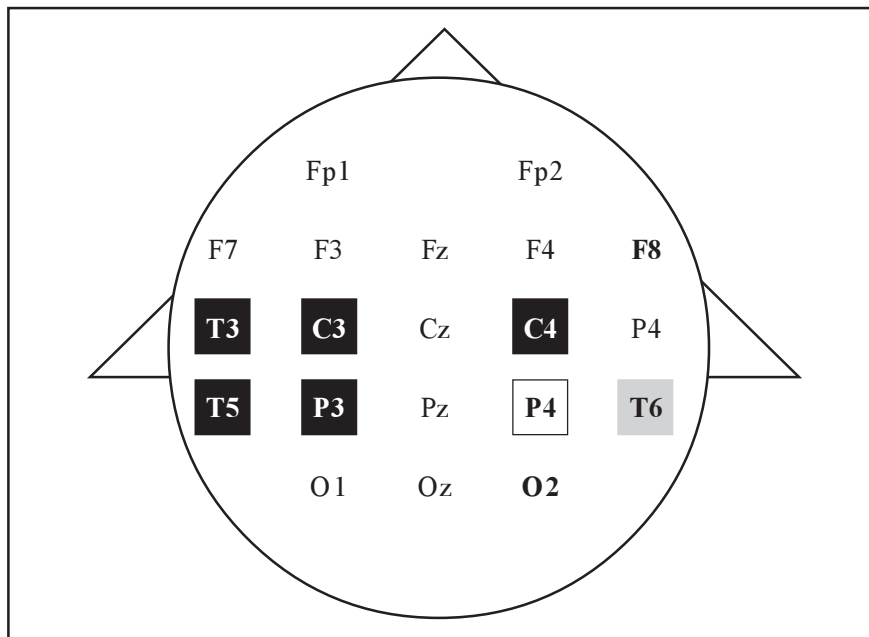


Figura 4. Puntos del EEG representados en el segundo eje del análisis factorial. Negro: compromiso de theta y delta. Blanco: compromiso de theta. Gris: compromiso delta.

pués de iniciar suplencia hormonal.

Se obtuvieron imágenes diagnósticas (TAC o RM cerebral) en todos los pacientes como parte del protocolo de evaluación principalmente para excluir otras enfermedades que pudieran explicar los síntomas (enfermedad cerebrovascular, hematoma subdural crónico, hidrocefalia de presión normal y lesiones focales).

De los 66 estudios de qEEG obtenidos, sólo siete (10.6%) fueron normales al examen visual convencional, mientras en los otros estudios se encontró aumento global de los ritmos lentos, especialmente theta, con pérdida de la reactividad cortical.

El análisis espectral mostró valores fuera de la norma en forma global en el 81.8%. Estas alteraciones predominaron en las áreas posteriores del cerebro en el 31.8%, difusas en el 44%, con mayor compromiso anterolateral en el 24%; se observaron anormalidades asimétricas en el 24%, con compromiso del lado izquierdo en el 81%.

El análisis factorial de los valores relativos arrojó dos ejes que explican el 67% de la variabilidad de los datos obtenidos. En el primer eje se encuentran valores alfa de los puntos C3, C4, P3, P4, O2, F8, T3, T5, T6 (Figura 3) y en el eje dos están los valores theta de los puntos C3, C4, P3, P4, T3, T5 y los valores delta de C3, C4, P3, T3, T5 y T6 (Figura 4). Se destaca el predominio en regiones temporales izquierdas y parietooccipitales bilaterales, que coinciden con las áreas con mayor compromiso patológico en la enfermedad de Alzheimer.

#### DISCUSIÓN

La electroencefalografía digital supone un excelente avance técni-

co y debe considerarse como una herramienta de indudable utilidad en la electroencefalografía clínica. Las dos técnicas deben considerarse en conjunto para propósitos de evaluación.

En la evaluación de la demencia, el hallazgo de una lentificación global o focal de los ritmos de base sugiere fuertemente una base orgánica antes que una depresión. El análisis de frecuencias del EEG permite una detección más confiable de la lentificación excesiva, así como medirla y apreciarla más fácilmente de lo que es posible con la técnica visual convencional.

El análisis de frecuencia EEG no permite distinguir con confianza entre los diferentes tipos de demencia; sin embargo debe recordarse que la mayoría de los cambios electroencefalográficos pueden verse en los estudios de rutina y por ello la utilidad clínica adicional del qEEG es limitada. La sensibilidad del EEG con o sin análisis de frecuencias es alta para la demencia moderada a severa.

La Academia Americana de Neurología considera que la utilidad clínica del análisis de frecuencias del qEEG se limita a aquellos pacientes para quienes la posibilidad de una demencia se convierte en un problema clínico no resuelto tras una investigación clínica e imagenológica adecuadamente conducidas. En tales pacientes, un aumento en las frecuencias lentas sugiere un trastorno orgánico subyacente al problema clínico de la amnesia u otros defectos cognoscitivos, relegando a un papel secundario otras explicaciones.

En la aplicación de la técnica surgen algunas dificultades que han impedido derivar de ella una utilidad potencialmente mayor. Estas dificultades se refieren en es-

pecial a las múltiples comparaciones que se hacen posibles y que pueden conducir falsamente a resultados significativos. El qEEG utiliza la misma información presente en el EEG convencional a papel, extrayendo mayor detalle y permitiendo una aproximación más exacta a la distribución de los ritmos corticales. Sin embargo, esta sobreoferta de información podría no derivar en un mejor aprovechamiento de la fuente original al inducir confusión en el observador.

De igual manera que el EEG convencional, se requiere de un profesional experto en la técnica y en la comprensión de sus detalles estadísticos. Para efectos del presente estudio se prefirieron los poderes relativos sobre los absolutos por la facilidad de su manejo y análisis. Ello, sin embargo, puede llevar a pérdida de información. Un buen número de estudios en el área han utilizado montajes reducidos con el fin de disminuir de esta manera las variables al registrar menos puntos. En otros, los tamaños de muestra son excesivamente pequeños y otros han estudiado pacientes con una gran heterogeneidad en sus manifestaciones clínicas dentro del grupo de las demencias. Los resultados en general no difieren de los datos que presentamos aquí.

En el presente estudio se excluyeron aquellos puntos que no ofrecen información útil, como los frontopolares debido a los artificios de movimiento de los párpados y los centrales. Para construir las matrices de correlación se utilizaron todas las variables con el fin de no perder información. Para cada punto se examinó su distribución en el grupo de pacientes y se calcularon las medidas de tendencia central. Para el análisis de componentes principales se utilizó el poder relativo para cada banda, en los puntos restantes (14 puntos x

cuatro bandas para un total de 56 variables originales)

Dos ejes mostraron una agrupación con significado clínico y explican dos terceras partes de la inercia de los datos. Estos ejes se ofrecen como resultado del análisis. Las rotaciones espaciales de los ejes no mejoraron la información.

Los resultados no permiten afirmar que los factores que explican la mayor cantidad de inercia se correlacionen adecuadamente con los hallazgos neuropatológicos, como quiera que no se contó con estudios morfológicos que posibilitaran las comparaciones. Sin embargo, es preciso aceptar que la distribución de las bandas lentas en proporción anormal se corresponde de cerca con aquellos sitios reconocidos como más afectados por las placas neuríticas y los ovillos neurofibrilares.

Debe resolverse aún si las bandas lentas se corresponden a su vez con la alteración de las pruebas cognoscitivas aplicadas en cada caso, así como si los factores identificados sirven de base adecuada para un análisis discriminante posterior. En la actualidad se trabaja en el examen de agrupaciones o conglomerados obtenidos por programas computacionales para examinar si los resultados del análisis espectral a través del estudio de las bandas lentas permite identificar grupos de pacientes con características similares dentro del heterogéneo grupo de las demencias degenerativas. Otra aproximación de análisis la constituye la construcción de modelos que incorporen en sus variables aquellos factores reconocidos como de riesgo de desarrollo de demencia (edad, género, antecedentes de escolaridad, estructura alélica) y la información del qEEG (poderes relativos de las bandas lentas con distribución específica referida a puntos defini-

dos), que permitan mejorar la precisión diagnóstica.

#### CONCLUSIONES

El EEG es un estudio no invasivo de fácil conducción en el paciente con demencia, que no ofrece riesgo, está ampliamente disponible y es de bajo costo. Puede derivarse una mayor utilidad del mismo a través del análisis espectral de frecuencias, prestando especial atención a la importancia que adquieren los ritmos lentos (bandas delta y theta) en la composición de los ritmos cerebrales en una localización posterior del encéfalo, así como la banda alfa en una localización similar con una extensión anterior. Si bien estos hallazgos coinciden con otros informes disponibles, es necesario continuar explorando la utilidad real de la técnica, examinar sus características operativas frente al estudio convencional y frente a otras opciones diagnósticas, sus implicaciones económicas y principalmente su potencial utilidad en el seguimiento de los pacientes.

Como conclusión final podría decirse que

- El qEEG en enfermedad de Alzheimer tiene un patrón reproducible.
- El qEEG es una herramienta útil para el diagnóstico diferencial de la demencia orgánica.
- Puede considerarse como útil para casos de demencias con dificultades en su diagnóstico.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a los auspicios de INCLEN, de la División de Investigaciones de la sede Bogotá Universidad Nacional y de Colciencias.

A los miembros del Grupo de Trabajo Interdisciplinario en Demencia de la Universidad Nacional. A la Dra. Claudia María Gómez, Neuropsicóloga de la Unidad de Neurología en el Hospital San Juan de

Dios. A la Dra. Alba Pradere, Neurofisióloga, y al Dr. Carlos Medinamalo por la realización de los qEEGs. Al Dr. James E. Arruda, PhD del Department of Psychology, Psychiatry and Behavioral Sciences, Mercer University, y al Prof. Luis Angel Rodríguez del Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID) de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional de Colombia.

#### REFERENCIAS

1. **Prichep LS, John ER, Ferris SH, Reisberg B, Almas M, Alper K, Cancro R.** Quantitative EEG correlates of cognitive deterioration in the elderly. *Neurobiol Aging* 1994; **15**: 85-90.
2. **Oken BS, Chiappa KH.** Statistical issues concerning computerized analysis of brain wave topography. *Ann Neurol* 1986; **19**:493-494.
3. **Duffy FH, Burchfiel JL, Lombroso CT.** Brain electrical activity mapping: A method for extending the clinical utility of EEG and evoked potential data. *Ann Neurol* 1979; **5**: 309-332.
4. American Psychiatric Association Task Force on Quantitative Electrophysiological Assessment. Quantitative electroencephalography: a report on the present state of computerized EEG techniques. *Am J Psychiatry* 1991; **148**:961-964.
5. **Nuwer M.** Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology* 1997; **49**:277-292.
6. **Chiaramonti R, Muscas GC, Paganini M, Muller TJ, Fallgatter AJ, Versari A, Strik WK.** Correlations of topographical EEG features with clinical severity in mild and moderate dementia of Alzheimer type. *Neuropsychobiology* 1997; **36**: 153-158
7. **Claus JJ, Kwa VI, Teunisse S, Walstra GJ, van Gool WA, Koelman JH, Bour LJ, Ongerboer de Visser BW.** Slowing on quantitative spectral EEG is a marker for rate of subsequent cognitive and functional decline in early Alzheimer disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 1998; **12**:167-174.
8. **Cook IA, Leuchter AF.** Synaptic dysfunction in Alzheimer's disease: clinical assessment using quantitative EEG. *Behav Brain Res* 1996; **78**: 15-23.
9. **Duffy FH, McAnulty GB, Albert MS.** Temporoparietal electrophysiological

- cal differences characterize patients with Alzheimer's disease: a split-half replication study. *Cereb Cortex* 1995; **5**: 215-221.
10. **Aminoff MJ.** Clinical overview of quantitative electrophysiology of the central nervous system. American Academy of Neurology. *Annual Course Seattle Washington* 1995; **142**: 99-105.
  11. **Oken BS, Chiappa KH, Salinsky M.** Computerized EEG frequency analysis. *Neurology* 1989; **39**: 1281-1287.
  12. **Jelic V, Shigeta M, Julin P, Almkvist O, Winblad B, Wahlund LO.** Quantitative electroencephalography power and coherence in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Dementia* 1996; **7**: 314-323.
  13. **Leuchter AF, Cook IA, Mena I, Dunkin JJ, Cummings JL, Newton TF, Migneco O, Lufkin RB, Walter DO, Lachenbruch PA.** Assessment of cerebral perfusion using quantitative EEG concordance. *Psychiatry Res* 1994; **55**: 141-152.
  14. **Muller TJ, Thome J, Chiaramonti R, Dierks T, Maurer K, Fallgatter AJ, Frolich L, Scheubeck M, Strik WK.** A comparison of QEEG and HMPAO-SPECT in relation to the clinical severity of Alzheimer's disease. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 1997; **247**: 259-263.
  15. **Rodriguez G, Nobili F, Rocca G, De Carli F, Gianelli MV, Rosadini G.** Quantitative electroencephalography and regional cerebral blood flow: discriminant analysis between Alzheimer's patients and healthy controls. *Dement Geriatr Cogn Disord* 1998; **9**: 274-283.
  16. **Pozzi D, Golimstock A, Migliorelli R, Teson A, Garcia H, Starkstein S.** Quantified electroencephalographic correlates of depression in Alzheimer's disease. *Biol Psychiatry* 1993; **34**: 386-391.
  17. **Pozzi D, Golimstock A, Petracchi M, Garcia H, Starkstein S.** Quantified electroencephalographic changes in depressed patients with and without dementia. *Biol Psychiatry* 1995; **38**: 677-683.
  18. **Pozzi D, Petracchi M, Sabe L, Golimstock A, Garcia H, Starkstein S.** Quantified electroencephalographic correlates of neuropsychological deficits in Alzheimer's disease. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 1995; **7**: 61-67.
  19. **Pozzi D, Vazquez S, Petracchi M, Dancygier G, Garcia H, Starkstein S.** Quantified electroencephalographic correlates of relative frontal or parietal hypoperfusion in dementia. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 1996; **8**: 26-32.
  20. **Primavera A, Novello P.** Quantitative electroencephalography in Parkinson's disease, dementia, depression and normal aging. *Neuropsychobiology* 1992; **25**: 102-105.
  21. **Strijers RL, Scheltens P, Jonkman EJ, de Rijke W, Hooijer C, Jonker C.** Diagnosing Alzheimer's disease in community-dwelling elderly: a comparison of EEG and MRI. *Dement Geriatr Cogn Disord* 1997; **8**: 198-202.
  22. **Yener GG, Leuchter AF, Jenden D, Read SL, Cummings JL, Miller BL.** Quantitative EEG in frontotemporal dementia. *Clin Electroencephalogr* 1996; **27**: 61-68.
  23. **Nobili F, Copello F, Vitali P, Prastaro T, Carozzo S, Perego G, Rodriguez G.** Timing of disease progression by quantitative EEG in Alzheimer's patients. *J Clin Neurophysiol* 1999; **16**: 566-573.
  24. **Primavera A, Novello P, Finocchi C, Canevari E, Corsello L.** Correlation between mini-mental state examination and quantitative electroencephalography in senile dementia of Alzheimer type. *Neuropsychobiology* 1990; **23**: 74-78.
  25. **Edwards-Lee T, Cook I, Fairbanks L, Leuchter A, Cummings JL.** Quantitative electroencephalographic correlates of psychosis in Alzheimer disease. *Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol* 2000; **13**: 163-170.
  26. **Rodriguez G, Copello F, Vitali P, Perego G, Nobili F.** EEG spectral profile to stage Alzheimer's disease. *Clin Neurophysiol* 1999; **110**: 1831-1837.
  27. **Rodriguez G, Nobili F, Arrigo A, Priano F, De Carli F, Francione S, Gambaro M, Rosadini G.** Prognostic significance of quantitative electroencephalography in Alzheimer patients: preliminary observations. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996; **99**: 123-128.