

## ORIGINALES

**Evaluación de los efectos de la endarterectomía de carótida sobre la función cerebral mediante EEG cuantificado****Evaluation of the effects of carotid endarterectomy on cerebral function using quantitative EEG**

P. Uclés Moreno\* - C. Almárcegui Lafita\* - S. Lorente Lasala\* - F. Romero Puertas\* - M. Marco Luque\*\* - G. Pastor Mena\*\* - J. Revuelta Mirones\* - J. M. Carranza Martínez\*\* - E. Pérez García\*\*

**Servicio de Neurofisiología Clínica**

(Jefe: J. R. Valizan)

**Unidad de Angiología y Cirugía Vascular**

(Jefe: M. Marco Luque)

**Hospital Miguel Servet. Zaragoza**

**RESUMEN**

Estudio prospectivo sobre 31 pacientes sintomáticos, intervenidos de endarterectomía por estenosis severa de la Carótida, para determinar los efectos producidos por la intervención sobre la Función cerebral. Se aplicaron métodos neurofisiológicos (cartografía cerebral) y neuropsicológicos (mini-mental y set-test), una semana antes y un mes después de la intervención. El test estadístico de las diferencias apareadas ofreció diferencias muy significativas en la recuperación postoperatoria de la frecuencia media EEG, especialmente en las áreas frontales, y diferencias significativas en la puntuación global de mini-mental. Los resultados obtenidos demuestran que la eliminación de la causa de los accidentes isquémicos no sólo detiene el deterioro de la función cerebral sino que produce una mejoría de ella a corto plazo.

**Palabras clave:** Endarterectomía de carótida; EEG cuantificada; funciones cognoscitivas.

**SUMMARY**

*Thirty-one Carotid endarterectomy patients suffering*

\* Servicio de Neurofisiología Clínica..

\*\* Unidad de Angiología y Cirugía Vascular.

from severe carotid stenosis were evaluated both neurophysiologically and neuropsychologically preoperatively and postoperatively. Neurophysiological method included topographic mapping and EEG frequency analysis. Neuropsychological method included mini-mental and set-test. The measures were taken within one week before operation and four weeks after operation. Wilcoxon paired test showed very significant differences of the postoperative mean EEG frequency, specially on the frontal areas, and significant differences of the mini-mental mean score. The present findings indicate that carotid endarterectomy may not only stop cerebral function deterioration but to bring about a short-term improvement in cerebral function.

**Key words:** Carotid endarterectomy; quantitative EEG; cognitive function.

**Introducción**

La endarterectomía de la Carótida, iniciada hace más de cuarenta años, ha atravesado distintas épocas en su valoración como procedimiento para la prevención de accidentes isquémicos en los territorios distales a la estenosis. Al entusiasmo de los primeros resultados publicados (1), sucedieron los estudios estadísticos prospectivos en las décadas de los 70 y 80, que arrojaron resultados negativos (2, 3). Sin embargo, los cirujanos siguieron practicando la operación, al tiempo que se mejoraron las condiciones preoperatorias de los pacientes, de tal forma que los estudios recientes han vuelto a establecer sus efectos benéficos indudables (4, 5). Pero la mayor parte de los estudios se han dirigido a valorar los riesgos

de nuevos accidentes cerebro-vasculares tras la intervención, y han estado basados en controles con tomografía axial computerizada (6, 7, 8).

Más allá de esa indicación primaria, valoramos en el presente estudio los efectos a corto plazo de la endarterectomía sobre la función cerebral. La utilidad de la EEG cuantificada (mapas cerebrales), como exponente seguro de dicha función, en el ámbito intraoperatorio (9-13), nos ha conducido a ampliar los límites de sus mediciones a los períodos pre y postoperatorios próximos, con el objetivo de contrastar la actividad bioeléctrica cerebral en ambos estados y, simultáneamente, evaluar las funciones cognitivas, para establecer su posible relación.

## Material y métodos

De los pacientes operados durante el período 1993-94 se estudiaron todos los que padecían estenosis severa de Carótida interna (igual o superior al 70%, según la arteriografía), que fueron remitidos por neurólogos e internistas por tener antecedentes de accidentes cerebro-vasculares y estar en alto riesgo de padecer mayores accidentes. El total de pacientes estudiados fue de 31 (29 hombres y 2 mujeres), con edades entre 46 y 77 años y una media de 66 años (Tabla I).

Dos pacientes fallecieron en los dos meses siguientes a la operación y fueron descartados del estudio. Uno de ellos padecía insuficiencia renal crónica y desarrolló una insuficiencia renal aguda, que le causó la muerte. El otro tenía serología luética positiva y desarrolló una trombopenia aguda. En un tercer paciente la incidencia de una tumoración maligna le impidió acudir a la evaluación postoperatoria cuarenta días después de la operación, por lo que también fue descartado. Ningún paciente falleció en el postoperatorio inmediato como consecuencia de complicaciones neurológicas. Dos pacientes fueron operados sucesivamente de un lado y del otro, por lo que el número real de pacientes de la serie es de 28 y el de endarterectomías es de 30.

De los 14 pacientes intervenidos en el lado derecho, 6 habían tenido solamente accidentes isquémicos agudos transitorios, 1 había sufrido un infarto menor, 1 había sufrido un infarto estable, 1 un infarto menor más amaurosis fugax, 3 habían sufrido infartos esta-

Datos clínicos de la serie							
n.º	Edad	Sexo	ACV	Carótida	Factores	TAC	Placa
1	71	V	a	I=90%	b-c-h	a-b	
2	60	V	e	I=90%	f		
3	68	V	c	D=70%	b-c-d-f-g-h	a-b	U
4	64	V	a-b-e	I=70%	e-f-g-x	c	U
5	70	V	a	I=80%	b-c-f-g	a-b	U
6	70	V	a	D=80%	b-c-f-x	a	U
7	66	V	a	D=70%	d-e-f	a	
8	67	V	a	D=60%*	b-f	N	U
9	60	V	a-b	I=85%	b-g-x	a-b	
10	63	V	a-c	D=90%	a-b-c-d-f	a-b-c	U
11	61	V	e	D=80%	f-g	-	U
12	71	H	a-e	I=90%	b-x	a-b	U
13	59	H	a	I=90%	b-c-f-g	-	
14	66	V	c	I=98%	f-x	c	U
15	63	V	c	I=80%	c-f-x	c	U
16a	46	V	b	D=90%	f	a-c	U
16b	46	V	b	I=60%*	f	c	U
17a	74	V	a	I=80%	b-c-f-g-x	c	U
17b	74	V	a	D=70%	b-c-f-g-x	c	U
18	70	V	b	I=75%	c-e-f-h-x	c	U
19	71	V	a	I=70%	b-g	N	U
20	74	V	a	I=75%	b-g	-	U
21	75	V	b-e	D=80%	c-f	a-c	U
22	74	V	a	I=50%*	a-b-d-x	c	
23	57	V	c-d	D=80%	b-c-f	-	U
24	70	V	a	D=80%	d-f	N	U
25	66	V	a-c	D=98%	c-f	N	U
26	74	V	a-c	D=80%	b-c-f	-	U
27	77	V	a	D=65%*	b-d-f	b	
28	64	V	c	I=90%	a-c-f	c	

ACV = a: IAT; b: RIND; c: infarto estable; d: hemorragia; e: amaurosis  
 Carótida = D (derecha); I (izquierda); %estenosis; \* contralateral preoclusiva  
 Factores = a: cardiopatía; b: HTA; c: isquemia EEL; d: diabetes; e: EPOC; f: tabaco; g: colesterol; h: insuficiencia renal; x: otros  
 TAC = a: atrofia cortical; b: multiinfartos; c: infarto; N: normal; (-) no realizada  
 Placa = U: úlcera

Tabla I

bles más isquemias transitorias, 1 un infarto estable más hemorragia y 1 había tenido amaurosis fugax. De ellos, 2 pacientes tenían una estenosis inferior al 70 %, pero la Carótida contralateral era preoclusiva. En todos los pacientes, excepto en 2, se encontró una úlcera en la placa de ateroma.

De los 16 pacientes intervenidos en el lado izquierdo 7 habían tenido isquemias transitorias agudas solamente, 2 infartos menores, 3 infartos

estables, 1 infarto menor más isquemias transitorias, 1 infarto menor más isquemias transitorias y amaurosis, 1 isquemias transitorias y amaurosis y 1 amaurosis solamente. En 2 la estenosis también era inferior al 70 %, pero la Carótida contralateral era preoclusiva. En 10 de los 16 pacientes se halló úlcera en la placa de ateroma.

En el momento de la operación ninguno de los pacientes presentaba síntomas residuales de sus anteriores accidentes cerebro-vasculares, excepto dos que tenían parestesias en una de sus extremidades superiores. Las endarterectomías se realizaron bajo anestesia general, inducida con propofol y mantenida con anestésico halogenado (Forane) a dosis bajas, más un analgésico (fentanilo). Previamente a la endarterectomía se midieron las presiones arteriales medias en la Radial y en el segmento distal de la Carótida interna. Solamente en 4 casos la presión de la Carótida fue muy baja y se decidió la colocación de un shunt. Todos los pacientes fueron anticoagulados sistemáticamente y, en los momentos finales de la intervención, se administró protamina.

En todos los pacientes se realizó monitorización de la actividad cerebral mediante EEG, especialmente durante el período de clampaje de la arteria, que tuvo una duración media de 43 minutos. El equipo utilizado fue un electroencefalógrafo portátil Alvar de diez canales. Se practicó en todos los pacientes un clampaje de prueba, de un minuto de duración, para observar posibles cambios de la amplitud o de la frecuencia del ritmo EEG (12). En los cuatro casos en que se decidió colocar un shunt, el EEG mostró descensos importantes del voltaje. La perfusión cerebral adecuada también se controló mediante el EEG, manteniendo la presión Radial sistólica entre 120-140 mmHg.

De las 30 endarterectomías estudiadas en 22 se usó parche de vena safena para cerrar la arteriotomía y en las 8 restantes se usó parche de PTFE.

Se apreciaron complicaciones neurológicas en el postoperatorio inmediato en 5 casos, consistentes en hemiparesia transitoria contralateral al lado operado. En todos los casos existían lesiones carotídeas preoclusivas contralaterales.

El estudio se diseñó con la realización de una exploración neurológica, un EEG cuantificado y tests neuropsicológicos en los tres días anteriores a la intervención y un mes después de la misma, con

objeto de evaluar los cambios ocurridos a corto plazo en la función cerebral como consecuencia de la intervención. Serían descartados de la evaluación aquellos pacientes que resultaran con complicaciones neurológicas postoperatorias, como los cinco pacientes arriba mencionados. Se obtuvo el consentimiento escrito de los pacientes para dichas exploraciones.

La exploración neurológica se registró mediante el índice de Barthel de habilidades funcionales para la vida diaria (14). La valoración neuropsicológica se realizó mediante el mini-examen cognoscitivo (Mini-Mental) (15) y el test de fluencia verbal (Set-test) (16). La exploración neurofisiológica se realizó con un equipo EEG comercial de 21 canales (Neuronic), que incluye el programa TrakWalker y permite, entre otras opciones, realizar un análisis cuantitativo del espectro de frecuencias de las señales del EEG, mediante la transformada rápida de Fourier. El ancho de banda fue de 0.5-30 Hz y la frecuencia de muestreo empleada para digitalizar las señales fue de 200/s. Se utilizaron 19 electrodos compactos y sujetos en un gorro elástico, según el sistema internacional 10/20 de Jasper: 8 en el hemisferio derecho, 8 en el hemisferio izquierdo y 3 en la línea media. Se utilizaron 19 canales para el registro y en dos de ellos se monitorizaron los movimientos oculares. El montaje fue monopolar en todos los registros, con el electrodo de referencia inactivo (biauricular). El electrodo de tierra se colocó en región frontal.

El registro se realizó con el paciente sentado confortablemente en un sillón, en alerta relajada, con los ojos cerrados y una duración de 10 minutos. Simultáneamente se hizo una inspección visual del trazado, por uno de nosotros, con objeto de eliminar artefactos o ruidos (movimientos oculares, ritmos musculares, adormecimiento). De cada registro se seleccionaron épocas de 2,56 segundos de duración, con un total de tiempo seleccionado de 32-40 segundos, para su posterior análisis por la transformada rápida de Fourier. En cada uno de los puntos de registro se realizaron dos tipos de análisis: el de la potencia de la actividad EEG ( $\mu V^2$ ) y el de la frecuencia media o frecuencia ponderada (hercios) en dicho punto. También se obtuvieron mapas topográficos en color, mediante interpolación lineal de valores (cartografía). Todos los registros se guardaron en disco magnético para ulteriores análisis.

Las valoraciones postoperatorias fueron hechas en las mismas condiciones que las preoperatorias. Si bien los registros EEG se programaron para realizarlos al mes de la intervención, 7 de ellos se practicaron en la segunda semana del postoperatorio debido a imperativos sociales, resultando así un tiempo medio de 28 días.

En esta ocasión, se solicitó a cada paciente su valoración subjetiva de los resultados de la operación, con preguntas sobre su memoria, su capacidad de cálculo y su estado de ánimo, que serán expresadas en los resultados. Ninguno de los pacientes manifestó haber sufrido algún accidente cerebro-vascular en el lado contrario al operado, durante ese período.

#### *Análisis estadístico*

El set-test y el mini-mental se analizaron mediante el test de variables apareadas de Wilcoxon, en sus valores antes y después de la intervención. Asimismo, se aplicó dicho test a los valores EEG de potencia y de frecuencia media en cada uno de los puntos del registro, por ser adecuado para variables bivariadas independientes.

## Resultados

#### *Evaluación preoperatoria*

Todos los pacientes alcanzaron el máximo nivel (independientes) en la escala funcional de Barthel, excepto 3 que referían claudicación en la marcha a los 100 metros. Todos tenían dominancia del hemisferio izquierdo, excepto uno (n.º 26) que era ambidiestro. En 3 de los casos no se pudo realizar la exploración neuropsicológica. El mini-mental obtuvo una puntuación global por debajo del valor normal fijado para este grupo de edades (30 puntos) en 8 de los 27 casos. El set-test puntuó por debajo de lo normal (35 puntos) en 7 de los 27 casos.

La cartografía cerebral detectó 10 pacientes en los que existían focos de actividad lenta, correspondientes al lado de la estenosis, y se catalogaron como anormales, con un nivel de significación superior a las 2 desviaciones standard respecto de nuestro grupo control de 45 sujetos sanos de la misma edad.

#### *Evaluación postoperatoria*

La exploración neurológica, realizada aproxima-

damente al mes de la intervención, no detectó cambios respecto de la situación preoperatoria, excepto en un paciente (n.º 6) que presentaba ligera monoparesia en extremidad superior y era dependiente de otra persona únicamente para entrar o salir del baño. Cuatro pacientes en los que se registró un enlentecimiento de la frecuencia media EEG en el postoperatorio inmediato respecto del registro preoperatorio, debido a dificultades de perfusión intraoperatoria, fueron descartados de la evaluación y en 3 pacientes no se pudo realizar. Por tanto, el examen neuropsico-

Examen neuropsicológico				
Nº.	Mini-mental		Set-test	
	PRE	POST	PRE	POST
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	32	33	35	36
5	28	28	36	36
6*	33	31	36	34
7	32	33	40	40
8*	29	25	36	34
9	30	31	36	38
10	34	34	40	40
11	28	28	37	37
12	29	29	34	34
13	35	35	35	40
14	27	28	35	37
15	32	31	38	38
16	35	35	30	33
16	35	35	39	40
17	34	35	40	40
17	35	35	40	40
18	29	32	34	34
19	29	33	36	37
20	30	29	36	36
21*	32	33	36	36
22*	35	30	31	32
23	35	35	40	38
24	32	34	36	35
25	34	35	38	35
26	35	35	40	40
27	30	34	34	40
28	29	33	26	23

Mini-mental = normal 30  
Set-test = normal 35  
\* no evaluados

**Tabla II**



lógico se practicó sobre 24 casos (Tabla II). La puntuación del mini-mental fue anormal en 6 de los 24 casos y la del set-test lo fue en 4. Se aplicó el test de las diferencias apareadas de Wilcoxon, resultando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las puntuaciones pre y postoperatorias para el mini-mental, pero no significativas para el set-test.

La potencia EEG global de los pacientes no mostró variaciones estadísticamente significativas respecto de su situación preoperatoria. Y ello fue así porque en 8 de los pacientes se registraron descensos importantes en la potencia global como consecuencia de la resolución de grandes focos de actividad lenta hiper-voltada, que fue sustituida por ritmos fisiológicos, los cuales introdujeron valores estadísticos negativos, aunque clínicamente obtuvieran una mejoría.

El análisis de la frecuencia media registrada en cada uno de los puntos del cuero cabelludo mostró diferencias estadísticamente muy significativas respecto de la situación preoperatoria cuando se realizó el test apareado para el grupo de las 16 endarterectomías de la carótida izquierda. En este análisis se eliminó el paciente que presentó complicaciones neurológicas postoperatorias. En el hemisferio ipsilateral estas diferencias tuvieron valores de  $p < 0,01$  en las áreas frontales y centrales y de  $p < 0,05$  en las áreas temporales, parietales y occipitales. También en el hemisferio derecho la endarterectomía izquierda produjo diferencias de la frecuencia media muy significativas en las áreas frontales ( $p < 0,01$ ) y mostraron valores discordantes en las áreas centrales, parietales, temporales y occipitales (Tabla III).

Endarterectomía izquierda. Significación pre y post de la frecuencia media EEG			
Hemisferio izquierdo	(p)	Hemisferio derecho	(p)
Fp1	0.01	Fp2	0.006
F3	0.001	F4	0.007
F7	0.02	F8	0.01
C3	0.006	C4	0.1
P3	0.01	P4	0.09
T3	0.08	T4	0.09
T5	0.1	T6	0.008
O1	0.08	O2	0.01

F : frontal; C: central; T: temporal; P: parietal; O: occipital

Tabla III

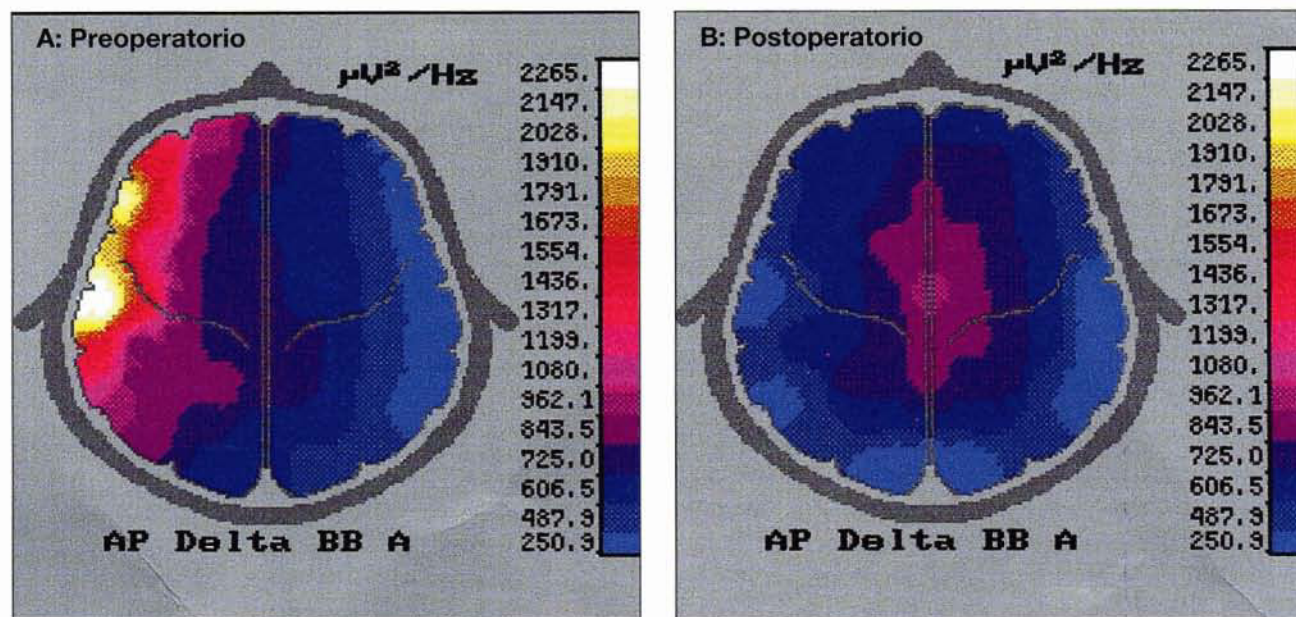
El mismo análisis se realizó en el grupo de las 14 endarterectomías de la Carótida derecha y no mostró diferencias significativas, probablemente debido a que 5 de estos pacientes tuvieron enlentecimientos de la frecuencia media EEG de diverso grado en el postoperatorio inmediato.

En la valoración subjetiva todos los pacientes manifestaron tener mejor estado de ánimo que antes de la operación. En las preguntas sobre memoria y cálculo, solamente cinco pacientes contestaron que se encontraban igual y el resto que se encontraban mejor.

## Discusión

La EEG cuantificada ha sido reconocida como un método válido para la monitorización de la función cerebral durante la cirugía de la Carótida (17). Las técnicas de neuroimagen (TAC, RNM) son más útiles para el diagnóstico y evolución de los infartos estables, pero no para los accidentes isquémicos transitorios, donde algunos estudios (18) refieren solamente un 8 % de anomalías en la tomografía axial computerizada, contra un 68 % de anomalías de la EEG cuantificada. Este hecho parece ser consecuente con la teoría patogénica más comúnmente aceptada, que atribuye a los episodios repetidos de microémbolos, procedentes de las placas ulceradas, la destrucción progresiva del tejido cerebral, que conduce a la demencia multiinfarto (19-21). En la mayoría de nuestros pacientes se pudo comprobar de visu la existencia de una o varias úlceras en la placa, asociada a microtrombos (Tabla I). Esta sería la causa posible de los episodios isquémicos que habían sufrido.

En un estudio con cartografía cerebral se ha seguido la evolución de algunos pacientes en la sala del despertar (11), una vez suprimida la causa de los episodios isquémicos. Solamente en 7 de 65 pacientes se registraron mejorías. En 54 pacientes no hubo cambios y en 4 se encontró una nueva focalidad de ritmos lentos de escasa intensidad. El empeoramiento de las funciones intelectuales inmediatamente después de la intervención (primera semana), en contraste con mejorías importantes a largo plazo (8 y 14 meses), también ha sido descrito en algunos estudios neuropsicológicos (22-24). El presente estudio extien-



**Fig. 1.** Cambios producidos por la endarterectomía de Carótida sobre la actividad bioeléctrica cerebral (caso n.º 14). A: Foco de actividad lenta temporal izquierdo (delta con alta potencia absoluta,  $\mu V^2$ ); B: Resolución postoperatoria del foco de actividad lenta.

de el seguimiento a un corto plazo (4 semanas), y recoge cambios significativos tanto en las pruebas neurofisiológicas ( $p < 0,01$ ) como en las neuropsicológicas ( $p < 0,05$ ). Pensamos que la eliminación de factores como el stress quirúrgico y la administración de fármacos neurotropos ha podido influir en estos cambios, puesto que la terminación de los episodios tromboembólicos debe normalizar la reactividad cerebral para que se produzcan los complejos y dinámicos patrones de activación, necesarios para los procesos mentales (25). Con esta acción no solamente se detiene el deterioro de la función cerebral sino que se la sitúa en mejores condiciones que el período previo a la operación, lo que explica la mejoría postoperatoria.

En algunos casos, el cambio operatorio producido en la circulación cerebral puede eliminar áreas de isquemia alrededor de anteriores infartos (26). Tales hechos han sucedido en 10 de los pacientes de nuestra serie, los cuales presentaban intensos focos de actividad lenta en la cartografía preoperatoria (Fig. 1). En el resto de los casos se han eliminado áreas isquémicas producidas por el flujo intermitente de micrémolos. Sus efectos son especialmente notables en las áreas frontales, donde la frecuencia media EEG ha mostr-

do diferencias muy significativas. Este hecho sería congruente con la mejoría experimentada por las funciones intelectuales en la puntuación de minimal. El set-test no experimenta una mejoría significativa, debido probablemente a la lateralización de las funciones cognoscitivas. La fluencia verbal categorial que mide es una función predominante del hemisferio izquierdo, y es precisamente la endarterectomía izquierda la que efectúa cambios sobre esta función alterada (22, 24). Tres de los 4 pacientes que empeoraron en el set-test fueron operados del lado derecho, por lo que sus efectos sobre la serie fueron negativos. Por la misma razón, la cartografía cerebral de este subgrupo arrojó resultados no significativos, puesto que en 5 de los pacientes se registraron descensos de la frecuencia media EEG en el control postoperatorio respecto del registro preoperatorio, como consecuencia de problemas en la perfusión intraoperatoria, debidos a una preoclusión contralateral.

Teniendo en cuenta los resultados de las valoraciones objetivas y de las subjetivas, los efectos de la endarterectomía en las estenosis severas de la Carótida son muy benéficos, a corto plazo, no solamente como profilaxis de grandes infartos sino también para la función cerebral, y estos efectos pueden



mejorarse si se tienen en cuenta en el futuro las consecuencias de la estenosis bilateral que se han observado en el presente estudio.

### Agradecimiento

Agradecemos a la señorita Amparo Simón, técnica de Neurofisiología, su colaboración en la obtención de los registros.

### BIBLIOGRAFIA

1. EASCOFF, H. H. G.; PICKERING, G. W.; ROB, C. G.: Reconstruction of internal carotid artery in a patient with intermittent attacks of hemiplegia. *Lancet*, 1954; 2:994-6.
2. FIELDS, W. S.; MASLENIKOV, V.; MEYER, J. S.; HASS, W. K.; REMINGTON, R. D.; MACDONALD, J.: Join study of extracranial arterial occlusion. V. Progress report of prognosis following surgery or nonsurgical treatment for transient cerebral ischemic attacks and cervical carotid artery lesions. *JAMA*, 1970; 211:1993-2003.
3. SHAW, D. A.; VENABLES, G. S.; CARLIDGE, N. E. F.; BATES, D.; DICKINSON, P. H.: Carotid endarterectomy in patients with transient cerebral ischaemia. *J. Neurol. Sci.*, 1984; 64:45-53.
4. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effects of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade carotid stenosis. *N. Eng. J. Med.*, 1991; 325:445-53.
5. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group: MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99 %) or with mild (0-29 %) carotid stenosis. *Lancet*, 1991; 337:1235-43.
6. WARLOW, C. P.: Carotid endarterectomy: does it work? *Stroke*, 1988; 19:1572-3.
7. KOTILA M.: Decline in the incidence of stroke. *Stroke*, 1988; 19:1572-3.
8. SUND, T. M. Jr.; WHISNANT, J. P.; HOUSER, O. W.; FODE, N. C.: Prospective study of the effectiveness and durability of carotid endarterectomy. *Mayo Clin. Proc.*, 1990; 65:625-35.
9. CHIAPPA, K. H.; BARKE, S. R.; YOUNG, R. R.: Results of electroencephalographic monitoring during 367 carotid endarterectomies: use of a dedicated minicomputer. *Stroke*, 1979; 10:381-388.
10. MODICA PAUL A. MD; TEMPLEHOFF; RENE, MD; RICH; KEITH, M.; MD and GRUBB ROBERT, L. Jr. MD: Computerized electroencephalographic monitoring and selective shunting: Influence on intraoperative administration of phenylephrine and myocardial infarction after general anesthesia for carotid endarterectomy. *Neurosurgery*, 1992; 30(6):842-90.
11. ELMORE JAMES, R.; MD; ELDRUP JORGENSEN JENS MD; LESCHY WILLIAM, H. MD; HERBERT WILLIAM, E.; MD: Computerized topography brain mapping during carotid endarterectomy. *Arch. Surg.*, 1990; 125:734-38.
12. HALIMI, P.; GOZAL, Y.; COHEN, M.; GOZAL, D.: La surveillance électroencéphalographique informatisée en anesthésie. *Cah. d'Anest.*, 1990; 38(5):309-17.
13. NUWER, M. R.; DAUBE, J.; FISCHER, C.; SCHRAMM JOHANNES and YINGLING, Ch. D.: Neuromonitoring during surgery. Report of a IFCN committee. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1993; 87:263-76.
14. MAHONEY, F. I.; BARTHEL, D. W.: Functional evaluation: Barthel Index. *Md State Med. J.*, 1965; 14:6-65.
15. FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R.: «Mini-Mental State». A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinicians. *J. Psych. Res.*, 1975; 12(3):189-198.
16. ISAACS, B.; AKHTAR, A. J.: The set-test. *Age and Ageing*, 1972; 1:222-226.
17. WHISNANT, J. P. et al.: Special report from the National Institute of Neurological Disorders and Stroke. *Stroke*, 1990; 21(4): 665.
18. KEN NAGATA; KAZUTA YUNOKI; GORO ARAKI and MASAHIRO MIZUKAMI: Topographic electroencephalographic study of transient ischemic attacks. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1984; 58:291-301.
19. HACHINSKY, V. C.; N. A. LASSEN and J. MARSHALL: Multi-infarct dementia. *Lancet*, 1974; 2:207-210.
20. MILLIKAN, C. H.; SIEKERT, R. C. and SHICK, R. M.: Studies in cerebro-vascular disease. V. The use of anticoagulant drugs in the treatment of intermittent insufficiency of the internal carotid arterial system. *Mayo Clin. Proc.*, 1955; 30:578-586.

21. ADAM, H. P. and GROSS, C. E.: Embolization distal to stenosis of the middle cerebral artery. *Stroke*, 1981; 12:228-230.
22. HEMMINGSEN, R.; MEJSHOLM, B.; BOYSEN, G. and ENGELL, H. C.: Intellectual function in patients with transient ischaemic attacks (TIA) or minor stroke. *Acta Neurol. Scandinav.*, 1982; 66:145-159.
23. HEMMINGSEN, R.; MEJSHOLM, B.; VORSTRUP, S.; LESTER, J.; ENGELL, H. C. and BOYSEN, G.: Carotid surgery, cognitive function and cerebral flow in patients with transient ischemic attacks. *Ann. Neurol.*, 1986; 20:13-19.
24. LIND, C.; WIMMER, A.; MAGOMETSCHNIGG, H.; EHERMANN, L.; HAVELEC, L.; REICHENAUER, M. and ZEILER, K.: Einflüsse der Karotisendarterektomie auf verschiedene Hirnleistungsparameter. *Langenbecks Arch. Chir.*, 1993; 378:345-352.
25. LARSEN, B.; SKINHOJ, E.; SOH, K.; ENDO, H. and LASSEN, N. A.: The pattern of cortical activity provoked by listening and speech revealed by rCBF measurements. *Acta Neurol. Scandinav.*, 1977; 56 suppl. 64:268-69.
26. SYMOND, L.: The relationship between CBF, evoked potentials and the clinical features in cerebral ischaemia. *Acta Neurol. Scandinav.*, 1980; 62 suppl. 78:175-190.