

POTENCIALES EVOCADOS VISUALES

DATOS NORMATIVOS Y APLICACIONES CLINICAS

C.J. BORREGO, J.M. TRUJILLO

RESUMEN

Se presenta un estudio de 32 sujetos normales y 6 pacientes con síntomas en el área visual a quienes se les practicaron registros de PEV con el objeto de probar la confiabilidad y validez del instrumento de medida, delimitar los patrones de normalidad y ejemplificar la utilidad y aplicaciones de los PEV en el diagnóstico clínico.

Los registros obtenidos son similares a los alcanzados por otros autores; se utiliza un equipo de diseño original, económico, que pone a disposición de la comunidad médica un examen inocuo y de gran sensibilidad para localizar anomalías o lesiones en las vías visuales aun antes de haberse evidenciado alteraciones clínicas.

INTRODUCCION

Los potenciales evocados visuales (PEV) son pequeñas respuestas neuroeléctricas del orden de los 5-20 microvoltios, extraídas por una computadora mediante la colocación de electrodos occipitales sobre el área visual y que aparecen después de la aplicación de un estímulo luminoso.

Los PEV se conocen desde hace más de 30 años (1); las técnicas modernas de computación han extendido su uso a la práctica médica diaria. Constituyen un examen no invasivo y un complemento valioso en el examen clínico y paraclínico de los pacientes. Las respuestas registradas dependen de la integridad funcional de las neuronas comprometidas, independiente de si las alteraciones son funcionales o anatómicas (2).

El flash fue el primer estímulo visual empleado (1,3) y su uso fue único hasta media-

dos de la década de los sesenta. Actualmente su empleo se restringe a la evaluación de la respuesta visual en lactantes y niños durante la primera infancia, en sujetos poco colaboradores o que adolecen de grandes defectos en su agudeza visual y como monitor en cirugía. Esta modalidad de estímulo con flash adolece de una gran variabilidad interindividual y fallas en la detección de alteraciones evidentes en las vías visuales, que son sus limitaciones principales.

Los trabajos de Hubel y Wiesel (4) con primates demostraron que las neuronas del área responden mejor a estímulos luminosos que proyectan contrastes entre el claro y el oscuro, en forma de un patrón reversible o cambiante, que a un estímulo uniformemente claro como el flash. Spehlman (5) y Cobb (6) comenzaron en 1965 a utilizar en el campo clínico dicha forma de estimulación visual y actualmente es la más usada. En 1972, Halliday (7) publicó los primeros trabajos sobre aplicaciones de los PEV en el diagnóstico de la neuritis óptica en pacientes sin historia previa o actual de compromiso visual. Se destaca ahora la bondad del examen para detectar alteraciones subclínicas.

Origen de las ondas de los PEV

Los PEV se inician con la estimulación de las células ganglionares en la retina de los 3 grados del campo principalmente (8), siendo así una respuesta foveal esencialmente. Los impulsos iniciados en la retina viajan por las vías ópticas hasta la corteza estriada y paraestriada en donde se produce la respuesta P100 (9) (Figura 1).

Aplicaciones clínicas

En Oftalmología. En las neuropatías ópticas tóxicas por efecto del etambutol (10), de la quinina (9) y del tabaco-alcohol (11), los PEV muestran anomalías aun antes

Drs. Camilo J. Borrego y J. Mario Trujillo: Profesores, Sección de Neurología y Departamento de Física, Universidad de Antioquia, Centro de Investigaciones Médicas de Antioquia (CIMA).

Solicitud de separatas al Dr. Borrego.

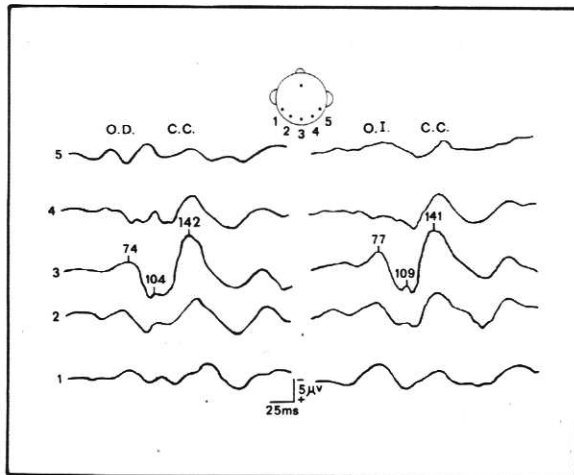


Figura 1. PEV de un sujeto normal al estímulo de campo completo. Obsérvese la respuesta prominente en el electrodo de la línea media (canal 3) y las variaciones obtenidas en los electrodos de cada lado de éste. Los números corresponden a las latencias de N75, P100 y N140. Barrido = 255 ms.

de haberse evidenciado alteraciones en la agudeza visual, visión de colores o en el fondo de ojo. Son útiles también en la evaluación objetiva de la agudeza visual en lactantes, niños y adultos (13) y de los defectos de los campos visuales (14). Pueden detectar rápidamente el daño del nervio óptico en los casos de glaucoma (15). Permiten discriminar pacientes con ambliopía y PEV anormales, con daño orgánico significativo que no responden a las medidas de entrenamiento, de aquellos pacientes con PEV y electro-retinograma patrón (ERG-P) normales, los cuales presentan buen índice de recuperación (16). Establecen un pronóstico preoperatorio de la visión en pacientes con cataratas y otras opacidades de la media (13).

En Neurología, Medicina Interna y Psiquiatría. Cerca del 90% de los pacientes con una historia clara de neuritis óptica tienen los PEV anormales; las alteraciones están presentes independientes del tiempo transcurrido entre el brote clínico y el registro. Las anomalías de los PEV pueden persistir más de 15 años después del episodio clínico y menos del 5% de las neuritis ópticas regresan a registros normales a pesar de la remisión de los síntomas clínicos (9). En pacientes con esclerosis múltiple los PEV detectan entre un 50 y

96% de anomalías, aun en la ausencia de manifestaciones clínicas de compromiso visual. En las mielitis crónicas progresivas el porcentaje de acierto oscila entre 35 y 76% (9). Los PEV pueden ser utilizados para evaluar la visión de pacientes en quienes se sospecha una ceguera histórica. La presencia de PEV dentro de límites normales utilizando cuadros pequeños sugiere una visión buena; la ceguera cortical muestra anomalías en los PEV (9). También se han empleado en cirugía como monitor de la función visual en afecciones del nervio óptico (9) y en la evaluación pronóstica del trauma craneo-encefálico severo (17), en pacientes comatosos o dementes (2). Los PEV se ven alterados en algunas enfermedades degenerativas del S.N.C: en el 66% de los pacientes con ataxia de Friedreich, en el 50% de las neurosífilis y en la anemia perniciososa (9). Finalmente, detectan la compresión del nervio o del quiasma óptico debida a tumores aun antes de la aparición de manifestaciones clínicas (20).

En pediatría. Permiten determinar la agudeza visual en prematuros, recién nacidos o lactantes. La agudeza visual para recién nacidos con PEV es de 20/600. Los estudios de maduración de la función visual por PEV nos muestran que la agudeza visual 20/20 del adulto se alcanza a los 6 meses de vida (12). También evalúan la función visual de niños con malformaciones cerebrales, enfermedades metabólicas o con retardo mental (12). Los PEV permiten delimitar si un niño con opacidades de la media presenta o no defectos en las vías visuales centrales (12). La cooperación funcional de los dos ojos al proceso de la visión se alcanza a los 2 meses de vida del niño. Los PEV permiten por consiguiente, la evaluación de la binocularidad de la visión desde los primeros meses de vida (12).

Consideraciones técnicas

Al emplear una técnica es de importancia singular su objetividad y no alteración por variables psicológicas tales como el grado de atención y de colaboración del sujeto, la confiabilidad o reproducibilidad de los re-

sultados, su validez como medida y por ende su capacidad para diferenciar entre puntajes promedios y muy desviados de éstos.

La intención de los laboratorios de PE al elaborar tablas y datos normativos en sujetos normales va mucho más allá de la simple familiarización con las técnicas del examen y sus variaciones. Los valores de latencia y amplitud dependen de muchas variables como el sistema de amplificación de la señal y de los filtros utilizados (19,20), el montaje o posición de los electrodos de registro (9, 21), la luminancia y el contraste del estímulo (9), el tamaño del cuadro, el número de cuadros en la pantalla, la frecuencia temporal de reversión del patrón (9,21) y el tiempo de reversión del patrón (7). Todos estos factores que atañen sólo al sistema de registro empleado explican el por qué de la diferencia entre los valores de cada laboratorio y de la necesidad que tiene cada uno de ellos de establecer sus propias normas.

Nosotros (22,23) diseñamos un módulo de interfase que unido a otros equipos permite la medición de potenciales evocados; ha superado los requisitos de fiabilidad y validez. Este artículo pretende revisar algunos de los aspectos fundamentales de los PEV, proceder a la obtención de medidas, establecer las normas, ilustrar sus principales usos diagnósticos y referir algunos casos de pacientes en los cuales el empleo de dicho examen complementó los resultados del examen clínico o de otras técnicas o descubrió la presencia de alteraciones en los sujetos estudiados.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionó una muestra de 32 sujetos normales, voluntarios, compuesta por 16 hombres y 16 mujeres, con edades comprendidas entre los 4 y los 60 años, para el estudio de los parámetros de normalidad. El promedio de edad de los hombres fue de 35 ± 15.8 años y el de las mujeres de $33,6 \pm 16.3$ años. Todos los sujetos tenían agudeza visual de mínimo 20/30, corregida según el caso, sin defectos de campo a la fundoscopia y reflejos pupilares normales. También se escogie-

ron 6 pacientes con diferentes alteraciones de las vías visuales para demostración de su aplicación práctica.

Se utilizó un sistema de medida diseñado por los autores (22,23) el cual consiste en un módulo de interfase (MI) y un programa de computación en Assembler. El MI integra: una computadora comercial de 64 K con sus periféricos (cassette, diskete, impresora), un osciloscopio y unos amplificadores marca Grass modelo 8A1.

Para el estímulo visual se empleó un patrón de cuadros en tablero de ajedrez generado en un receptor de TV común blanco y negro, por un programa especial de la computadora. El tamaño del cuadro es de 60 minutos. El ángulo de visión horizontal es de 18° y el vertical de 17° .

Método. El sujeto se sienta cómodamente en un sillón, frente a la pantalla de TV (instalada a 85 cm del nasión). Se cubre con un parche negro el ojo que no va a ser examinado. Previo a la realización del examen se le hace un chequeo de la agudeza visual. Si el sujeto lleva gafas de corrección, el examen de PEV se hace con ésta.

La respuesta evocada se registra mediante la colocación de electrodos en el área occipital. Se emplea el montaje de Halliday (24) con un mínimo de 5 electrodos colocados de la siguiente forma: el electrodo central en la línea media, a 5 cms por encima del inión; los demás electrodos desde aquel punto lateral 5 y 10 cms a cada lado; estos registran las respuestas de cada hemisferio (figuras 1, 2 y 3).

Como referencia, se utiliza un electrodo colocado en FZ del sistema 10-20 y un electrodo de tierra se coloca en el lóbulo de una de las orejas del sujeto. La impedancia de los electrodos se mantiene estrictamente por debajo de los 5.000 Ohm. Después de la colocación de los electrodos y del parque se procede a oscurecer el cuarto de examen.

La técnica para la obtención de los PEV consiste en aplicar un estímulo visual de patrón de cuadros reversibles en un tablero de ajedrez que aparece en la TV, en el cual el cuadro blanco se vuelve negro y el negro se vuelve blanco con una frecuencia de 2 en un

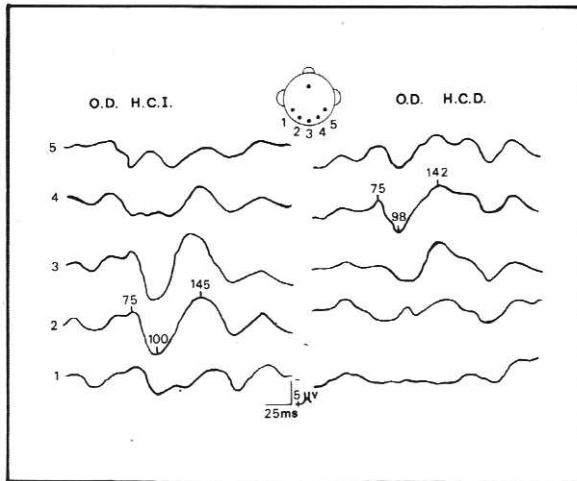


Figura 2. PEV normal al estímulo de cada hemicampo del ojo derecho. La respuesta P100 es ipsilateral al campo visual estimulado. Los electrodos contralaterales registran respuestas variables a veces con polaridades opuestas (N100). Barrido = 255 ms.

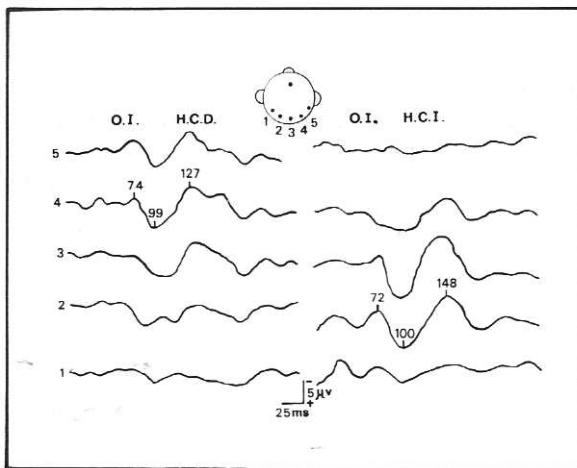


Figura 3. PEV normal con estímulo de cada hemicampo del ojo izquierdo. Las respuestas son similares a las anteriores. Barrido = 255 ms.

segundo. Este estímulo se presenta por separado en cada ojo al campo visual completo, a cada uno de los hemicampos y al campo central.

La respuesta recogida por los electrodos es amplificada 33.000 veces y filtrada a 0.1-200 HZ. Se promedian 100 barridos de 320 msecs de duración.

Si durante el registro de las respuestas aparecen artefactos (la señal análoga, EEG), el

examinador puede interrumpir manual o automáticamente la interferencia.

Para garantizar la exactitud de las respuestas se realiza un mínimo de 2 ensayos prueba. Los valores de latencia y amplitud son informados por cursores en el osciloscopio. Todas las respuestas se imprimen en papel y se almacenan en cassette o diskete, para recuperarlas en el momento, que el examinador desee con miras a facilitar estudios o análisis posteriores.

Medidas utilizadas. Los valores normales de amplitud y latencia establecidos para campo completo y campo central fueron tomados del electrodo colocado en la línea media. Para el estímulo de hemicampo derecho estos valores fueron tomados del electrodo colocado a 5 cms, ipsilateral. Las lecturas para el estímulo de hemicampo izquierdo se realizan con el electrodo colocado a 5 cms a la izquierda de la línea media.

Las relaciones de amplitud de P100 se toman de los valores del menor dividido por el mayor y multiplicando este resultado por 100.

Los puntajes obtenidos de cada sujeto son analizados mediante la utilización de medidas estadísticas paramétricas y los niveles de significación por el método de la t de Student.

Descripción de los casos clínicos

CASO 1. Joven de 16 años quien consultó por cefalea y vómito de inicio reciente. Al examen se encontró papiledema bilateral, hipogonadismo y obesidad. La agudeza visual de 20/20 en ambos ojos; campimetría y visión de colores normales. La TC cerebral (figura 4) mostró una masa supraselar que fue removida y correspondió a un craneofaringioma comprobado por examen histológico.

CASO 2. Paciente de sexo masculino de 72 años quien hacía un año y medio había sufrido un episodio de hemiparesia izquierda de la cual se recuperó totalmente. En el momento de la consulta presentaba claros signos demenciales. Un estudio de los campos visuales demostró una hemianopsia homónima izquierda. La TC cerebral (figura 5) mos-

tró una zona hipodensa (infarto) que afecta el polo occipital derecho.

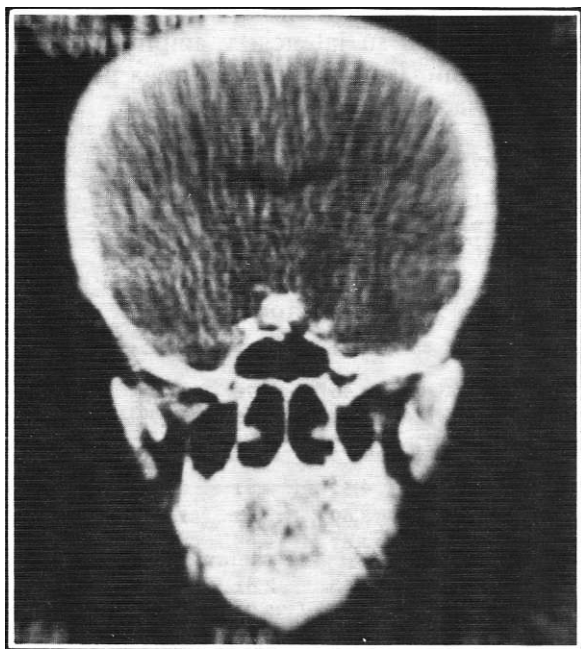


Figura 4. TC del caso 1. que muestra una masa supraselar.

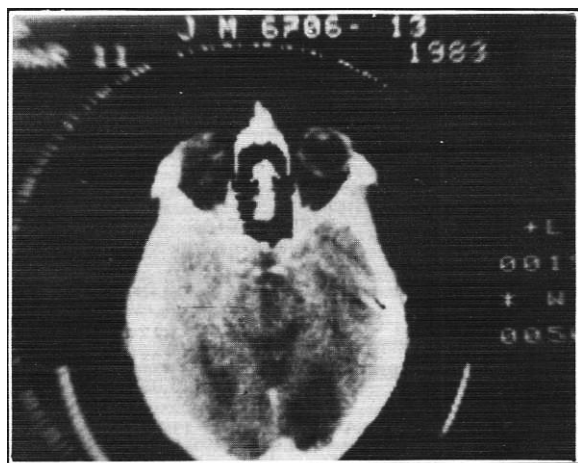


Figura 5. TC del caso 2 que muestra una zona hipodensa (infarto) que afecta el polo occipital derecho.

CASO 3. Joven de 11 años estudiado en el servicio de Oftalmología por estrabismo convergente no progresivo desde los 4 años de edad y antecedentes familiares de estrabis-

mo; agudeza visual de 20/100 en el OD, no corregible. Con el diagnóstico de ambliopía se practicaron medidas de entrenamiento de la visión y parches oculares sin mejoría alguna.

CASO 4. Paciente de sexo masculino de 26 años quien 30 días antes presentó súbitamente dolor ocular derecho y pérdida de la visión. La agudeza visual era de 20/20 por el OI y visión de bultos por el OD. Los demás aspectos del examen clínico y paraclínico eran normales.

CASO 5. Paciente de sexo masculino de 30 años quien un mes y medio antes sufrió una quemadura eléctrica y traumatismo leve en región orbitaria izquierda sin pérdida del conocimiento. Desde ese instante, el paciente refería severa disminución de la agudeza visual por ese ojo. La única alteración encontrada en el examen oftalmológico fue una visión de dedos a 1 metro por el ojo izquierdo. La fundoscopia fue normal.

CASO 6. Paciente de sexo masculino de 28 años quien año y medio antes sufrió herida de corazón presentando anoxia cerebral prolongada. Estuvo inconsciente por 15 días, período durante el cual presentó convulsiones generalizadas. Al recuperar la conciencia tuvo episodio de psicosis y delirio los cuales cedieron en los 3 meses siguientes. No ha podido trabajar desde entonces. Desde el punto de vista neuropsicológico presentó las siguientes secuelas: amnesia retrógrada y anterógrada, agnosia visual para objetos e imágenes, prosopagnosia, alexia agnósica, ataxia óptica, apraxia de la mirada y hemiatención. Reconocía objetos por el tacto. No se encontraron alteraciones pupilares ni en el fondo de ojo.

RESULTADOS

Sujetos normales

Los valores obtenidos en la población de 32 sujetos normales están detallados en las tablas 1 a 6.

La figura 1 muestra una típica respuesta normal al estímulo monoocular. Se identifican 3 componentes principales: dos pi-

cos negativos N75 y N140 y un pico positivo P100. De todos los componentes registrados, únicamente P100 es la respuesta de mayor estabilidad en cuanto a los valores de amplitud y latencia. Por esta razón todas las medidas de comparación toman a P100 como punto de referencia.

Morfología y Topografía de los PEV-P.

El primer pico negativo N75 está algunas veces ausente o es de voltaje muy bajo. El segundo componente negativo muestra notables variaciones en su latencia y amplitud. Situaciones como la atención o la fatiga producen estas variaciones.

Tabla 1. Valores normales de latencias absolutas en hombres.

		LATENCIA			DIFERENCIAS INTEROCULARES		
		Media	\pm De	+ 3 De	Media	\pm De	+ 3 De
CAMPO COMPLETO	N75	78,47	6,63	98,36	3,90	5,78	21,24
	P100	109,95	6,01	127,98	2,13	2,40	9,33
	N140	144,64	9,58	173,38	4,67	4,66	18,65
H.C.D.	N75	77,47	6,52	97,03	4,52	4,81	18,95
	P100	108,28	6,11	126,37	3,60	3,33	13,59
	N140	149,04	14,42	192,31	12,87	14,08	15,11
H.C.I.	N75	78,32	4,91	93,05	3,83	2,81	12,26
	P100	107,71	5,92	125,47	3,10	2,72	11,26
	N140	144,73	9,68	173,77	4,84	5,21	20,47
CAMPO CENTRAL	N75	77,84	6,87	98,45	5,00	6,40	24,2
	P100	108,54	6,77	128,85	2,99	2,51	10,52
	N140	143,34	11,88	178,98	5,06	3,50	15,56

Tabla 2. Valores normales de latencias absolutas en mujeres.

		LATENCIA			DIFERENCIAS INTEROCULARES		
		Media	\pm De	+ 3 De	Media	\pm De	+ 3 De
CAMPO COMPLETO	N75	79,02	4,21	91,65	2,62	1,50	7,12
	P100	107,09	6,32	126,05	2,35	2	8,35
	N140	143,81	17,71	196,94	4,96	5,04	20,08
H.C.D.	N75	78,81	4,96	93,69	3,59	2,75	11,84
	P100	104,04	4,88	118,68	2,60	1,89	8,27
	N140	140,59	12,94	179,41	10,53	12,5	48,03
H.C.I.	N75	77,85	5,00	92,85	5,03	4,84	19,55
	P100	105,15	6,31	124,10	2,82	2,45	10,17
	N140	141,66	11,00	174,66	5,62	4,68	19,66
CAMPO CENTRAL	N75	77,93	5,74	95,15	2,86	3	11,86
	P100	104,85	5,68	121,89	2,72	2,45	10,07
	N140	140,59	15,19	186,16	4,2	2,8	12,6

Tabla 3. Valores normales de amplitudes absolutas en hombres.

		AMPLITUD			DIFERENCIAS INTEROCULARES			RELACION DE AMPLITUD DE P100 (X-100)		
		Media	± De	+ 3 De	Media	± De	+ 3 De	Media	± De	-3 De
CAMPO COMPLETO	N75	2,32	1,33	6,31	1,01	0,82	3,47	87,34	12,52	49,78
	P100	11,07	8,73	37,26	2,12	3,19	11,69			
	N140	10,42	6,15	28,87	1,82	1,96	7,7			
H.C.D.	N75	1,11	1,05	4,26	1,05	1,05	4,21	77,68	17,37	25,57
	P100	5,47	4,77	19,78	1,29	1,48	5,73			
	N140	6,29	4,86	20,87	1,62	1,62	6,50			
H.C.I.	N75	1,51	1,71	6,64	1,40	2,18	7,94	74,61	17,15	23,16
	P100	5,59	3,82	17,05	1,53	1,21	5,16			
	N140	5,8	3,53	16,39	1,69	1,54	6,31			
CAMPO CENTRAL	N75	1,07	1,18	4,61	0,80	0,95	3,65	86,06	8,91	59,33
	P100	6,34	2,90	15,04	1,05	1,21	4,68			
	N140	7,16	4,42	20,42	1,07	0,94	3,89			

Tabla 4. Valores normales de amplitudes absolutas en mujeres.

		AMPLITUD			DIFERENCIAS INTEROCULARES			RELACION DE AMPLITUD DE P100 (X-100)		
		Media	± De	+ 3 De	Media	± De	+ 3 De	Media	± De	-3 De
CAMPO COMPLETO	N75	3,20	2,67	11,21	2,62	1,50	7,12	85,78	9,95	55,93
	P100	11,58	5,47	27,99	2,35	2,00	8,35			
	N140	13,42	6,25	32,17	4,96	5,04	20,08			
H.C.D.	N75	2,29	2,19	8,86	3,59	2,75	11,84	74,64	17,83	21,15
	P100	5,44	3,12	14,8	2,60	1,89	8,27			
	N140	6,57	3,06	15,75	10,53	12,50	48,03			
H.C.I.	N75	2,38	2,05	8,53	5,03	4,84	19,55	78,95	20,15	18,5
	P100	6,87	3,21	16,5	2,82	2,45	10,17			
	N140	7,86	3,22	17,52	5,62	4,68	19,66			
CAMPO CENTRAL	N75	1,66	1,73	6,85	2,86	3,00	11,86	79,38	16,0	31,38
	P100	7,58	3,27	17,39	2,72	2,45	10,07			
	N140	10,18	4,96	25,06	4,20	2,80	12,6			

Tabla 5. Valores normales para las diferencias en latencias de P100 en hombres.

	INTRAOCULARES			INTEROCULARES		
	Media	± De	+ 3 De	Media	± De	+ 3 De
C.C. - H.C.D.	3,67	3,09	12,94	3,02	2,15	9,47
C.C. - H.C.I.	4,58	3,14	14	3,09	2,09	9,36
C.C. - C. CENTRAL	4,31	2,89	12,98	2,53	1,65	7,48
H.C.D. - H.C.I.	3,38	3,46	13,76	3,63	2,92	12,39

Tabla 6. Valores normales para las diferencias en latencias de P100 en mujeres.

	INTRAOCULARES			INTEROCULARES		
	Media	\pm De	+ 3 De	Media	\pm De	+ 3 De
C.C. - H.C.D.	3,90	2,86	12,48	2,48	1,95	8,33
C.C. - H.C.I.	3,46	2,32	10,42	2,26	2,30	9,16
C.C. - C. CENTRAL	2,99	2,40	10,19	1,95	1,86	7,52
H.C.D. - H.C.I.	3,19	2,84	11,71	2,75	2,48	10,19

Las respuestas de campo completo y campo central son usualmente simétricas en los dos hemisferios o bien presentan leves asimetrías con amplitud mayor de 50%. Asimetrías en la latencia entre los electrodos a cada lado de la línea media también ocurren. Estas se consideran variantes de normalidad. Dos sujetos normales presentaron el componente P100 en la línea media con morfología en W haciendo difícil la comparación. Estas dificultades fueron eliminadas con el estímulo de los hemi-campos el cual permitió aclarar el valor de la latencia de P100. Las respuestas de hemicampos visuales muestran respuestas contralaterales muy variables tanto en amplitud como en morfología o en latencia, y por lo tanto no son aplicables en el estudio de casos patológicos. Las únicas respuestas consistentes de P100 en el estímulo de hemicampos visuales se encontraron en el electrodo ipsilateral a 5 cms de la línea media y es por ésto que todas las medidas de este estímulo se toman desde este electrodo (figuras 2 y 3).

Criterios de anormalidad. Las variaciones respecto al promedio permiten configurar el patrón de normalidad y de esta forma un examen de PEV se considera anormal si su latencia, amplitud o diferencias intra o interoculares se encuentran a \pm 3 desviaciones estandar del promedio. Así tenemos como anormales los siguientes datos: a) Latencia mayor de 126 ms en mujeres y de 128 ms en hombres; b) Diferencia de latencia interocular mayor de 10 ms en mujeres y de 13,5 ms en hombres; c) Diferencias infraoculares mayores de 12,5 ms en mujeres y 14 ms en hombres; d) Amplitudes absolutas menores de 2 microvoltios tanto en hombres como en mujeres; e) Relaciones de amplitud menores de 50% en estímulo de campo completo, de 20% en he-

micampos visuales y de 40% en campo central tanto para hombres como para mujeres. No encontramos variaciones significativas en la latencia de P100 entre los distintos grupos de edades en cada uno de los sexos.

Las diferencias interoculares de las latencias de P100 señaladas en las tablas 4 y 6 fueron muy similares en los dos sexos. La máxima diferencia registrada fue de 13,8 ms en un sujeto varón de 10 años en el estímulo de hemicampo derecho del ojo izquierdo. Para este ojo la latencia de P100 fue de 125,49 ms, cifra dentro de la tercera desviación estandar de la media y por lo tanto considerada normal.

Existen diferencias entre los sexos para las latencias de campo completo: en las mujeres P100 es 2,86 ms más corta que en los hombres, diferencia significativa ($p=0,05$); en cuanto a la amplitud, las diferencias entre los sexos no alcanza a ser significativa.

Confiabilidad de la prueba. La máxima variación de la latencia de P100 para el estímulo de campo completo durante la misma sesión de examen fue de 10,03 ms en la niña de 4 años. El promedio de variación fue de 2,19 ms y la desviación estandar de 2,42. El 25% de los sujetos normales fueron reexaminados en un lapso comprendido entre 15 días a 1 año después del primer examen; la máxima variación de latencia fue de 5,62 ms.

Hallazgos en los casos clínicos.

CASO 1. Las figuras 6 y 7 muestran los PEV al estímulo de los hemicampos de cada ojo. Se observa que la respuesta P100 (canal 2) proveniente del hemicampo izquierdo del ojo izquierdo muestra 14 ms de prolongación de la latencia relativa al mismo hemicampo

del ojo opuesto. Por su parte, la respuesta P100 al estímulo del hemicampo derecho del ojo derecho está no solo retardada 15 ms sino que presenta además pobre definición. De estos hallazgos se concluye que las respuestas a los estímulos de los hemicampos temporales de cada ojo están claramente alteradas, debido a la compresión de las fibras del quiasma óptico por el tumor.

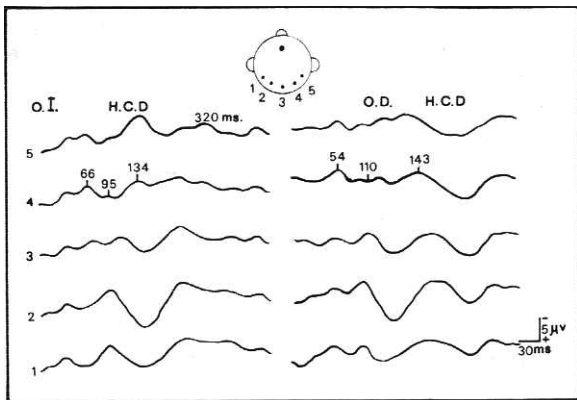


Figura 6. PEV del caso 1. Estímulo al hemicampo derecho de cada ojo. La respuesta P100 del ojo derecho está distorsionada y presenta 15 ms de prolongación de la latencia respecto al ojo opuesto. Barrido = 320 ms.

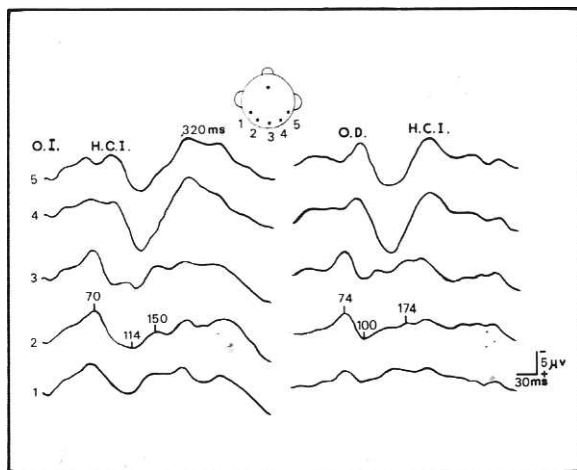


Figura 7. PEV del caso 1. Estímulo al hemicampo izquierdo de cada ojo. P100 del ojo izquierdo presenta 14 ms de retardo en la latencia respecto al ojo opuesto. Barrido = 320 ms.

CASO 2. La figura 8 muestra la respuesta visual evocada en la cual se observa una ausencia

completa de respuesta al estímulo del ojo derecho, confirmando la sospecha clínica de neuritis óptica.

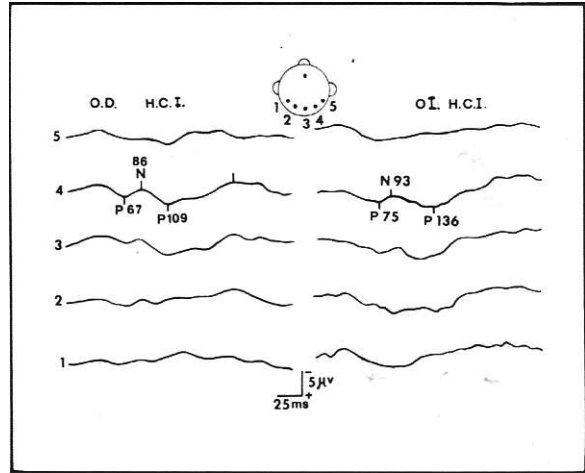


Figura 8. PEV del caso 2. Nótese la ausencia completa de respuesta al estímulo de los hemicampos izquierdos (canal 2) de cada ojo. Obsérvense las respuestas paramaculares contralaterales con polaridad. Barrido = 255 ms.

CASO 3. La figura 9 registra los PEV en los que se encuentra una ausencia completa de P100 ipsilateral al estímulo de los hemicampos izquierdos de cada ojo, lo cual está de acuerdo con los hallazgos de la campimetría y de la TC respecto a la presencia de alteraciones en las vías ópticas por detrás de los cuerpos geniculados del lado derecho.

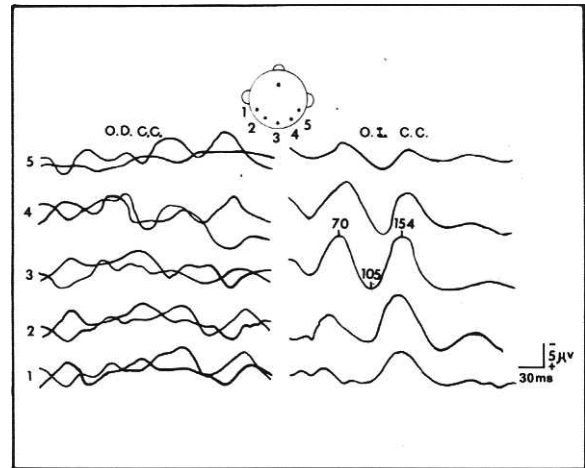


Figura 9. PEV del caso 3. Por el ojo derecho se muestra la superposición de dos ensayos. Obsérvese que no hay ondas replicables, expresión de ausencia de respuesta. Barrido = 255 ms.

CASO 4. La figura 10 muestra los PEV del paciente; se encuentra una notable reducción de la amplitud de P100 así como un retardo apreciable en su latencia al estímulo por el ojo izquierdo. El electroretinograma obtenido del mismo paciente (figura 11), nos muestra una notable reducción de la amplitud de la onda b así como un retardo en su latencia. Estos hallazgos nos confirman la naturaleza orgánica de las quejas del paciente y una ausencia de simulación. En este caso se presentan lesiones retinales severas y secundarias en el nervio óptico.

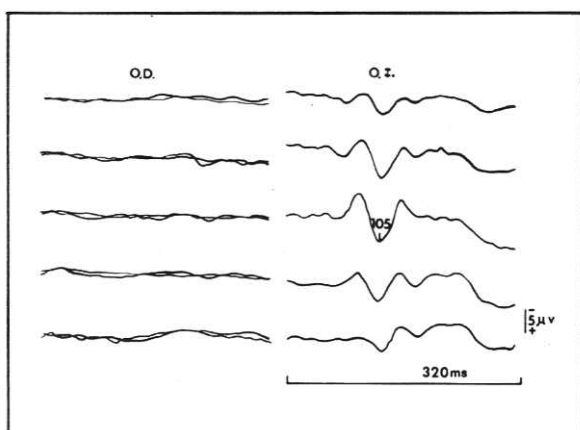


Figura 10. PEV del caso 4. Por el ojo derecho hay ausencia completa de respuesta. Por el ojo izquierdo la respuesta es normal. Barrido = 320 ms.

CASO 5. La figura 11 muestra ausencia completa de respuesta replicable por el ojo

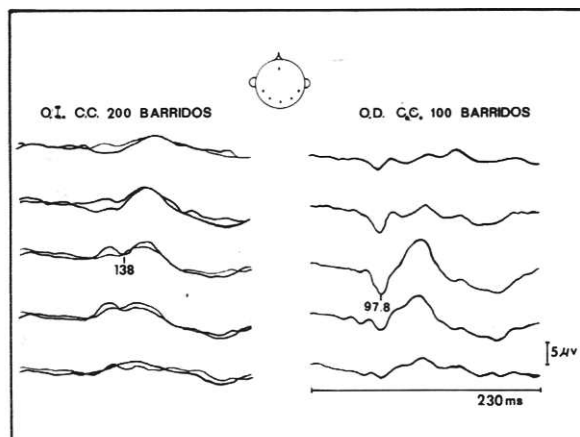


Figura 11. PEV del caso 5. Se observa una apreciable reducción en la amplitud y notable retardo en la latencia de P100 a 138 ms. en el estímulo por O.I. Barrido = 255 ms.

izquierdo indicativa de severa neuropatía óptica.

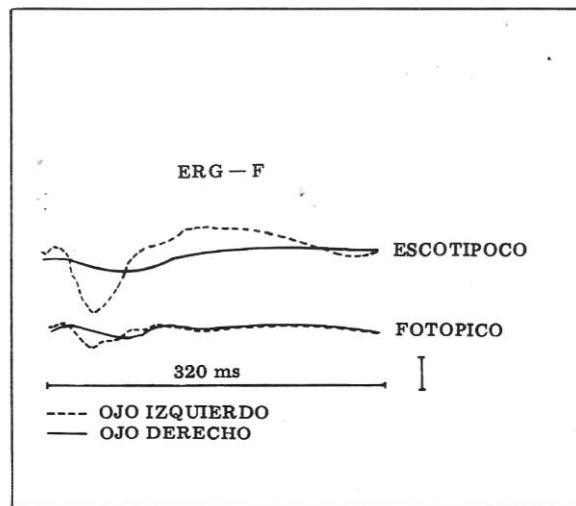


Figura 11. Superposición de los electroretinogramas del caso 4. Hay una clara reducción en la amplitud y retardo en la latencia de la onda b del ojo izquierdo más acentuada en condiciones escotópicas. Las anomalías en los PEV son secundarias a estas alteraciones retinales. Barrido = 320 ms.

CASO 6. La figura 12 nos muestra una ausencia de respuesta visual evocada por ambos ojos, en este paciente con ceguera cortical secundaria a la anoxia cerebral.

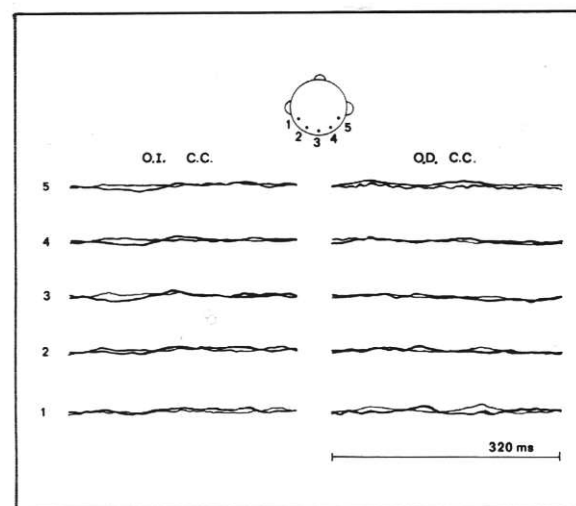


Figura 12. PEV del caso No. 6 con ceguera cortical. Hay ausencia completa de respuesta por ambos ojos. Barrido = 320 ms.

DISCUSION

El caso 1 ilustra la utilidad del registro de PEV al permitir el hallazgo de una anomalía no sospechada, por ausencia de cambios clínicos objetivos; el examen está indicado cuando se trata de detectar los tumores que comprometen la vía visual.

En los PEV de los casos 1 y 2, los electrodos colocados en la línea media no registraron anomalías, mientras los electrodos laterales facilitaron la ubicación de las lesiones. Estos hallazgos corroboran las afirmaciones de Halliday (24) y Blumhardt (25,26) y demuestran que es imperativo el estudio de los hemicampos cuando se desea ubicar el nivel de la lesión aunque sean normales las respuestas de la línea media (zona transicional).

En el caso 3, los PEV dieron un giro positivo al enfoque diagnóstico, al detectar una severa neuropatía óptica posiblemente debida a una enfermedad demielinizante. Es común encontrar placas de demielinización en el nervio óptico en la autopsia de sujetos con esclerosis múltiple (9). Como en este caso, algunos síntomas visuales pasan inadvertidos, llevando al clínico a confusión diagnóstica y terapéutica; al paciente se le había diagnosticado una ambliopía exanopsia familiar y se sometió a medidas de entrenamiento con la posibilidad de ser intervenido quirúrgicamente.

El caso 4 corrobora la sospecha de una neuritis óptica retro-bulbar, aún ante la ausencia de anomalías en el fondo de ojo. En la literatura se reportan entre un 90 y un 100% de anomalías en casos agudos de neuritis ópticas. De esta forma un registro de PEV permitiría diferenciar entre alteraciones de las vías visuales de tipo orgánico y las cegueras simuladas para obtener ganancias en disputas médico legales o en casos psiquiátricos.

En el caso 5 el registro de los PEV confirma la naturaleza orgánica de la queja del paciente, debida a una retinopatía severa producida por quemadura eléctrica. El ERG mostraba alteraciones marcadas frente a una ausencia de modificaciones en el fondo de ojo.

El caso 6 facilita la visualización de los

sitios generadores de la respuesta de los PEV; se muestra una lesión en el área cortical primaria de la visión como secuela de anoxia cerebral. Como en el caso anterior, puede aclararse la naturaleza de la queja, es decir, si se trata de una ceguera cortical o de una ceguera de tipo no orgánico.

Los parámetros utilizados en este trabajo son muy semejantes a los empleados por Halliday (24) y Blumhardt (25, 26) y corroboran sus resultados. Los registros obtenidos en los sujetos con anomalías o quejas de alteraciones visuales, permiten señalar la conveniencia del uso de 5 canales de registro como garantía de la correcta ubicación de las lesiones a lo largo de las vías visuales.

El empleo de menos de 5 canales de registro simultáneo es un ahorro técnico que priva de una información valiosa aportada por la colocación de electrodos laterales; los PEV con cinco canales de registro permiten gran sensibilidad, finura de la medida y correcta ubicación de las lesiones estudiadas.

Blumhardt y col. (14) afirman que "es sorprendente que en la mayoría de los trabajos publicados, donde los registros están restringidos a un electrodo único sobre cada hemisferio, los resultados son tan variables y con frecuencia conflictivos". Los potenciales registrados en el campo completo son la suma algebraica de las respuestas de cada uno de los hemicampos de cada ojo (24,26).

Existe una variante de anomalía que consiste en la ausencia completa de respuesta en los electrodos colocados en OZ-CZ y como afirma Stockard (21) es "una variante de anomalía particularmente peligrosa si se usa un canal único de registro de los PEV".

Las respuestas de los hemicampos visuales confirman los hallazgos previos de Blumhardt (25) acerca de la "lateralización paradójica" en la cual P100 se distribuye ipsilateral al campo visual estimulado, y no contralateral, como pudiera esperarse, debido a la distribución y orientación de las neuronas de la corteza estriada. En efecto, P100 ipsilateral al hemicampo estimulado registra las áreas más centrales (maculares) de la corteza visual, mientras que el electrodo contralateral registra las partes más periféricas (26). Esto ha-

ce que el electrodo colocado en la línea media esté situado en una zona transicional pudiendo registrar una u otra de las respuestas de cada lado.

Se infiere entonces que el registro con un solo electrodo en la línea media, no es suficiente para el estudio de los hemisferos visuales, aseveración que cuestiona la afirmación de Camacho y col. (27).

SUMMARY

Visual evoked potentials (PEV) were obtained in 38 subjects, 32 normal volunteers and 6 patients with visual symptoms, in order to establish the reliability and accuracy of the measurement system, the normal patterns of the study, and show the usefulness of the technique in clinical practice. This non-invasive high sensitivity procedure is useful for early diagnosis of lesions of the visual pathways, even before clinical symptoms appear. Our recordings, made with a low cost original equipment, are similar to those obtained by other authors.

BIBLIOGRAFIA

- COBB WA. On the form and latency of the human cortical response to illumination of the retina. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1950;2: 104.
- GREENBERG R, DUCKER T. Evoked potentials in clinical Neurosciences. *J Neurosurg* 1982; 56: 1-18.
- CIGANEK L. The EEG response (evoked potential) to light stimulus in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1961; 13: 165-172.
- HUBEL DH, WIESEL TN. Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *J Physiol* 1962; 160: 106-154.
- SPEHLMANN R. The averaged electrical responses to diffuse and to patterned light in the human. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1965; 19: 560-569.
- COBB WA, MORTON HB, ETTLINGER G. Cerebral potentials evoked by pattern reversal and their suppression in visual cortex. *J. Physiol* 1967; 160: 106-154.
- HALLIDAY AM, Mc DONALD WI, MUSHIN J. Delayed visual evoked response in optic neuritis. *Lancet* 1972; 1: 982-985.
- SOKOL S. Visual evoked potentials. En: AMINOFF MJ, ed. *Electrodiagnosis in clinical neurology*. New York: Churchill-livingstone; 1980: 348-369.
- CHIAPPA K. Pattern-shift visual evoked potentials: interpretation. En: *Evoked Potentials in clinical medicine*. New York: Raven Press; 1983: 63-94.
- YIANNIKAS C, WALSH JC, Mc LEOD JG. Visual evoked potentials in the detection of subclinical optic toxic effects secondary to ethambutol. *Arch Neurol* 1983; 40: 645-648.
- KRISS A, CARROL WN, BLUMHARDT LD, HALLIDAY AM. Pattern and flash-evoked potentials changes in toxic (nutricional) optic neuropathy. En: COURJON J, MAUGUIERE F, REVOL M, eds. *Clinical applications of evoked potentials in neurology*. New York: Raven Press; 1982: 11-19.
- PENNE A, SARGENTINI AD, MACELIARI V. Clinical applications of EOR, ERG, and VEP in pediatric ophthalmology. En: CHIARENZA GA, PAPAPOSTOPOULOS D, eds. *Clinical application of cerebral evoked potentials in pediatric medicine*. Amsterdam: Excerpta Medica; 1982: 61-92.
- SHERMAN J. Visual evoked potential (VEP): basic concepts and clinical applications. *J Am Optometric Assoc* 1979; 50: 19-30.
- BLUMHARDT LD., BARRETT G., KRISS A., HALLIDAY AM. The pattern-evoked potential in lesions of the posterior visual pathways. *Ann New York Acad Sci* 1982; 38: 264-289.
- BARTL G. The effects of visual field changes and ocular hypertension on the visual evoked potential. *New York Acad Sci* 1982; 388: 227-242.
- ARDEN GB, HOGG CR. Clinical and experimental evidence that the pattern electroretinogram (PERG) is generated in more proximal retinal layers than the focal electroretinogram (FERG). *Ann New York Acad Sci* 1982; 388: 580-601.
- GREENBERG RP, BECKER DP, MILLER JD, MAYER DJ. Evaluation of brain function in severe human head trauma with multimodality evoked potentials. Part 2. *J Neurosurg* 1977;47: 163-177.
- HALLIDAY AM, MUSHIN J. The visual evoked potential in neurophthalmology. *Int Ophthalm Clin* 1980; 20: 155-183.
- DE WEERD JPC. The measurement of evoked potentials; technical aspects. En: COLON E, VISSER S, DE WEERD J, ZONNEVELDT A, eds. *Evoked Potential Manual*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers; 1983: 13-73.
- COOPER R, OSSELTON JW, SHAW JC. *EEG Technology*. 3a. ed. Londres: Butterworths; 1980: 187-229.
- STOCKARD LL, HUGUES JF, SHARBROUGH FW. Visually evoked potentials to electronic pattern reversal: latency variations with gender, age, and technical factors. *Am J EEG Technol* 1979; 19: 171-204.
- TRUJILLO JM, BORREGO CJ. A Low cost versatile interface module for evoked potential and other neurophysiological applications. *J Electrophysiol Technol* 1984; 10: 77-81.
- BORREGO CJ, TRUJILLO JM. Diseño de un sistema y construcción de un módulo para la medición de potenciales evocados y otras aplicaciones en neurofisiología. *Acta Med Col* 1983; 8: 255-264.
- HALLIDAY AM, BARRETT G, BLUMHARDT LD, KRISS A. The macular and paramacular subcomponents of the pattern evoked response. En: LECHMANN D, CALLAWAY E, eds. *Human evoked potentials*. New York: Plenum Publishing Corporation; 1979: 135-151.
- BLUMHARDT LD, HALLIDAY AM. Hemisphere contributions to the composition of the pattern evoked potential waveform. *Exp Brain Res* 1979; 36: 53-69.
- BLUMHARDT LD, BARRETT G, HALLIDAY AM, KRISS A. The effect of experimental "scotoma" on the ipsilateral and contralateral responses to pattern reversal in one half-field. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1978; 45: 376-392.
- CAMACHO LM, WENZEL W, ASCHOFF JC. The pattern reversal visual evoked potentials in the clinical study of lesions of the optic chiasm and visual pathway. En: COURJON J, MAUGUIERE F, REVOL M, eds. *Clinical applications of evoked potentials in neurology*. New York: Raven Press; 1982: 49-59.