

Instituto de Neurología y Neurocirugía

Electrorretinograma. Valores normales con diferentes protocolos de estudio

Téc. Rosaralis Paneca Santiesteban,¹ Dra. Marta Francisco Plasencia,² Dra. Rosaralis Santiesteban Freixas,³ Dra. Magdalena Carrero Salgado⁴ y Dr. Carlos E. Mendoza Santiesteban⁴

Resumen

En 7 investigaciones por separado se llevó a cabo, el registro, la observación y comparación de los valores normales de frecuencia macular, amplitud y latencia de las ondas A y B del electroretinograma, por cada ojo, obtenidos con diferentes electrodos, equipos y protocolos para registrarlo, usados durante los años 1977 hasta el 2000 en el laboratorio de Electrofisiología de la Visión del Instituto de Neurología y Neurocirugía. Se incluyó la metodología del electroretinograma más recientemente utilizada, según las normas internacionales sobre el electroretinograma estandarizado de la Sociedad Internacional para la Electrofisiología de la Visión, que fue el único protocolo de este trabajo en que se incluyó midriasis y preadaptación a la oscuridad o a la luz. Los valores de amplitud, latencia y réplica macular de cada uno de esos protocolos se exponen y se comparan entre sí los de similar protocolo. Además, se presentan las curvas y valores del electroretinograma estandarizado según las normas de la sociedad antes referida.

Palabras clave: Electroretinograma, electrodos para electroretinograma, valores normales del electroretinograma.

Un tejido vivo al ser estimulado responde por lo regular con variaciones en su composición iónica provocando cambios locales de corriente. Este es el caso del electroretinograma (ERG) que no es más que una suma de biopotenciales provocados en la retina por un estímulo luminoso. *Holmgren*, en 1865, describió el cambio que se producía en el potencial de reposo del ojo por la acción de la luz. En Edimburgo, en 1873, *Dewar* y *McKendrick* descubrieron este mismo fenómeno sin tener conocimiento de los trabajos de *Holmgren*. Desde entonces mucho se ha adelantado en el estudio de este biopotencial y actualmente normas internacionales rigen su registro. En Cuba se comenzó a practicar después de la asesoría técnica de la soviética, Dra. *Angélica Shamshinova*, miembro de la Sociedad Internacional para la Electrofisiología Clínica de la Visión (ISCEV).¹

El ERG es reflejo del estado funcional de capas medias y externas de la retina y su alteración suele ser debida a daño funcional o histológico de esa estructura, por lo que es muy útil en el estudio de las enfermedades que la afectan. Del ERG se describen dos respuestas fundamentales; las ondas A y B que aparecen en el orden de 15 a 80 ms y reflejan la actividad funcional de capas externas y medias de

retina. Existen otras ondas del ERG como la onda C generada en el epitelio pigmentario de la retina en el orden de los 1 a 3 s y respuestas específicas de determinado grupo de fotorreceptores, como el de conos S. Aún se siguen describiendo nuevas respuestas específicas pertenecientes a estructuras retinianas por separado, lo que hace de este estudio un rico ejemplo de cómo explorar su actividad fisiológica en detalle.

Los valores de amplitud, dada en microvolt, la latencia en milisegundos y el centelleo macular son los parámetros que más se estudian en este biopotencial, aunque análisis en el dominio de energía y frecuencia y mediante la transformada de *Fourier* es lo más reciente para valorar el estado funcional retinal.

Los valores del ERG pueden cambiar según la metodología de registro y parámetros del equipo que se use, ejemplo preadaptación a la luz o la oscuridad, intensidad y tipo de fotoestimulador y electrodo, parámetros de registro, entre otros. Para establecer el estado de anormalidad del ERG hay que hacer comparaciones con los valores en sujetos sanos, según edad, ya que prácticamente no hay variaciones con el sexo, como si se ha evidenciado en otros biopotenciales.

En este trabajo se muestran los cambios de los valores de amplitud y latencia que ocurren al utilizar diferentes electrodos, formas de estimulación y protocolos de estudio. Se insiste en la distinta morfología que puede adoptar el ERG y los cambios en los valores de sus ondas en sujetos normales al variar la forma de registro, y sobre todo la forma de fotoestimulación, lo que ha de ser tenido en consideración con una adecuada observancia, para evitar errores de interpretación.

Métodos

En 7 investigaciones por separado se llevó a cabo, el registro, la observación y comparación de los valores normales de frecuencia macular, amplitud y latencia de las ondas A y B del ERG, por cada ojo, obtenidos con diferentes electrodos, equipos y protocolos para registrarlo, usados durante los años 1977-2000 en el laboratorio de Electrofisiología de la visión del Instituto de Neurología y Neurocirugía (INN).²⁻⁴ Se incluyó la metodología de ERG más recientemente utilizada, según las normas internacionales sobre el ERG estandarizado de la ISCEV,⁵⁻⁷ que fue el único protocolo de este trabajo en que se incluyó midriasis y preadaptación a la oscuridad o a la luz.

En la investigación 1, 2 y 3 fue registrado en el ERG a sujetos sanos de diferentes grupos de edad y examen oftalmológico normal con electroencefalógrafo *Nihon Kohden* y estimulador de luz blanca de 0,9 J. De esta forma se estudiaron 50 sujetos sanos en la investigación 1 con electrodo tipo *Work shop*; se compararon valores en ojos por separados y de acuerdo con los grupos de edades, comprendidos entre 20 y 50 años.

En la investigación 2, con 30 casos, se usó este mismo tipo de electrodo corneal y en la investigación 3, con el mismo número de casos y otro tipo de electrodo de superficie oscura, marca *Handaya*, manteniendo el resto del protocolo de estudio igual.

Los parámetros de registro y las variables analizadas pueden verse en el material y método de los trabajos citados.²⁻⁴ Edad y sexo fue tenido en consideración para el análisis, así como valores inter ojo.

En la investigación 4 se registró el ERG y los potenciales oscilatorios (PO), a un grupo de 30 sujetos sanos, con electrodo y equipo *Handaya*, estímulos de 5 y 20 J y filtros de 300 y 3 Hz. Esta misma investigación se repitió a 30 sujetos más; en la investigación 5, 8 años después, al cambiar la bombilla de la lámpara del fotoestimulador y manteniendo el mismo protocolo de estudio, excepto que las promediaciones, se bajaron a 4 en la investigación 5.

La sexta investigación estuvo constituida por 40 sujetos a los cuales se le realizó el ERG mesópico con equipo *Neurónica O2*, sin midriasis ni preadaptación y 2 J de potencia del fotoestimulador de luz blanca a campo completo.⁴

La séptima de las investigaciones fue llevada a cabo con el protocolo que en la actualidad tiene normada la ISCEV, en la que recoge en un primer paso del ERG, la respuesta de bastones; en pasos sucesivos la respuesta global de la retina, conos y bastones: seguidamente los potenciales oscilatorios; la respuesta de los conos y el flicker macular. Adicionalmente se registró la onda C después de los PO y la respuesta de conos S, al finalizar los registros. Este protocolo tiene un tiempo aproximado para su ejecución de 1,30 h y consta de 12 pasos con 7 registros y el siguiente protocolo.⁷

1. Preparación del paciente.
2. Dilatación pupilar máxima: es necesaria para lograr una estimulación sobre la mayor área de retina posible.
3. Adaptación a la oscuridad: se recomienda sea entre 20 y 30 min.
4. Anestesia conjuntival: antes de la colocación del electrodo se procede a aplicar anestesia conjuntival, usando colirio de tetracaína al 0,1 %, una gota en cada ojo.
5. Colocación del electrodo: la colocación del electrodo de registro debe realizarse al final de este período para evitar irritación conjuntival. La colocación del electrodo se realiza bajo luz roja tenue y se espera 5 min antes de comenzar a registrar. Esto garantiza una respuesta óptima del sistema de bastones.
6. ERG escotópico (respuesta de bastones): se realizan 8 promediaciones de la respuesta obtenida con un flash atenuado 2,5 unidades logarítmicas por debajo del valor del *flash* estándar (FS) a intervalos no menores de 2 s.
7. ERG mesópico (respuesta máxima combinada): se promedian 8 señales obtenidas como respuesta al FS en el ojo preadaptado a la oscuridad con un intervalo interestímulo no menor de 10 s.
8. Potenciales oscilatorios: se obtienen inmediatamente como respuesta al mismo FS, pero usando un filtraje que deja una banda pasante comprendida entre los 100 y 300 Hz. La primera respuesta no se promedia y luego se promedian 8.
9. ERG con onda C: se realiza después de este paso con los mismos parámetros del ERG convencional pero con un tiempo de análisis de 1 500 ms. se promedian 16 respuestas con un intervalo interestímulo no menor de 1 Hz.
10. Preadaptación a la claridad: se realiza por al menos 10 min con una iluminación en el background

de alrededor de 25 cd/m².

- 11. ERG fotópico (respuesta de conos): se obtiene como respuesta al FS en el ojo pre adaptado a la claridad. Debe usarse el menor número de promediaciones posibles a intervalos no menores de 0,5 s.
- 12. Flicker macular: se presenta un flicker del FS a 30 Hz y se promedian 150 señales en lo que se denomina estado estable del ERG. El potencial así obtenido debe ser analizado en el dominio de la frecuencia analizando la energía y el corrimiento de fase del segundo armónico.
- 13. ERG de conos S: se realiza estimulando con el FS en la retina pre adaptada a la claridad e interponiendo un filtro de longitud de onda corta. Se promedian 16 señales filtradas entre 0,5 y 300 Hz.

Los valores mostrados en las tablas responden al valor de ambos ojos, promediados.

Un análisis de algunas de estas investigaciones fueron presentadas en 1998 por *Paneca R* y otros en un trabajo que reunió varios tipos de estos registros de ERG.

Resultados

En ninguna de las investigaciones el estudio de la réplica de la frecuencia macular estuvo por debajo de 33 Hz. Los valores de amplitud y latencia de las ondas A y B del ERG de las 6 investigaciones mesópicas y del ERG estandarizado se exponen a continuación.

En la tabla 1 se exponen los valores normales en amplitud y latencia del ERG en la investigación 1, con encefalógrafo y electrodo *work shop*.

Tabla 1. Valores normales en amplitud y latencia del electroretinograma en la investigación 1

Electrorretinograma	Amplitud onda A microvolts	Amplitud onda B microvolts	Latencia A milisegundos	Latencia B milisegundos	Frecuencia macular	n
Ojo derecho	62	320	17,2	50,4	33 Hz	50
Ojo izquierdo	63	341 *	17,1	50,8	33 Hz	50

La tabla 2 representa los valores normales de amplitud y latencia del ERG con electroencefalógrafo y diferentes electrodos corneales. Investigaciones 2 con *work shop* y 3 con *Handaya*.

Tabla 2. Valores normales de amplitud y latencia del electroretinograma en las investigaciones 2 y 3

Tipo de electrodo	<i>Work shop</i> Investigación 2	<i>Work shop</i> Investigación 2	<i>Handaya</i> Investigación 3	<i>Handaya</i> Investigación 3

Amplitud	Onda A	Onda B	Onda A	Onda B
Ojo derecho	67,5	337,5	32,5	282,5
Ojo izquierdo	67,5	370*	32,50	283,5
Latencia A y B	Onda A	Onda B	Onda A	Onda B
Ojo derecho	16,6	50,63	16,6	52,2
Ojo izquierdo	16,6	49,8	16,6	53,1

En la tabla 3 se aprecian los valores normales del ERG en equipo y electrodo *Handaya* y 5 J, en 2 períodos diferentes. Investigaciones 4 y 5. Medias y desviación estándar

Tabla 3. Valores normales del electroretinograma en equipo y electrodo *Handaya* y 5 J, en 2 períodos en las investigaciones 4 y 5

Ondas del electroretinograma	Investigación 4	Desviación estándar	Investigación 5	Desviación estándar
Amplitud A1	241	64	279	45
Amplitud A2	219	57	245	41
Latencia A1	21,5	1,3	21,5	1,3
Latencia A2	27,5	1,47	27,9	1
Amplitud B1	387	84	413	48
Amplitud B2	407	85,5	416	59
Latencia B1	38,8	2,8	43,2	1,5
Latencia B2	47,2	2,9	51,8	2,4

En la tabla 4 se muestran los valores normales de latencia y amplitud del ERG mesópico con equipo *Neuronica 02*. Investigación 6, medias y desviación estándar

Tabla 4. Latencia y amplitud del electroretinograma mesópico con equipo *Neuronica 02*

Electrorretinograma	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Amplitud A1	225,7	48,5	105,6	370
Amplitud A2	276,4	73,8	152,8	398,3
Latencia A1	18,58	0,59	17,50	20

Latencia A2	23,48	0,74	22	25
Amplitud B1	415,9	61,5	264	557
Amplitud B2	441,2	62,1	278	567
Latencia B1	40,4	1,1	37	48
Latencia B2	46	2,90	41	54

En la tabla 5 se observan los valores descriptivos y rangos de normalidad de los ERG escotopico y mesópico con el protocolo de la estandarización de la ISCEV (figs. 1, 2 y 3).

Tabla 5. Valores descriptivos y rangos de normalidad del electroretinograma escotópico y mesópico y el electroretinograma escotópico

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Intervalo confianza para 99 %
Latencia onda B	88,2	6,3	81,2	96,9	69,3<n<107,1
Amplitud onda B	268	38,5	194,7	360,6	152,4<n<383,5
Electrorretinograma mesópico					
Latencia onda A1	18,2	0,7	17,4	19,2	16,1<n<20,3
Amplitud onda A1	156	29,3	77,3	221,9	68,1<n<243,4
Latencia onda A2	24,1	1,1	22,9	25,2	21<n<27,4
Amplitud onda A2	289,7	26,7	236,3	324,6	209,6<n<369,8
Latencia onda B1	44,3	3,7	37,5	53,9	33,2<n<55,4
Amplitud onda B1	313	39,7	247	370	193,4<n<432,1
Latencia onda B2	48,9	3,1	44,7	55,0	39,6<n<58,2
Amplitud onda B2	393,2	53,7	330	504	232,1<n<554

Nota: Valores de latencia expresados en ms y valores de amplitud expresados en (v).

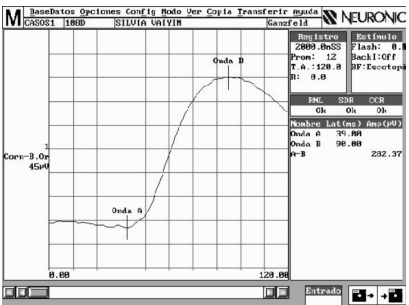


Fig. 1. Electrorretinograma escotópico.

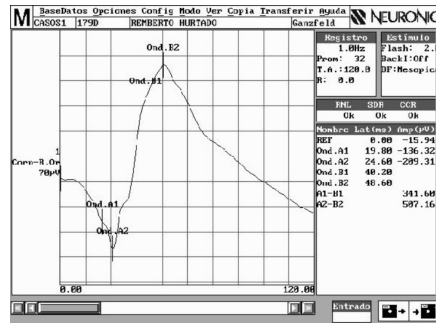


Fig. 2. Electrorretinograma mesópico.

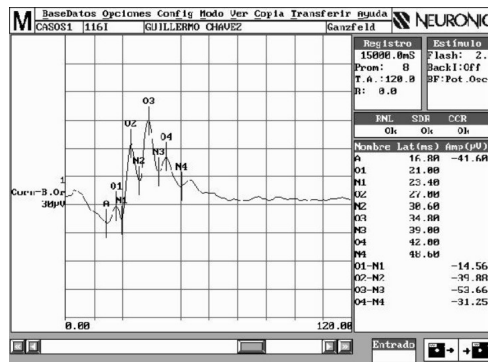


Fig. 3. Electrorretinograma escotópico.

Los valores descriptivos y rangos de normalidad de los potenciales oscilatorios y del ERG con onda C con el protocolo de la estandarización de la ISCEV se presenta en la tabla 6 y en la figura 4.

Tabla 6. valores descriptivos y rangos de normalidad de los potenciales oscilatorios y del electroretinograma con onda C

Potenciales oscilatorios	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Intervalo de confianza para el 99 %
Latencia onda O1	20,1	0,5	19,2	21,0	17,7<n<21,6
Amplitud onda O1	23,8	2,3	19,3	29,4	12,4<n<36,3
Latencia onda O2	26,2	0,4	25,5	27,1	25<n<27,4
Amplitud onda O2	23,9	4,1	19,1	39,9	11,6<n<36,2
Latencia onda O3	33,6	0,7	31,9	34,2	31,5<n<35,7
Amplitud onda O3	37,8	3,7	30,9	54	26,7<n<48,9
Latencia onda O4	40,2	0,5	38,4	42,5	38,7<n<41,7

Amplitud onda O4	27,1	3,1	22,1	36,3	17,8<n<36,4
Electrorretinograma					
Latencia onda C	667,5	54,9	584,6	787,5	502,8<n<951,7
Amplitud onda C	567,5	60,7	480,6	718,9	385,4<n<749,6

Nota: Valores de latencia expresados en ms y valores de amplitud expresados en (v).

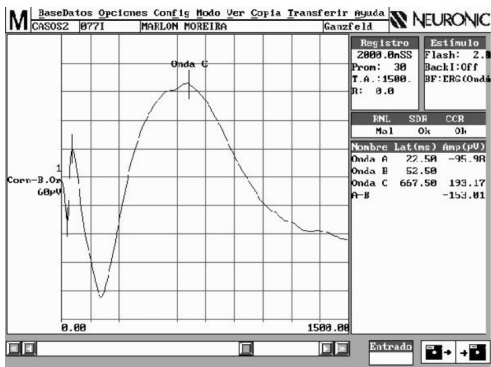


Fig. 4. Electrorretinograma con onda C.

La tablas 7 y 8 representan los valores descriptivos y rangos de normalidad del ERG fotopico (figs. 5 y 6) y de la energía del segundo armónico de la señal del *flicker* macular visto en un espectro de frecuencias con el protocolo de la estandarización de la ISCEV (fig. 7).

Tabla 7. Valores descriptivos y rangos de normalidad del electroretinograma fotopico

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Intervalo de confianza para el 99 %
Latencia onda A	18,1	0,6	17,4	19,8	16,3<n<19,9
Amplitud onda A	93,3	7,5	78,4	116,3	70,8<n<115,8
Latencia onda B	35,8	1,4	31,3	39	31,6<n<40
Amplitud onda B	109,7	8,7	88,4	123,9	62,3<n<135,8

Nota: Valores de latencia expresados en ms y valores de amplitud expresados en (v).

Tabla 8. Valores descriptivos y rangos de normalidad de la energía del segundo armónico de la señal del flicker macular

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Intervalo de confianza para el 99 %
Energía del segundo armónico a 66 Hz	1454,3	146,7	81,2	96,9	1014,2<n<1894,4

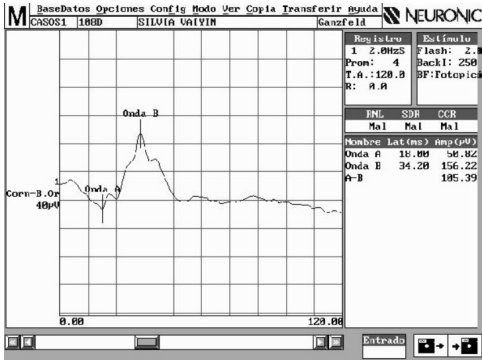


Fig. 5. Electrorretinograma fotopico.

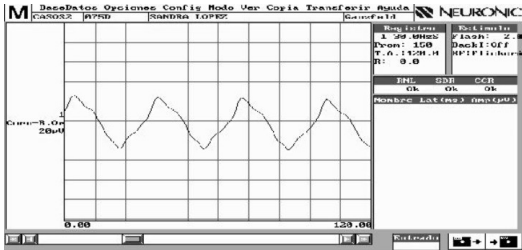


Fig. 6. Electrorretinograma fotopico.

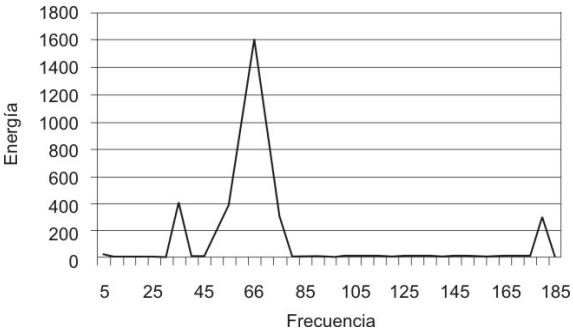


Fig. 7. Frecuencias con el protocolo de la estandarización.

Los valores descriptivos y rangos de normalidad del ERG de conos S se muestran en la tabla 9 y en la figura 8.

Tabla 9. Valores descriptivos y rangos de normalidad del electroretinograma de conos S

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Intervalo de confianza para el 99 %
Latencia onda S	39,6	1,9	35,6	42,3	33,9<n<45,3
Amplitud onda S	11,3	1,7	9,1	12,7	6,2<n<16,4

Nota: Valores de latencia expresados en ms y valores de amplitud expresados en (v).

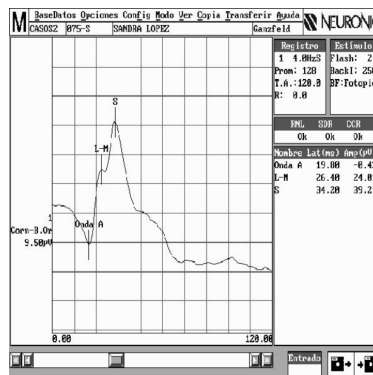


Fig. 8. Electroretinograma de cono S.

Discusión

En las varias investigaciones que se exponen, los valores de amplitud de las ondas A y B del ERG, difirieron entre sí significativamente $p < 0,5$, y menos en la latencia, excepto entre las investigaciones 1 y 2, donde las dos mediciones fueron muy similares en ambas magnitudes. En estas dos investigaciones no varió ningún método de registro, lo que explica la similitud de morfología y valor de sus ondas.

En la investigación 1 no hubo diferencia significativa entre los grupos de edad. Sin embargo, si la hubo entre la amplitud de las ondas B, entre ambos ojos, con mayor amplitud para el ojo izquierdo, $p < 0,5$.

En la tabla 2 se expusieron los valores medios de amplitud de las investigaciones 2 y 3, realizadas con igual metodología en encefalógrafo *Nihon Kohden*, pero con distinto tipo de electrodo. En ellas tampoco hubo diferencia significativa con la edad pero sí en la amplitud entre ambos ojos, a favor de ojo izquierdo $p < 0,5$. No fue así para las latencias que se mantuvieron muy estables en las dos muestras.

Esto puede explicarse por haber empezado siempre a estimular por el ojo derecho, mientras el izquierdo permanecía ocluido, lo cual aumenta el tiempo de pre adaptación a la oscuridad para el segundo ojo, con el consiguiente aumento de amplitud. Este hecho se ha repetido en normas de otros laboratorios, lo que

permite sugerir que deben compararse los registros con las normas establecidas para cada ojo, y en última instancia comparar con los valores promediados de ambos ojos. *Elliot*,⁸, en Pinar del Río, con similar protocolo y equipo, da valores medios para la amplitud de a de 59 mv. y de 347 para b, lo que prácticamente calca los valores en el INN en amplitud y también en las latencias.

Al comparar los valores de las investigaciones 2 y 3 se pone en evidencia la menor amplitud de las ondas A y B, en la muestra 3 con respecto a la 2, ($p < 0,01$) y la latencia algo más prolongada (tabla 2). La única diferencia en la forma de registro entre estas dos muestras fue el tipo de electrodo corneal usado y es lo que puede explicar estas diferencias. Para la muestra 1 y 2, con iguales protocolo, se usó un electrodo de la firma *Work Shop*, el cual es completamente transparente con un lente que concentra la luz. En la muestra 3 el electrodo fue del tipo *Handaya*; su color es negro, con torre y blefarostato más alta, lo que hace que la entrada de luz sea menor, sobre todo si la córnea no está centrada en el orificio del electrodo y si hay miosis.

En estas tres investigaciones, las medidas del ERG estuvieron dentro del marco establecido para encefalógrafos con estimuladores fóticos de menos de un joule, que va de 25 a 75 microvolt para la onda A y de 250 a 375 para la B. No se mantuvieron las diferencias anteriormente observadas entre la amplitud de la onda B de los ojos derechos e izquierdos con el electrodo Handaya, lo que pudiera explicarse por el tipo de electrodo usado, que hace algo más escotópico el registro en ambos ojos.

En la tabla 3 se exponen los valores del ERG de dos grupos de 30 pacientes, muestras 4 y 5, registradas no con electroencefalógrafo sino con equipo y electrodo Handaya. Ambas fueron estudiadas con iguales parámetros pero con un intervalo de 8 años entre cada una. En esas investigaciones se ven las ondas A y B desdobladas en sus 2 sub componentes, A1 y A2, B1 y B2, a diferencia de los anteriores registros hechos con intensidad luminosa cinco veces menor, en que sólo se hizo evidente las ondas A y B. Este desdoblamiento fue debido a las constantes de tiempo usadas y a la intensidad de la fotoestimulación que dio un ERG con evidentes respuestas de ambos sistemas por separados; A1 de conos, A 2 de bastones; B1 capas medias, que recogen lo más fotópico o de conos y B2 que recogen de capas medias que reciben de bastones. En estos registros la amplitud el ERG tuvo más de 5 veces el valor de amplitud de las muestras precedentes en las que se usó menor intensidad para la fotoestimulación y equipos menos específicos como los electroencefalógrafos, lo que explica este fenómeno.

Entre las investigaciones 4 y 5 la única diferencia en el protocolo de estas dos muestras es el menor número de promediaciones en la 5, y que fue obtenida 8 años después de registrada la muestra 4, tras cambiar la bombilla del fotoestimulador por una nueva. La amplitud fue mayor en la muestra 5 en todas las ondas, lo que pudiera explicarse por las mejores condiciones de la bombilla nueva y porque al usar menor número de promediaciones el blanqueamiento de los bastones fue menor y por lo tanto mayor la respuesta.

Este tipo de ERG así obtenido en las dos muestras, 4 y 5, (tabla 3) mostró mayor amplitud de las ondas A1 con respecto a las A2, lo que pudiera estar explicado por la fuerte intensidad del flash de este equipo que hizo que predominara la respuesta más fotópica, la cual es dada por los conos que son los que

generan la onda A1 principalmente. Este criterio se ve apoyado por varias razones: la diferencia a favor de A1 se repite en las muestras 4 y 5, obtenida esta última en muy similares condiciones de registro 8 años más tarde; el observar, en la investigación siguiente, muestra 6, una completa inversión con respecto a las muestras 4 y 5, con menores valores de amplitud para A1 con respecto a A2, en un registro que se obtuvo con solamente 2 J de fotoestimulación, Esa investigación 6, en la que se usó sólo 2 J en la fotoestimulación, es más escotópico que el de 5 J, intensidad mucho mayor que la necesaria para obtener un ERG de máxima respuesta.

Al comparar las muestra 4 y 5 (tabla 3) salta a la vista lo estable de los valores de latencias de las ondas A y las grandes diferencia entre los valores de las B. Este hecho contradictorio, tiene su explicación en cambios de criterio para seleccionar la deflexión positiva que en el registro correspondía con la onda B1, ya que existían dudas con una supuesta onda B1, que en ocasiones se tomó como tal. Esta onda aparecía a veces con menos latencia sobre la porción ascendente de B y a juicio de los electrofisiólogos podía tratarse de un primer PO y no la verdadera onda B1. Esto llevó a que en la segunda norma con el mismo equipo se desechara esta deflexión cuando aparecía con tan corta latencia.

La investigación 6, en un nuevo equipo con más posibilidades técnicas como la *Neurónica 02* acoplado a un estimulador a campo completo y no a un flash, permitió tener criterios normativos más exactos que facilitaron medir la amplitud y latencia de todas las ondas del ERG con más precisión. Como se observa en la tablas 2, 3 y 4 los valores son muy coincidentes con los del equipo *Handaya*, investigaciones 4 y 5, con desviaciones estándar adecuadas y una buena morfología que permite reconocer bien los sub componentes de la onda B.

Por último, en la investigación 7 se registró el ERG según protocolo internacional de la ISCEV, de la que se obtiene como mínimo cinco respuestas a las cuales se le pueden intercalar otras que no cambien la preadaptación. En este caso fueron obtenidos siete tipos de registros que tuvieron una morfología adecuada y estuvieron dentro del rango de valores establecidos para estas respuestas por la ISCEV.

Por reflejar el estado funcional de diferentes estructuras las variaciones de amplitud y latencia fueron bien evidentes entre esos siete registros, como corresponde a grupos diversos de células de la retina y diferentes fotorreceptores.

Esta es la forma de exploración mundialmente aceptada para ser comparables entre diversos laboratorios e investigadores, manteniendo igual protocolo. No obstante, el tiempo que lleva realizarla y la cooperación que se necesita para ella, hacen que se acepten protocolos más sencillos y a su vez lo suficiente informativos, como el método de registro en la investigación 6 con el equipo cubano *Neurónica* y un estimulador a campo completo.

La interpretación de las diferentes curvas del ERG requiere un conocimiento profundo de la metodología de registro, la fisiología de las células retinianas y el tipo de onda que generan⁹⁻¹¹ para poder interpretar correctamente los cambios inducidos por enfermedades retinianas y excluir de las respuestas el factor de mala técnica en la obtención de los distintos potenciales.

Estas técnicas han permitido caracterizar enfermedades y sugerir el sitio de las lesiones que la provocan.¹²⁻¹⁴ Las normas de sus valores en sujetos sanos es una condición indispensable para la interpretación adecuada de los registros.

Summary

Electroretinogram. Normal values with different study protocols

A study was conducted in 7 separate researches, where the normal values of macular frequency, amplitude and latency of the A and B waves of the electroretinogram were recorded, observed and compared for each eye. These data were obtained with different electrodes, equipment and protocols that were used from 1977 to 2000 at the Laboratory of Vision Electrophysiology of the Institute of Neurology and Neurosurgery. These techniques have allowed to characterize diseases and to suggest the site of the injuries causing them.

Key words: Electroretinogram, electrodes for electroretinogram, electroretinogram normal values.

Referencias bibliográficas

1. Santiesteban Freixas R. Libro Historia de la Oftalmología. Ed Ciencias Médicas Imp Palcograf 2005:1-123.
2. Santiesteban R, Francisco M. Electrorretinografía. Instituto de Neurología y Neurocirugía de Cuba. Material docente # 9. Subdirección de docencia. 1986.
3. Francisco M, Santiesteban R. Valores Normales del Electrorretinograma. Instituto de Neurología y Neurocirugía. 1983. Hemeroteca Nacional.
4. Carrero M, Dacourt MT. Santiesteban R. Suárez J. Valores Normales del electrorretinograma Obtenidos con el equipo Neurónica 02. Tesis de grado para la obtención de la licenciatura en Optometría y óptica. C de La Habana 1996. Hemeroteca Nacional.
5. Marmor M F. An international standard for electroretinography. Doc. Ophthalmol. 1989; 73,4:299-302.
6. International standarization committe. (M Marmor, G B Arden, S E Nilson, E Zrenner) Standard for clinical electroretinography. Doc. Ophthalmol.1989;73(4):302-12.
7. Mendoza Santiesteban C. Pruebas de electrodiagnóstico visual con equipo neurónica O-2. Obtención de Valores Normativos del Electrorretinograma. Tesis de terminación de especialista en Fisiología Normal y Patológica. 1998. Hemeroteca Nacional de Salud.
8. Elliot BE, Santiesteban R. Estudio electrorretinográfico en sujetos normales y en lesiones maculares. Pinar del Río 1984. Hemeroteca Nacional.
9. Santiesteban R. Material docente para diplomantes en oftalmología clínica. CD ISBN 959-71-58-2-3 del 2005. Historia clínica y psicofísica. 1-87.
10. Santiesteban R. Material docente para diplomantes en oftalmología clínica. CD ISBN 959-71-58-2-3 del 2005. Electrofisiología de la visión:1-84.
11. Santiesteban R. Material docente para diplomantes en oftalmología clínica. CD ISBN 959-71-58-

2-3 del 2005. Estudio funcional Nervio Óptico;1-29.

12. Santiesteban Freixas R. Neuropatía epidémica en Cuba. Forma óptica de la enfermedad. Tesis de doctorado. Hemeroteca Nacional. Ciudad de La Habana, 2005.
13. Santiesteban R. Over diagnosis in the epidemic of neuropathy in Cuba. Rev Neurol. 2001;33(6):598-9.
14. Rodríguez Hernández M, Hirano M, Naini Ali, Santiesteban Freixas R. Biochemical studies of patients with Cuban Epidemic neuropathy. Ophthalmic Research, 2001;33:310-3.

Recibido: 18 de agosto de 2005. Aprobado: 21 de octubre de 2005.

Dra. *Rosaralis Paneca Santiesteban*. Instituto de Neurología y Neurocirugía. Calle 29 No. 739 esquina a D, El Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba.

¹**Técnica en Oftalmología.**

²**Especialista de II Grado en Oftalmología.**

³**Doctora en Ciencias Médicas y Especialista de II Grado en Oftalmología.**

⁴**Investigadora titular. Profesora Consultante y Auxiliar. Especialista de I Grado en Neurofisiología.**