

Valores de referencia del electroretinograma en el laboratorio de electrofisiología visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos"

Reference values of the electroretinogram in the visual electrophysiology laboratory from the "Camilo Cienfuegos" Pigmentary Retinosis International Center

Alberto Barrientos Castaño¹; Maritza Herrera Mora¹; Obel García Báez¹; Milagros Sierra Hernández¹; Odalis Pérez de la Rosa¹

¹Departamento de Electrofisiología de la Visión. Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". La Habana, Cuba.

RESUMEN

OBJETIVO: Obtener los valores de referencia del electroretinograma diferenciado de conos y bastones para el laboratorio de electrofisiología visual de la clínica "Camilo Cienfuegos".

MÉTODOS: Se seleccionaron 50 individuos sanos al azar en la clínica "Camilo Cienfuegos", a quienes se les realizó el electroretinograma según los parámetros planteados por el comité internacional para la estandarización, de la Sociedad Internacional para la Electrofisiología Clínica de la Visión. Se midieron las amplitudes y tiempos implícitos de las principales ondas en las cinco respuestas básicas y una opcional.

RESULTADOS: Se obtuvieron las cinco respuestas básicas con morfología similar a la planteada por otros autores. En la respuesta de bastones la onda "b" estuvo entre 72 y 89 ms con una amplitud entre 128 y 380 μv . Se obtuvo una respuesta combinada con ondas "a" y "b" desdobladas. Se registraron potenciales oscilatorios con 4 y 5 componentes. Los valores y morfología de las ondas en la respuesta de conos y el *flicker* se corresponden con la reportada por otros autores.

CONCLUSIONES: Se obtuvieron los valores de referencia del electroretinograma para este laboratorio según estandarización internacional, con morfología, amplitud y tiempos implícitos similar a los obtenidos por otros autores.

Palabras clave: Electroretinograma, estandarización, valores de referencia.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To obtain the normal reference values of cone-rod standard electroretinogram in electrophysiology visual department of Camilo Cienfuegos Hospital.

METHODS: 50 healthy individuals were studied and submitted to standard electroretinogram in electrophysiology visual department of "Camilo Cienfuegos" Hospital in Havana. We performed the electroretinogram according to the parameters of the standard committee of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. The amplitude and implicit times of the main waves were measured in the five basic and an additional optional scotopic responses.

RESULTS: The five basic responses were obtained with similar morphology than other authors. In the rod response the "b" wave was between 72 and 89 ms with an amplitude between 128 and 380 μ v. A combined response was obtained with "a" and "b" wave. Scotopic oscillatory potentials with 4 and 5 components was obtained. The values and morphology of the waves in cones and flicker responses were similar that one reported by other authors.

CONCLUSIONS: The normal reference values of the main clinical indicators of electroretinogram were obtained according to the standardized methodologies for our laboratory.

Key words: Electroretinogram, reference values, standards.

INTRODUCCIÓN

El electroretinograma a luz difusa o a campo completo (ERG) es el registro gráfico de la respuesta eléctrica difusa generada por la retina ante un estímulo luminoso. Es una prueba electrofisiológica objetiva, ampliamente usada en oftalmología para el estudio funcional de las capas externa y media de la retina, desde que los trabajos de *Riggs* y *Karpe* permitieron su utilización como un método diagnóstico de rutina en la práctica clínica oftalmológica.¹ Es, por tanto, de gran importancia en la evaluación diagnóstica, evolutiva y pronóstica de patologías oculares, como traumas, distrofias de retina, retinopatías y afecciones neurooftalmológicas, disponer de registros electrofisiológicos confiables.²

Las distrofias vítreoretinales son un conjunto de enfermedades heredo degenerativas, de carácter genético, que afectan la retina, el epitelio pigmentario y las coroides. Estas se caracterizan por su gran heterogeneidad genética y variabilidad clínica.^{3,4} El ERG juega un papel importante en el diagnóstico diferencial, la clasificación, la evolución y el pronóstico de este grupo de enfermedades.³ El Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos" se especializa en el estudio de pacientes con distrofias de retina, y en particular la retinosis pigmentaria (RP), por lo que es de gran importancia para la institución contar con registros electroretinográficos confiables.

La adquisición de equipamiento médico por este hospital para realizar pruebas electrofisiológicas, trae consigo la necesidad de implantar metodologías de registros y establecer los valores de referencia para cada prueba, que sirvan de patrón comparativo para el estudio de los diferentes estados patológicos oculares. Los métodos de obtención del electroretinograma pueden variar de un laboratorio a otro; es por eso que la Sociedad Internacional para la Electrofisiología Clínica de la Visión (ISCEV) desde el 1989 dio los primeros pasos para la estandarización internacional

del ERG, la cual ha tenido como propósito servir de guía en los procedimientos de estimulación, registro, instrumentación, medición e interpretación del electroretinograma clínico.⁵

Estas normas se revisan desde 1989 cada cuatro años, y hasta el momento se han publicado cuatro actualizaciones correspondientes a los años 1994, 1999, 2003 y 2008.⁶⁻⁸ Tomando como referencia los elementos anteriores, nos propusimos obtener los valores del electroretinograma realizado para nuestro laboratorio, de acuerdo con los métodos estandarizados internacionalmente.

MÉTODOS

El universo de trabajo estuvo constituido por 50 individuos sanos, de uno y otro sexos, cuyas edades fluctuaron entre 6 y 45 años, sin antecedentes de enfermedades oculares o sistémicas y sin defectos refractivos de más de 3 dioptrías tanto positivas como negativas. Los 50 sujetos que de forma voluntaria accedieron a realizarse este estudio fueron informados y se obtuvo su consentimiento de acuerdo con las normas de la declaración de Helsinki. Luego de realizar el examen oftalmológico para descartar patologías oculares, se les realizó el protocolo de pruebas planteado por la ISCEV en el año 2003.⁷ La metodología utilizada para realizar el ERG fue la siguiente:

- Se adaptaron los sujetos a la oscuridad durante 30 minutos como mínimo, previa dilatación de las pupilas, con fenilefrina (colirio) al 10 % y tropicamida (colirio) al 1 %, hasta obtener una midriasis máxima en AO.
- Luego de transcurrido el período de adaptación a la oscuridad se utilizó una lámpara con una luz roja débil, para la instalación de colirio anestésico y colocar los electrodos. Se utilizaron electrodos corneales tipo Henkes como positivos, los cuales se colocaron utilizando una solución de metilcelulosa al 0,5 % para evitar lesiones corneales y mejorar el contacto córnea-electrodo. Los electrodos de referencia y tierra fueron de superficies (Ag/AgCl), y se empleó para colocarlos pasta conductora Elefix de la Nihon Codeen. Estos fueron situados en el reborde orbitario externo del ojo correspondiente y el electrodo de tierra se colocó en el lóbulo de la oreja derecha, previa limpieza con pasta abrasiva Every de las zonas de contacto. Esta preparación permitió trabajar con niveles de impedancia por debajo de los 5 k Ω .
- A los 50 sujetos se les realizó en ambos ojos (100 ojos) las siguientes pruebas:
 - Respuesta de bastones
 - Respuesta combinada
 - Respuesta a alta intensidad (opcional)
 - Potenciales oscilatorios
 - Respuestas de conos
 - Respuesta de Flicker

Estas conforman las cinco respuestas básicas del electroretinograma y una opcional planteada por la ISCEV. Para obtener estas respuestas se utilizó el electroretinógrafo computadorizado Erev-2000 de la firma Lace Electrónica, de procedencia italiana, adquirido por la institución en el año 2001.

Una vez adaptado el sujeto a la oscuridad (30 minutos) y colocados los electrodos, se mantuvo por cinco minutos más en la oscuridad y se estimuló luego con un estimulador de cúpula (Ganzfeld), utilizando un flash blanco con una luminaria de 3 cd/m²/seg, atenuado con un filtro neutro de 2,4 ulog. Para obtener la respuesta de bastones realizamos tres promediaciones. Seguidamente se retiró el filtro neutro y con igual estímulo promediamos 8 respuestas para obtener la combinada de ambos sistemas de fotorreceptores (bastones y conos). A continuación se aumentó la luminancia del flash a 10 cd/m²/seg, y se realizaron tres promedios para obtener la respuesta opcional a estímulos de alta intensidad. Los potenciales oscilatorios se obtuvieron seguidamente utilizando el mismo flash estándar (3cd/m²/seg), pero con un filtro pasa alta de 80 Hz y pasa baja de 300 Hz, y se promediaron seis respuestas, en las que siempre se descartó la primera obtenida.

Posteriormente se adaptó el sujeto a la claridad durante 10 minutos, con una luz de fondo blanca de 25 cd/m². Seguidamente se estimuló con el mismo flash estándar, y se efectuaron dos promediaciones (respuesta de conos). Por último, se aumentó la frecuencia de estimulación a 30 Hz para obtener la respuesta de flicker. En todas las respuestas, excepto para los potenciales oscilatorios, los filtros de corte se colocaron entre 0,3 Hz y 300 Hz. El tiempo de análisis estuvo en 102 ms para todas las respuestas, excepto para la respuesta de bastones y el flicker, que fue de 204 ms.

Se midieron los tiempos implícitos y las amplitudes de los principales componentes de utilidad clínica del ERG, ondas "a" y "b", excepto en los potenciales oscilatorios, donde se midieron las amplitudes y tiempos implícitos de los componentes: O₁, O₂, O₃, O₄ y O₅. El flicker fue sometido a un análisis de Fourier, para transformar la señal del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias y se procedió a medir la amplitud y la fase del segundo armónico de la frecuencia fundamental. La colocación de los cursores para la medición de las ondas se puede observar en la figura. Cuando se obtuvieron ondas desdobladas se colocó el cursor en el punto máximo (en nuestro trabajo "a₁" para la onda "a" y "b₂" para la onda "b").

Luego del procesamiento estadístico se obtuvieron los valores de media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y los límites con un intervalo de confianza de un 95 % de las amplitudes y tiempos implícitos de las ondas del erg, para determinar los límites de este intervalo, se utilizó la mediana y no la media según lo recomendado por el comité de estandarización de la ISCEV.⁷

RESULTADOS

Se obtuvieron registros satisfactorios en los 100 ojos de los 50 sujetos sanos estudiados, de los cuales, 22 fueron del sexo femenino (44 %) y 28 del sexo masculino (56 %), cuyo rango de edades osciló entre 6 y 45 años. Se realizaron las cinco respuestas planteadas por la ISCEV para el ERG y una respuesta opcional. En este intervalo de edad los valores de amplitud y tiempo implícito de las ondas del ERG cambian poco, por lo que decidimos no dividirlos en grupos de edades, ni hacer correlaciones con la edad.

La primera respuesta luego de la adaptación a la oscuridad fue la de bastones (fig. 1A). En este caso el trazado electroretinográfico mostró una morfología simple; no se

observó onda "a" y la onda "b" fue de gran amplitud, lenta, sin la presencia de subcomponentes y más prolongada en tiempo implícito comparado con el resto de las respuestas (tabla 1). La amplitud de dicha onda se registró entre 128 y 380 μV (las diferencias interoculares se toleraron hasta 35 μV), con un tiempo implícito entre 72 y 89 ms (diferencias interoculares toleradas hasta 3 ms).

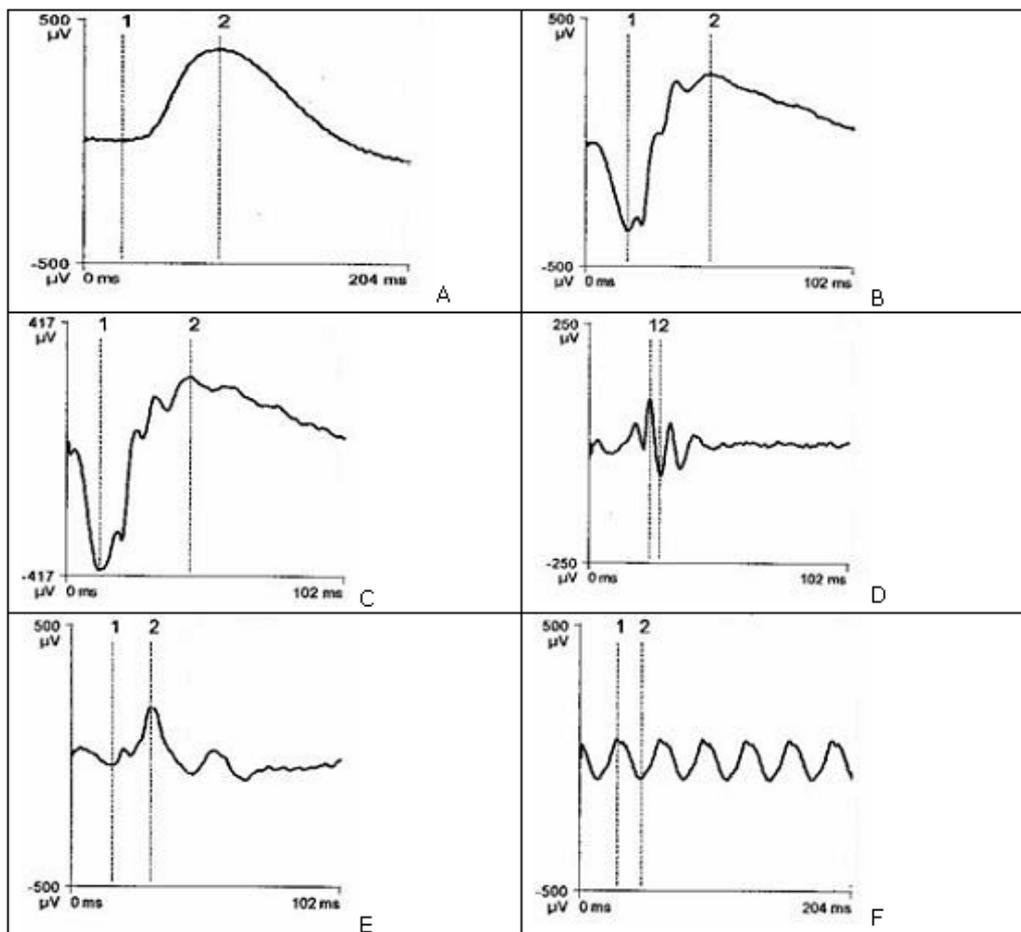


FIG. Gráficos registrados por el electroretinograma (ERG) en el laboratorio de electrodiagnóstico visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". **A:** Respuesta de bastones (no se registra onda "a" y la "b" es de gran amplitud y de morfología simple). **B:** Respuesta mixta o combinada estándar (desdoblamiento de las ondas "a" y "b" y la presencia de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **C:** Respuesta a alta intensidad (la onda "a" no está desdoblada, lo que permite una mejor medición de esta, y quedan los potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **D:** Potenciales oscilatorios (cinco componentes en el que O_2 es el de mayor amplitud). **E:** Respuesta de conos (las ondas "a" y "b" de menor amplitud comparado con las tres primeras respuestas de la fase escotópica del ERG, lo que se corresponde con una respuesta de conos cuya población es menor y una onda positiva "i" seguido de la onda "b", que puede ser un componente off). **F:** Respuesta de Flicker (una respuesta en estado estable).

Tabla 1. Valores de referencia para la respuesta de bastones

Valores de referencia	Amplitud "b" (μV)*	Tiempo implícito "b" (ms)**
Promedio	267	81
Mediana	254	80
Desviación estándar	63	4
Mínimo	184	71
Máximo	447	89
Intervalo de confianza***	128-380	72-89

* Microvoltios. ** Milisegundos. *** Intervalo para 95 % de confianza (mediana \pm 2 DS).

La respuesta combinada o mixta fue la segunda obtenida, luego de retirar el filtro neutro de 2,4 ulog y estimular con la misma luminancia ($3 \text{ cd/m}^2/\text{s}$), adaptado a la oscuridad. La morfología registrada fue más compleja, con las ondas "a" y "b" divididas en dos subcomponentes ("a₁", "a₂") para la onda "a". Se observaron esbozos de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b", que a su vez mostró dos subcomponentes: "b₁" y "b₂" (fig. 1B). Las ondas "a" y "b" mostraron gran amplitud y tiempos implícitos más cortos que en la respuesta anterior (tabla 2). Se registró una onda "a" con amplitudes entre 195 y 388 μV (diferencias interoculares hasta 39 μV) y entre los 13 y 16 ms (diferencias interoculares hasta de 1 ms). La onda "b" mostró una amplitud entre los 338 y 690 μV (diferencias interoculares hasta 47 μV), y se registraron entre los 31 y 35 ms (diferencias interoculares hasta 1 ms).

La respuesta a estímulos de alta intensidad se obtuvo seguida de la respuesta combinada estándar, donde al estimular con un flash de $10 \text{ cd/m}^2/\text{seg}$ se observó un trazado de morfología más simple que la respuesta anterior, sobre todo para la onda "a", la cual fue de mayor amplitud y sin subcomponentes (tabla 3). Se observó también la presencia de esbozos de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b" (fig. 1C). Las ondas "a" y "b" mostraron gran amplitud pero tiempos implícitos más cortos que en la respuesta anterior. Se registra una onda "a" con amplitud entre 316 y 478 μV (diferencias interoculares hasta 45 μV), entre los 11 y 15 ms (diferencias interoculares hasta 1 ms). La onda "b" mostró una amplitud entre los 546 y 847 μV (diferencias interoculares hasta 31 μV), y se registraron entre los 44 y 46 ms (diferencias interoculares hasta 31 ms).

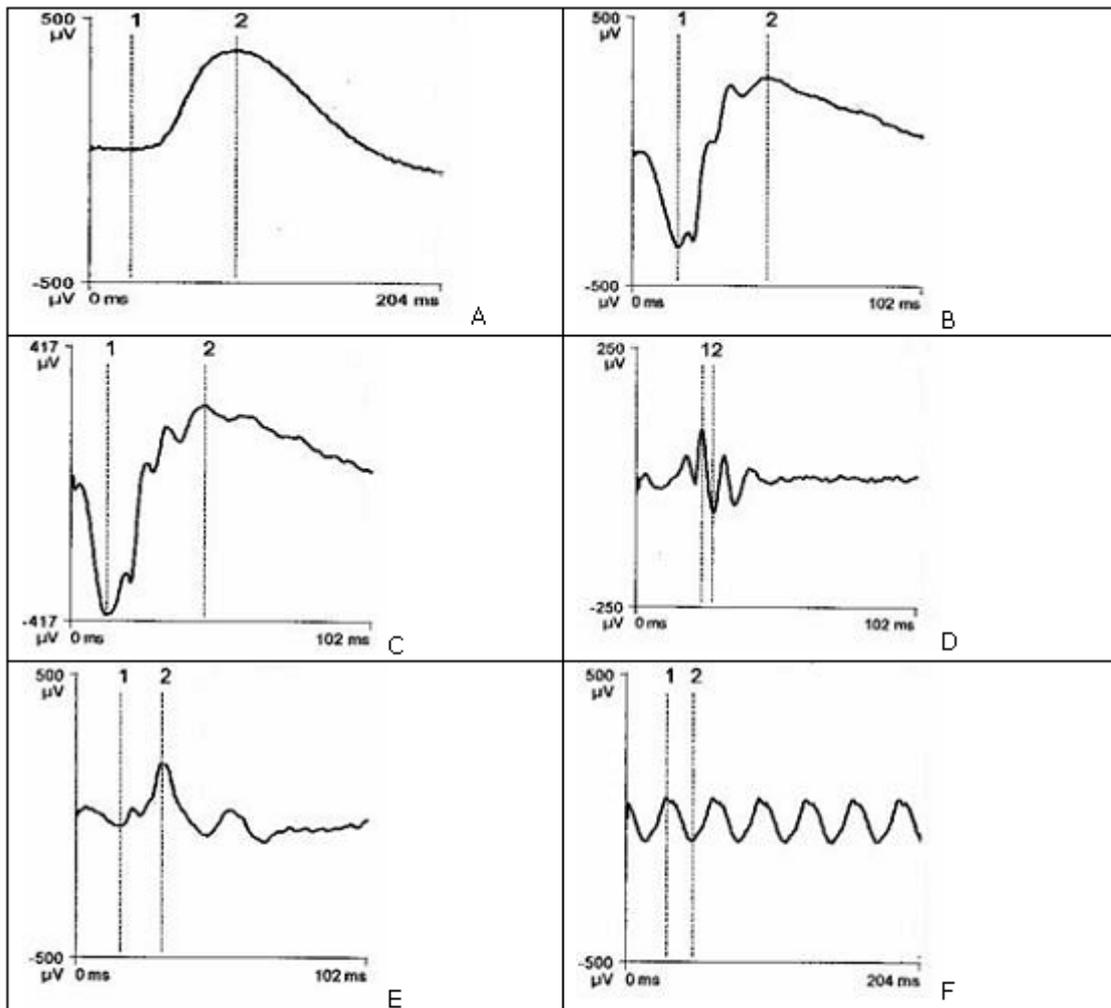


FIG. Gráficos registrados por el electroretinograma (ERG) en el laboratorio de electrodiagnóstico visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". **A:** Respuesta de bastones (no se registra onda "a" y la "b" es de gran amplitud y de morfología simple). **B:** Respuesta mixta o combinada estándar (desdoblamiento de las ondas "a" y "b" y la presencia de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **C:** Respuesta a alta intensidad (la onda "a" no está desdoblada, lo que permite una mejor medición de esta, y quedan los potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **D:** Potenciales oscilatorios (cinco componentes en el que O₂ es el de mayor amplitud). **E:** Respuesta de conos (las ondas "a" y "b" de menor amplitud comparado con las tres primeras respuestas de la fase escotópica del ERG, lo que se corresponde con una respuesta de conos cuya población es menor y una onda positiva "i" seguido de la onda "b", que puede ser un componente off). **F:** Respuesta de Flicker (una respuesta en estado estable).

Tabla 2. Valores de referencia de la respuesta mixta o combinada estándar

Valores de referencia	Amplitud "a" (μV)*	Tiempo implícito "a" (ms)**	Amplitud "b" (μV)*	Tiempo implícito "b" (ms)**
Promedio	292	15	520	32
Mediana	291	15	513	32
Desviación estándar	48	0.6	88	0.9
Máximo	442	16	719	34
Mínimo	220	14	358	31
Intervalo de confianza***	195-388	13-16	338-690	31-35

* Microvoltios. ** Milisegundos. *** Intervalo para 95 % de confianza (mediana \pm 2 DS).

Tabla 3. Valores de referencia de la respuesta a alta intensidad

Valores de Referencia	Amplitud "a" (μV)*	Tiempo implícito "a" (ms)**	Amplitud "b" (μV)	Tiempo implícito "b" (ms)	B/A
Promedio	386	14	686	45	2
Mediana	397	13	697	45	2
Desviación estándar	41	1	75	1	0
Máximo	433	15	817	46	2,2
Mínimo	331	12	582	44	1,6
Intervalo de confianza***	316-478	12-15	546-847	44-46	1,3-2,2

* Microvoltios. ** Milisegundos. *** Intervalo para 95 % de confianza (mediana \pm 2 DS).

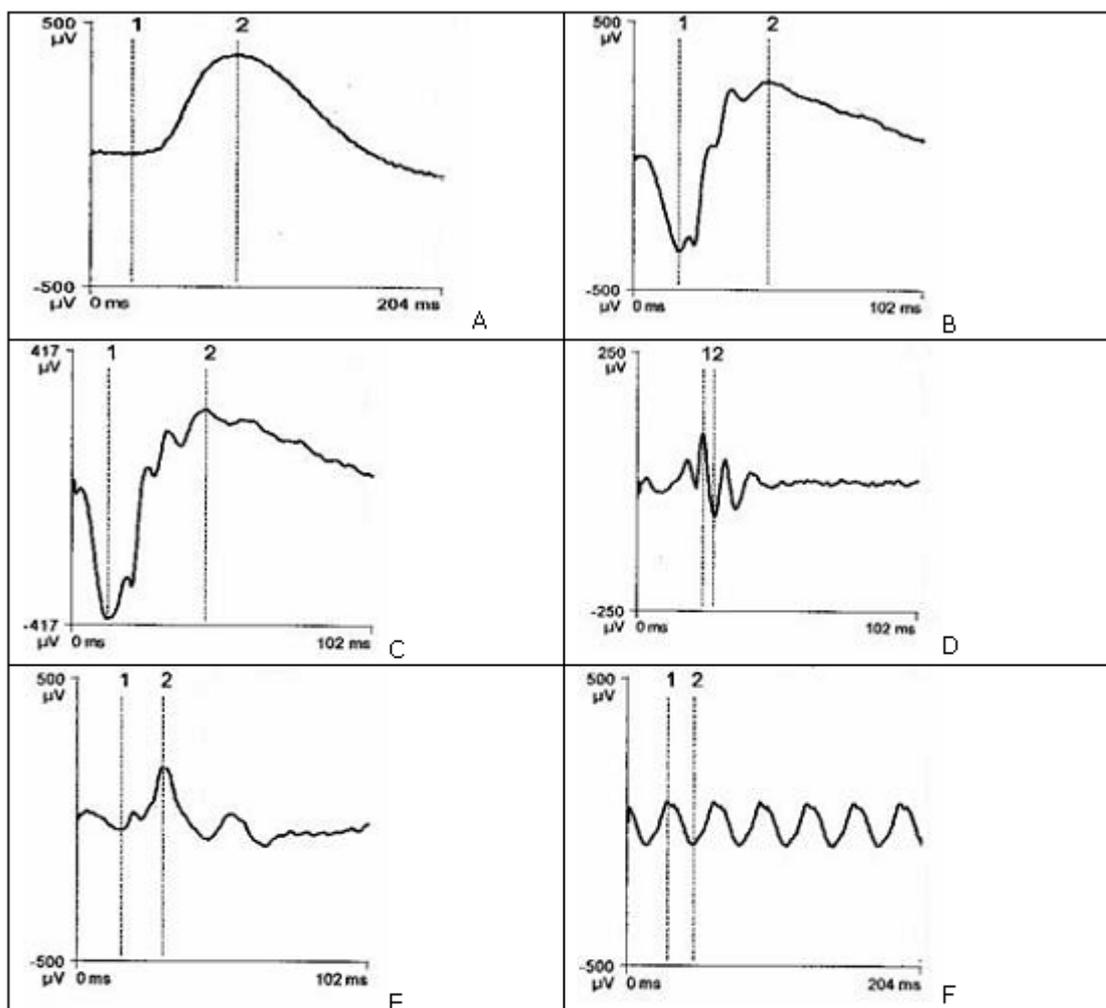


FIG. Gráficos registrados por el electroretinograma (ERG) en el laboratorio de electrodiagnóstico visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". **A:** Respuesta de bastones (no se registra onda "a" y la "b" es de gran amplitud y de morfología simple). **B:** Respuesta mixta o combinada estándar (desdoblamiento de las ondas "a" y "b" y la presencia de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **C:** Respuesta a alta intensidad (la onda "a" no está desdoblada, lo que permite una mejor medición de esta, y quedan los potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **D:** Potenciales oscilatorios (cinco componentes en el que O₂ es el de mayor amplitud). **E:** Respuesta de conos (las ondas "a" y "b" de menor amplitud comparado con las tres primeras respuestas de la fase escotópica del ERG, lo que se corresponde con una respuesta de conos cuya población es menor y una onda positiva "i" seguido de la onda "b", que puede ser un componente off). **F:** Respuesta de Flicker (una respuesta en estado estable).

En el registro de los potenciales oscilatorios (cuarta respuesta), se observaron entre 3 y 5 componentes (fig. 1D). Los componentes O₁ y O₂ fueron los de mayor amplitud, seguidos de O₃, O₄ y por último O₅, que fue de aparición algo inconstante. Sus amplitudes y tiempos implícitos pueden verse en la tabla 4.

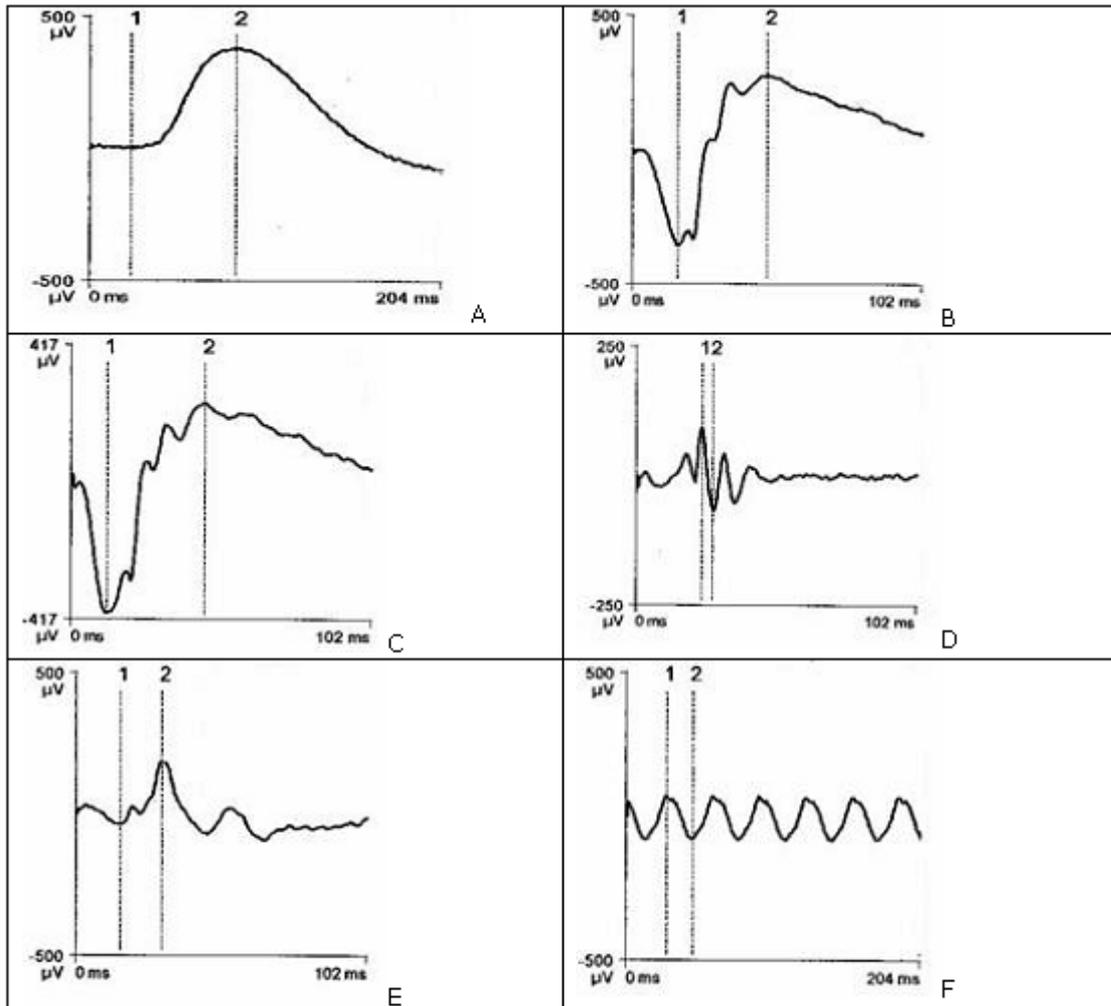


FIG. Gráficos registrados por el electroretinograma (ERG) en el laboratorio de electrodiagnóstico visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". **A:** Respuesta de bastones (no se registra onda "a" y la "b" es de gran amplitud y de morfología simple). **B:** Respuesta mixta o combinada estándar (desdoblamiento de las ondas "a" y "b" y la presencia de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **C:** Respuesta a alta intensidad (la onda "a" no está desdoblada, lo que permite una mejor medición de esta, y quedan los potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **D:** Potenciales oscilatorios (cinco componentes en el que O₂ es el de mayor amplitud). **E:** Respuesta de conos (las ondas "a" y "b" de menor amplitud comparado con las tres primeras respuestas de la fase escotópica del ERG, lo que se corresponde con una respuesta de conos cuya población es menor y una onda positiva "i" seguido de la onda "b", que puede ser un componente off). **F:** Respuesta de Flicker (una respuesta en estado estable).

Tabla 4. Valores de referencia de los potenciales oscilatorios

Valores de referencia	NoC	Amp. "O ₁ " (μV)*	T. imp. "O ₁ " (ms)**	Amp. "O ₂ " (μV)*	T. imp. "O ₂ " (ms)**	Amp. "O ₃ " (μV)*	T. imp. "O ₃ " (ms)**	Amp. "O ₄ " (μV)*	T. imp. "O ₄ " (ms)**	Amp. "O ₅ " (μV)*	T. imp. "O ₅ " (ms)**
Promedio	4	56	16	147	22	70	30	26	39	14	47
Mediana	4	54	16	141	22	74	30	26	39	14	48
Desviación estándar	0,7	14	0,7	35	0,7	23	1	9	1	8	1,5
Máximo	7	116	18	232	24	137	33	56	43	38	49
Mínimo	3	33	16	78	22	44	28	10	35	9	45

* Microvoltios. ** Milisegundos. *** Intervalo para 95 % de confianza (mediana ± 2 DS). Amp: amplitud. NoC: número de componentes. T. imp: tiempo implícito.

La respuesta de conos mostró ondas "a" y "b" de menor amplitud con respecto a la respuesta máxima y con tiempos implícitos más cortos. En la porción ascendente de la onda "b" se observaron de uno a dos potenciales oscilatorios, y seguido de la onda "b" se registraron las dos oscilaciones descritas como parte de la morfología de esta respuesta (fig. 1E). Las amplitudes de las ondas "a" y "b" fueron respectivamente de 43 a 92 μV (con diferencias interoculares hasta 26 μV) y de 146 a 332 μV (con diferencias interoculares hasta 51 μV) con tiempos implícitos entre 12 y 16 ms (diferencias interoculares hasta 1 ms) para "a" y 26 y 31 ms (diferencias interoculares hasta 1 ms) para "b" (tabla 5).

Tabla 5. Valores de referencia de la respuesta de conos

Valores de referencia	Amplitud "a" (μV)*	Tiempo implícito "a" (ms)**	Amplitud "b" (μV)	Tiempo implícito "b" (ms)
Promedio	69	14	242	29
Mediana	68	14	239	29
Desviación estándar	12	1	46	1
Máximo	94	16	364	32
Mínimo	43	12	150	26
Intervalo de confianza***	43-92	12-16	146-332	26-31

* Microvoltios. ** Milisegundos. *** Intervalo para 95 % de confianza (mediana ± 2 DS).

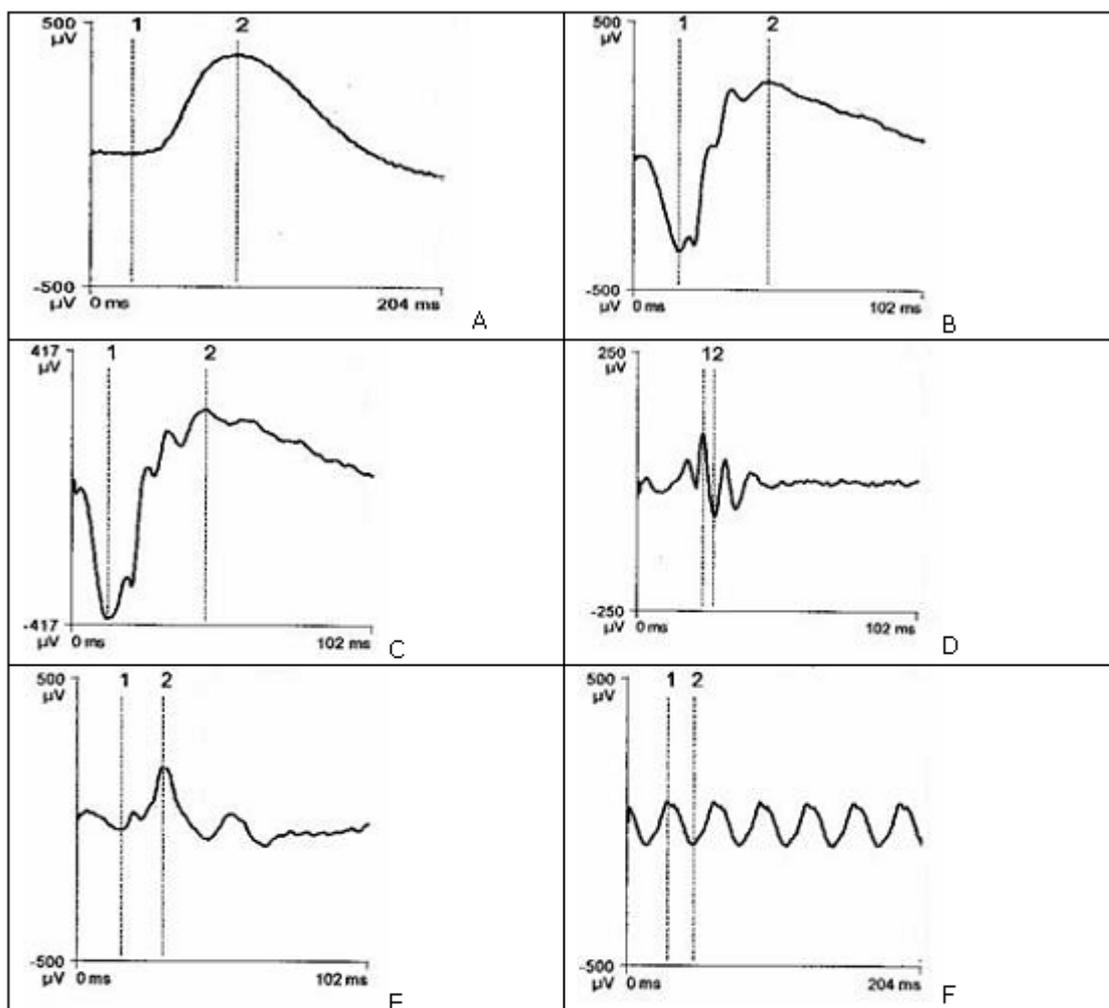


FIG. Gráficos registrados por el electroretinograma (ERG) en el laboratorio de electrodiagnóstico visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". **A:** Respuesta de bastones (no se registra onda "a" y la "b" es de gran amplitud y de morfología simple). **B:** Respuesta mixta o combinada estándar (desdoblamiento de las ondas "a" y "b" y la presencia de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **C:** Respuesta a alta intensidad (la onda "a" no está desdoblada, lo que permite una mejor medición de esta, y quedan los potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **D:** Potenciales oscilatorios (cinco componentes en el que O_2 es el de mayor amplitud). **E:** Respuesta de conos (las ondas "a" y "b" de menor amplitud comparado con las tres primeras respuestas de la fase escotópica del ERG, lo que se corresponde con una respuesta de conos cuya población es menor y una onda positiva "i" seguido de la onda "b", que puede ser un componente off). **F:** Respuesta de Flicker (una respuesta en estado estable).

En la respuesta a la estimulación rápida y repetitiva (Flicker) se utilizó la transformada rápida de Fourier para descomponer la señal en todas las señales sinusoidales que la componen (fig. 1F) y se observó que la amplitud (energía) del segundo armónico se encontró entre 2,6 y 10,9 μV (tabla 6).

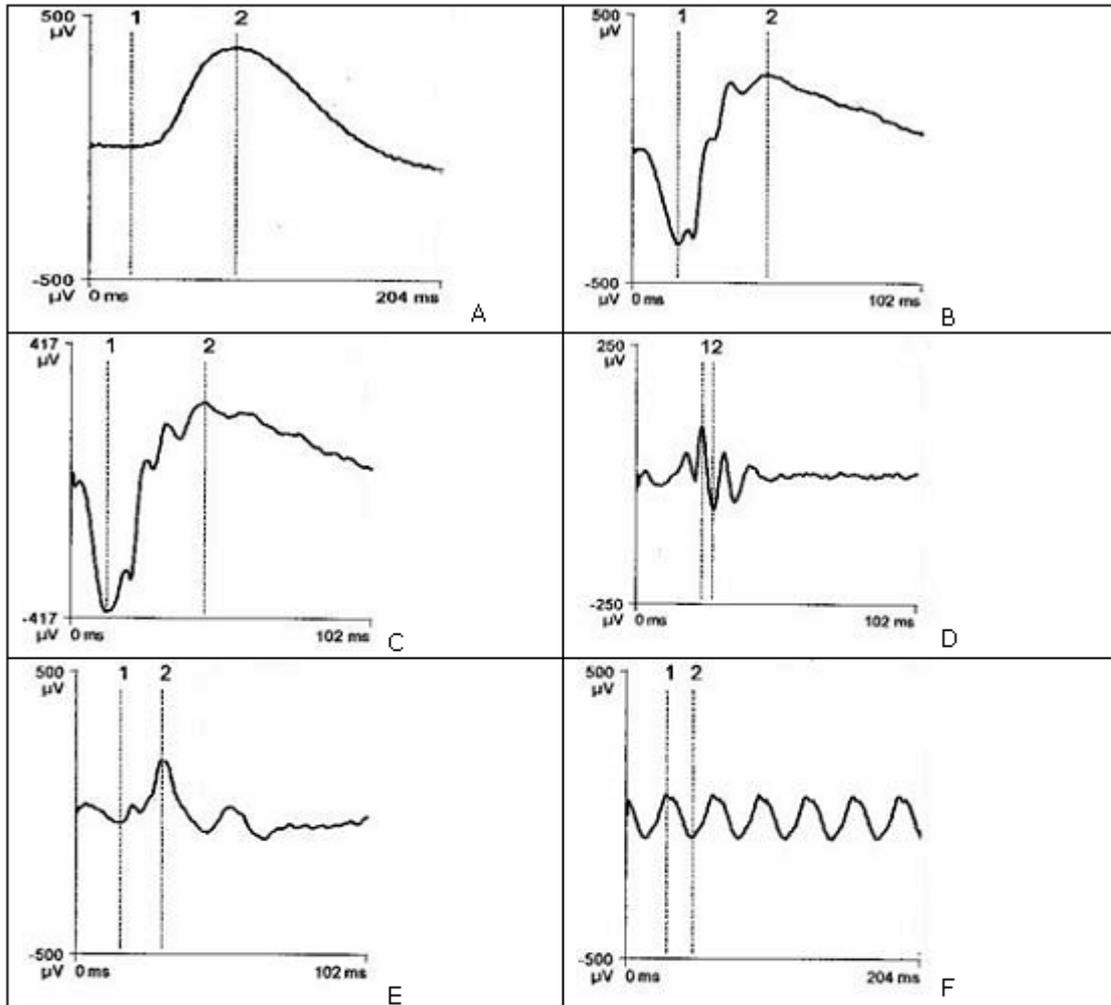


FIG. Gráficos registrados por el electroretinograma (ERG) en el laboratorio de electrodiagnóstico visual del Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Camilo Cienfuegos". **A:** Respuesta de bastones (no se registra onda "a" y la "b" es de gran amplitud y de morfología simple). **B:** Respuesta mixta o combinada estándar (desdoblamiento de las ondas "a" y "b" y la presencia de potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **C:** Respuesta a alta intensidad (la onda "a" no está desdoblada, lo que permite una mejor medición de esta, y quedan los potenciales oscilatorios en la rama ascendente de la onda "b"). **D:** Potenciales oscilatorios (cinco componentes en el que O₂ es el de mayor amplitud). **E:** Respuesta de conos (las ondas "a" y "b" de menor amplitud comparado con las tres primeras respuestas de la fase escotópica del ERG, lo que se corresponde con una respuesta de conos cuya población es menor y una onda positiva "i" seguido de la onda "b", que puede ser un componente off). **F:** Respuesta de Flicker (una respuesta en estado estable).

Tabla 6. Valores de referencia de la respuesta de flicker

Valores de referencia	Amplitud P2 (μV)*	Tiempo implícito P2 (ms)**	Fase 2do. harm (ms)	Energía 2do. harm (μv)
Promedio	130	58	2,34	6,7
Mediana	136	58	5	7
Desviación estándar	26	1	3.22	2
Máximo	179	60	5	11
Mínimo	80	56	2	2
Intervalo de confianza***	84-187	55-60	4,1- 8,7	2,6-10,9

* Microvoltios. ** Milisegundos. *** Intervalo para 95 % de confianza (mediana \pm 2 DS). Harm: harmónico.

DISCUSIÓN

Las metodologías de registro del electroretinograma, estandarizadas por la Sociedad Internacional para la Electrofisiología Clínica de la Visión, permiten obtener respuestas homogéneas y similares que pueden ser comparadas con las obtenidas por otros laboratorios en el mundo, y son una referencia para el trabajo y la creación de los valores normativos de los laboratorios de electrofisiología visual de cada institución,

independientemente de que podamos montar técnicas que no estén todavía estandarizadas, de acuerdo con los objetivos de nuestro trabajo asistencial en la práctica clínica oftalmológica.

La primera respuesta obtenida, la de bastones, mostró una morfología similar a la planteada por la ISCEV. No se observó onda "a" y la onda "b" fue de morfología simple sin potenciales oscilatorios superpuestos en su porción ascendente, de gran amplitud (fig. 1A), y más lenta en tiempo comparado con las ondas "b" en el resto de las respuestas sucesivas. Esto revela que la estimulación y la adaptación a la oscuridad fue correcta, lo que garantiza una respuesta adecuada del sistema de bastones.⁷

La segunda respuesta, la combinada, mostró una morfología más compleja con una onda "a" y "b" de gran amplitud y tiempos más cortos comparados con la respuesta de bastones. Se observó también la presencia de subcomponentes en ambas ondas "a₁" y "a₂" en la onda "a", y "b₁" y "b₂" en la onda "b", lo cual guarda semejanza con la morfología planteada por la ISCEV. Esta morfología suele obtenerse al estimular con el flash estándar luego de adaptar a la oscuridad durante 30 minutos, donde ambos sistemas de conos y bastones responden combinadamente, aunque con dominancia del sistema de bastones, lo cual produce ondas de gran amplitud por la gran contribución de los bastones.³

La realización de la tercera respuesta a estímulos de alta intensidad (10 cd/m²/seg) nos permitió obtener un ERG con una onda "a" de configuración monofásica y negativa más clara y fácil de medir, lo cual se corresponde con lo obtenido por otros autores.⁹⁻¹¹

Los potenciales oscilatorios fueron la cuarta y última respuesta de la fase escotópica de nuestro ERG. Aquí se observaron de 3 a 5 componentes de alta frecuencia y baja amplitud, donde el componente O₂ fue el de más amplitud, lo que muestra que el corte realizado a 80 Hz con el filtro de paso superior del amplificador fue adecuado al eliminar componentes de baja frecuencia, como las ondas "a" y "b", y quedaron individualizados los potenciales oscilatorios para su mejor medición.

La respuesta de conos fue la primera de la fase fotópica del ERG, donde se observaron ondas "a" y "b" de menor amplitud y tiempos implícitos cortos comparado con el resto de las respuestas anteriores, lo cual se explica por qué la población de conos (6 a 7 000 000) es menor en la retina que la de bastones (110 a 125,000, 000). Se observó una pequeña onda positiva seguida de la onda "b" (onda "i") que puede representar un componente off.⁹ Esta morfología fue muy semejante a la planteada en el esquema del comité de estandarización de la ISCEV, lo que indica que la metodología empleada fue correcta.

La última respuesta, el flicker, mostró también una morfología similar al esquema planteado por el comité de estandarización de la ISCEV, donde se observó un estado estable, dada la alta frecuencia de estimulación (30 Hz), y nos permitió medir la función de los conos foveales, ya que solo ellos responden a este nivel de frecuencias.¹²

En todas las respuestas la morfología, los valores de referencia de tiempos implícitos y la amplitud de las ondas son semejantes a lo obtenido por otros autores,³ por lo que se concluye que es correcta la metodología planteada por la ISCEV (2003) para la obtención de los valores de referencia indicados para nuestro laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Heckenlively JR, Arden GB. Principles and Practice of Clinical Electrophysiology of Vision. Mosby Year Book. 1991.
2. Santiesteban R, Francisco M. Electrorretinografía. Instituto de Neurología y Neurocirugía de Cuba. Subdirección de docencia. Material docente No. 9. 1986: 1-2.
3. Fishman GA, Bich DG, Holder GE. The electroretinogram. Electrophysiologic Testing in disorders of retina, optic nerve and visual pathway. Ophthalmology monographs 2 of American Academy of Ophthalmology. 2001. p. 1-120.
4. Eguías F, Ríos M, Capote A. Manual de diagnóstico y tratamiento en oftalmología. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2009. p. 634-57.
5. Marmor MF, Arden GB, Nilsson SE, Zrenner E. Standard for clinical electroretinography. Arch Ophthalmol. 1989;107:816-9 [citado: 12 de junio de 2007]. Disponible en: <http://hinari-gw.who.int/whalecomarchophth.ama-assn.org/whalecom0/cgi/reprint/107/6/816>

6. Marmor MF, Zrenner E. Standard for Clinical Electroretinography. Doc Ophthalmologica. 1999; 97:143-56 [citado: 20 de abril de 2011]. Disponible en: <http://hinari-gw.who.int/whalecomwww.springerlink.com/whalecom0/content/w2t56570w3505672/fulltext.pdf>
7. Marmor MF, Holder GE, Seeliger MW, Yamamoto S. Standard for clinical electroretinography. Doc Ophthalmologica. 2004 [citado: 20 de abril de 2011]; 108(2):107-4. Disponible en: <http://springerlink3.metapress.com/content/h8t2011712687301/resource-secured/?target=fulltext.pdf>
8. Marmor MF, Fulton AB, Holder GE, Miyake Y, Brigell M, Bach M. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography. Doc Ophthalmologica. 2009; 118(1):69-7 [citado: 20 de abril de 2011]. Disponible en: http://www.iscev.org/standards/pdfs/ERG_standard_2008.pdf
9. Miyake Y. Electrodiagnosis of retinal diseases. Tokyo: Springer. 2006. p. 2-42.
10. Marmor MF, Serrato A, Tzekov R. Comparison of conventional ERG parameters and high-intensity a-wave analysis in a clinical setting. Doc Ophthalmologica. 2003; 106:2817 [citado: 20 de abril de 2011]. Disponible en: <http://hinari-gw.who.int/whalecomwww.springerlink.com/whalecom0/content/l31341530132j210/fulltext.pdf>
11. Mira M, Lorella C, Michael F. Marmor: utility in clinical practice of standard vs. high-intensity ERG a-waves. Doc Ophthalmologica. 2006; 113:145-53 [citado: 20 de abril de 2011]. Disponible en: <http://hinari-gw.who.int/whalecomwww.springerlink.com/whalecom0/content/en1r0x123h15284i/fulltext.pdf>
12. Santiesteban Freixas R, et al. Oftalmol Pediátr. La Habana: ECIMED; 2010. p. 193-202.

Recibido: 10 de noviembre de 2010.

Aprobado: 20 de diciembre de 2010.

Dr. *Alberto Barrientos Castaño*. Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria "Clínica Camilo Cienfuegos". Calle L No. 151 Esq a 13, Vedado, Plaza. La Habana, Cuba.
Email: albertob@infomed.sld.cu