



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

---

---

FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ, I.A.P.

DEPARTAMENTO DE RETINA Y VITREO

**“FUNCIÓN RETINIANA EN MIOPIA ALTA VALORADA  
POR ELECTROFISIOLOGÍA”**

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO OFTALMÓLOGO

PRESENTA

**DRA. CAROLINA ELIZABETH MOLINA RÍOS**

ASESOR DE TESIS:

DRA. ÁNGELES YAHIEL HERNÁNDEZ VÁZQUEZ



CD. MÉXICO

ENERO 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DRA. ÁNGELES YAHIEL HERNÁNDEZ VÁZQUEZ**  
**MÉDICO ASESOR DEL DEPARTAMENTO DE RETINA Y VITREO**  
**FUNDACION HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.**

---

**DRA. ADRIANA SAUCEDO CASTILLO**  
**JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**  
**FUNDACIÓN HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.**

---

**DR. ALEJANDRO BABAYÁN SOSA**  
**PROFESOR TITULAR UNAM**  
**FUNDACIÓN HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.**

---

**DR. JAIME LOZANO ALCÁZAR**  
**DIRECTOR MÉDICO**  
**FUNDACIÓN HOSPITAL “NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ” I.A.P.**

## **AGRADECIMIENTOS:**

A mis padres que con su amor incondicional, su ejemplo de lucha diaria y su fortaleza para salir adelante han sido mi ejemplo de vida, el pilar fundamental en la realización de cada una de mis metas.

A mis hermanos por su apoyo cada día, por su amor y por el estar siempre a mi lado, por sentirse felices con cada uno de mis logros y no dejarme sola en ningún momento de este largo camino.

A mis abuelos y toda mi familia ecuatoriana y mexicana por sentirse orgullosos y por creer siempre en mí. Agradezco especialmente a los que se fueron quedando en este camino, hoy son esas estrellas en el cielo que nunca dejarán de guiarme por el camino correcto.

Agradezco de manera especial a mi tío Fabian por ser un ejemplo a seguir, por su apoyo para poder estar aquí, por sus consejos acertados, por creer en mí y por todo el amor y confianza en este sueño que hoy ya está consolidado.

A mis verdaderos amigos, colegas y maestros que con su compañía, tutoría, risas y trabajo en equipo han hecho de esta residencia una etapa increíble de mi vida, una experiencia inolvidable y una enseñanza diaria para seguir de pie con firmeza a pesar de lo difícil del camino.

A Dios, mi pilar fundamental, el que me mantuvo de pie, por ser mi roca fuerte y mi fortaleza, por guiar e iluminar mi camino y por mostrarme siempre su propósito en mi vida.

## ÍNDICE

1.- RESUMEN.....	5
2.- INTRODUCCIÓN.....	7
3.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
4.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
5.- JUSTIFICACIÓN.....	9
6.- HIPOTESIS.....	10
7.- OBJETIVOS.....	10
8.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
9.- ASPECTOS ÉTICOS.....	11
10.- FACTIBILIDAD.....	11
11.- RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS.....	11
12.- METODOLOGÍA OPERACIONAL.....	12
13.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	13
14.- RESULTADOS .....	14
15.- DISCUSIÓN.....	21
16.- CONCLUSIONES.....	21
17.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

## RESUMEN

Miopía patológica es un error refractivo  $\geq -6,00$  dioptrías y/o una longitud axial  $\geq 26,5$ mm. La amplitud de la respuesta de onda B en electroretinograma (ERG) está reducida en correlación con el error refractivo y longitud axial.

*Objetivo:* Describir las alteraciones electrofisiológicas en miopía patológica de acuerdo a longitud axial y error refractivo en pacientes del Departamento de Retina y Vítreo de la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz (F.H.N.S.L.).

*Metodología:* Estudio prospectivo, transversal, comparativo y observacional en pacientes con miopía patológica según criterios de inclusión. Se realizó examen oftalmológico completo, refracción, longitud axial por IOL master, ERG y curva de adaptación a la oscuridad. Se correlacionaron todos los resultados con longitud axial y equivalente esférico. Análisis estadístico en SPSS 21, pruebas ANOVA ( $<0,05$ ) y correlación de Pearson.

*Resultados:* Reducción significativa de amplitud de respuesta de ERG en correlación con longitud axial y error refractivo. La curva de adaptación a la oscuridad no demostró diferencias significativas. No existió correlación significativa con datos clínicos y fundoscópicos.

*Conclusiones:* El ERG esta alterado en su amplitud pero no en su morfología correlacionado con el error refractivo y longitud axial. La curva de la adaptación a la oscuridad no justifica la nictalopía.

*Palabras clave:* Miopía, longitud axial, error refractivo, Electroretinograma.

## ABSTRACT

Pathological myopia is a refractive error  $\geq -6.00$  diopters and / or an axial length  $\geq 26,5$ mm. The amplitude of the b-wave of the electroretinogram (ERG) decreases as a function of increasing axial length or degree of refractive error.

*Objective:* To describe the electrophysiological alterations in pathological myopia according to axial length and refractive error.

*Method:* A prospective, cross-sectional, comparative and observational study in patients with pathological myopia that meet the inclusion criteria. Complete eye examination, refraction, axial length by IOL master, ERG and curve dark adaptation was performed. All results were correlated with axial length and spherical equivalent. Statistical analysis was performed with SPSS 21 used ANOVA test ( $<0.05$ ) and Pearson correlation.

*Results:* There was significant reduction in ERG amplitude response correlated with axial length and refractive error. The curve dark adaptation showed no significant difference. There was no significant correlation with clinical and funduscopy data.

*Conclusions:* The ERG is altered in amplitude but not in morphology correlated with axial length and refractive error. The curve dark adaptation does not justify the nictalopía.

**Keywords:** Myopia, axial length, refractive error, electroretinograma.

## INTRODUCCIÓN

La miopía es el tipo más común de error de refracción en Estados Unidos y Europa con una prevalencia de 25 % en adultos y 9,2% en niños de 5 a 17 años y es aún más prevalente en Asia.<sup>1, 2,3</sup>

Su etiología no está clara, se asocian factores genéticos y ambientales<sup>4</sup>, existe una fuerte evidencia de un rápido cambio inducido por el medio ambiente en la prevalencia de la miopía como factor principal, asociado con aumento de la educación y la urbanización<sup>5</sup>.

La miopía patológica, miopía degenerativa o miopía maligna son términos usados para describir la miopía asociada según Duke -Elder a cambios degenerativos del segmento posterior, según Tokoro a elongación axial del ojo<sup>6</sup>, y según Y-Tano en Japón al error refractivo  $\geq -8.00D$  con disfunción visual<sup>7</sup>, a diferencia de lo planteado por Joey Y. et al en donde determina que el error refractivo de  $\geq -6,00$  dioptrías es considerado miopía patológica.<sup>8</sup> En la actualidad se define por la existencia de un error refractivo  $\geq -6,00$  dioptrías y/o una longitud axial del globo ocular  $\geq 26,5mm$ .<sup>9, 10</sup>

La fisiopatología responde a una alteración de la síntesis de proteoglicanos de la matriz extracelular de la esclerótica que altera la remodelación escleral y se asocia a la elongación del globo ocular característico de la miopía. Por otra parte el epitelio pigmentario de la retina está íntimamente involucrado en la transmisión de señales para el crecimiento de coroides y esclera. Por lo tanto las señales moleculares o factores de crecimiento como IGF1 afectan la fisiología del EPR y se asocian con la susceptibilidad genética en la miopía alta.<sup>8</sup> Además existen reportes que relacionan a neurotransmisores como la atropina y el crecimiento del globo ocular y la esclerótica.<sup>7</sup>

La reducción de la función de la retina también se ha demostrado en pacientes miopes sin retinopatía miópica.<sup>10</sup>

Los diversos grados de deterioro visual pueden estar o no asociados a cambios del fondo de ojo que incluyen; Fondo atigrado “fundus tigroid”, atrofia geográfica del EPR y coroides, estafiloma posterior, y neovascularización coroidea (NVC), que es también denominado punto de Fuchs.<sup>7,11</sup>

Incluso niveles bajos de miopía están asociados con un mayor riesgo de complicaciones oculares como desprendimiento de retina, glaucoma y catarata.<sup>1,8</sup>

A pesar de la alta frecuencia de la miopía y los riesgos asociados con la progresión, la comprensión de los factores asociados con la progresión es limitada.<sup>1</sup>



La amplitud de la respuesta de ERG está reducida en pacientes con miopía alta. El primer reporte fue dado por Karpe, en pacientes con error refractivo de -8.00 D sin cambios retinianos. La respuesta fotópica se afecta tempranamente y, posiblemente, en un grado mayor, que la respuesta escotópica. Varios estudios han demostrado que la amplitud del ERG es inversamente proporcional a la longitud axial.<sup>12</sup>

Pallin demostró la correlación entre la amplitud de la onda b del ERG y la longitud axial medida por Ultrasonido, este estudio también demostró la correlación entre error refractivo y longitud axial, determinando que los pacientes miopes tienen la amplitud de la onda b del ERG menor que los pacientes emétopes o con hipermetropía.

Algunos estudios reportan que la reducción de la amplitud de la onda b del ERG está asociada a alteraciones previas de la transmisión de señal de los fotorreceptores en la retina proximal, disminución de la densidad de los fotorreceptores o cambios morfológicos en los segmentos externos del fotorreceptor.<sup>10,12</sup> Estos cambios se han visto en pacientes con miopía alta y con degeneración coriorretiniana, atrofia y adelgazamiento escleral. Westall et al, no demostró esta reducción de la amplitud de la onda b en pacientes en los que se excluyeron los defectos patológicos.<sup>12, 13</sup>

Perlman et al., reportó que en todos los miopes existe una amplitud subnormal pero una morfología normal de las ondas, definida por el radio entre las amplitudes de la onda a y b. Sin embargo demuestra también una relación inversa entre la longitud axial y la amplitud de la adaptación a la oscuridad del ERG, provocada por una estimulación leve en cada grupo.<sup>12, 14</sup>

Estudios previos como el realizado por Yamamoto et al. demostraron que la amplitud de la onda S, M, L reduce progresivamente con el incremento de miopía. La amplitud de los conos S disminuye en menor rango que los conos M y L.<sup>12, 15</sup>

Ishikawa et al, usó ERG focal, demostrando una reducción significativa de la función macular de los conos en los pacientes con miopía alta en comparación con los grupos de miopía moderada o baja.<sup>10, 16</sup>

Sin embargo, Kawabata y Adachi- Usami reportaron retraso del tiempo implícito, así como la reducción en la Amplitud de la onda b en el ERG usando la técnica de electrorretinograma multifocal ( mfERG ).<sup>10, 17</sup>

Aunque muchos estudios han mostrado una fuerte correlación entre la gravedad de la miopía y las alteraciones de amplitud del ERG en adultos es todavía desconocido este efecto en los niños. Además, todavía no está claro si la reducción de la respuesta del ERG se debe a cambios degenerativos de la retina asociados con la miopía de larga evolución o si es una característica independiente del tiempo.<sup>10</sup>

En los niños según Chi D et al, no existe una correlación significativa entre amplitudes mf ERG y la severidad de la miopía; sólo el tiempo implícito se asoció significativamente. Probablemente la respuesta ERG encontrada en el grupo de adultos se deba a las modificaciones de la función de la retina asociadas a miopía de larga evolución.<sup>10</sup>

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existen alteraciones electrofisiológicas en los pacientes con Miopía Patológica en relación con la longitud axial y al error refractivo?

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los pacientes miopes existen alteraciones en electrofisiología de acuerdo a la longitud axial y el error refractivo, sin embargo se demuestra también una relación inversa con la amplitud de la adaptación a la oscuridad del ERG. De acuerdo a los estudios de investigación publicados sobre cambios en electrofisiología de pacientes con miopía patológica, no se conocen con exactitud todas las alteraciones en cada una de las fases del Electrorretinograma total y su relación con alteraciones clínicas referidas por estos pacientes, por lo que en este trabajo queremos abordar este problema cuantificando cada una de estas alteraciones en relación a esta patología, tomando en cuenta características como longitud axial y error refractivo; de tal manera que podamos entender y conocer más sobre esta entidad clínica.

### **JUSTIFICACIÓN**

Los pacientes con miopía patológica pueden alcanzar niveles de capacidad visual hasta de 20/20 con corrección, aun así se ha descrito que ellos pueden tener alteraciones en la calidad de visión.

En México se desconoce si existen reportes sobre la respuesta electrofisiológica y de la curva de adaptación a la oscuridad en pacientes con Miopía patológica. La importancia de realizar este estudio es valorar si la amplitud está alterada por el error refractivo y así ser este un parámetro de pronóstico visual a futuro en caso de coexistir con otro tipo de patologías.

Algunos pacientes con miopía patológica refieren tener mala visión nocturna, sin tener relación con algún tipo de distrofia retiniana, la curva de adaptación a la oscuridad es la única prueba específica para valorar la nictalopia. No existe ningún estudio donde se demuestre que el grado de severidad de los pacientes con miopía patológica se correlacione con la presencia de nictalopia. Por lo que este estudio nos permitirá identificar si las alteraciones en el sistema cono-bastón están relacionadas con la sintomatología, independiente de la presencia de distrofias.

## **HIPÓTESIS**

Los pacientes con miopía patológica presentan alteraciones en todas las fases del Electrorretinograma total y en la curva de adaptación a la oscuridad de acuerdo al error refractivo y la longitud axial.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Conocer y describir las alteraciones electrofisiológicas y psicofísicas en pacientes con Miopía Patológica de acuerdo a la longitud axial y al error refractivo.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Correlacionar el error refractivo con la amplitud de respuesta del ERG.
- Determinar la relación entre longitud axial y amplitud de respuesta del ERG.
- Identificar alteraciones en la curva de adaptación a la oscuridad.
- Determinar la asociación entre los hallazgos fundoscópicos y las alteraciones del ERG

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo de Estudio**

Transversal

### **Diseño de Estudio**

Prospectivo, comparativo y observacional.

### **Población de Estudio**

Pacientes con diagnóstico de miopía patológica revisados en el Departamento de Retina y Vítreo en la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz (FHNSL).

## **Criterios de selección**

### **a) Criterios de inclusión**

- Pacientes con miopía patológica (definida como miopía  $>-6,00$  D o LA  $>26$ mm) sin importar sexo, ni edad.
- Medios claros
- Sin antecedente quirúrgico o patología oftalmológica agregadas.

### **b) Criterios de exclusión**

- Pacientes con estudios de baja confiabilidad

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El trabajo de investigación presentado anteriormente, cumple con las consideraciones en investigaciones en humanos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de 1975, cuya misión es la de proteger la salud de la población. Basándonos en su apartado número C: PRINCIPIOS APLICABLES CUANDO LA INVESTIGACIÓN MÉDICA SE COMBINA CON LA ATENCIÓN MÉDICA. Según esta declaración “El médico puede combinar la investigación médica con la atención médica, sólo en la medida en que tal investigación acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico.” ESTE PROTOCOLO FUE SOMETIDO A LOS COMITÉS DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN DE LA FUNDACIÓN HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ.

## **FACTIBILIDAD**

Este protocolo de investigación se consideró factible ya que los gastos necesarios para su realización fueron cubiertos en un 70% por la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz y los pacientes estuvieron de acuerdo con la aportación del porcentaje restante.

## **RECURSOS HUMANOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS**

**Recursos Humanos** Dra. Carolina Elizabeth Molina Ríos. Residente de Tercer Año de Oftalmología de FHNSL. Dra. Ángeles Yahel Hernández Vázquez. Médico adscrito al departamento de Retina y Vítreo de FHNSL.

**Recursos Físicos.** Expedientes clínicos, instalaciones y equipos del Departamento de Electrofisiología e instalaciones de consultorios del FHNSL.

**Recursos Financieros.** Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz.

## **METODOLOGÍA OPERACIONAL**

Se captaron pacientes con miopía patológica según los criterios de inclusión; se les realizó examen oftalmológico completo, estudio de refracción (Equivalente esférico), medición de capacidad visual en escala Snellen y su equivalencia LogMAR.

La medida de longitud axial fue realizada inmediatamente después de la refracción, se realizaron un promedio de seis lecturas fiables por ojo usando IOL master (Carl Zeiss Meditec) con un índice señal-ruido (SNR >1,6).

El ERG se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Electrofisiología Clínica. Se uso un campo completo de estímulo luminosos (Ganzfeld) y electrodos de registro (Lente de contacto corneal, electrodos de referencia y electrodo tierra). El estímulo de luz consistió en flash estándar de duración máxima de 5ms y temperatura de color 7000° K usado mediante cúpula blanca con un tiempo de luminancia (1,5-3,0). Fueron reportadas diferentes respuestas: Escotópica, mesópica, fotópica y Flicker. Las respuestas son registradas en midriasis y previa adaptación a la oscuridad por 20 minutos (los electrodos se colocaron bajo luz roja tenue para evitar alteraciones de respuesta), además previo al registro de respuesta de conos se adapta a la luz por 10 minutos.

La Curva de Adaptación a la Oscuridad se realiza con el paciente sin dilatación pupilar, sentado a 33 cm de distancia de la cámara de estimulación. Se inicia con una fase lumínica de 5 min de duración y posteriormente se colocan al paciente lentes y se mantiene el cuarto oscuro, iniciándose el registro de respuesta a estímulo en 30 min.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS 21, se realizó el análisis de la varianza ANOVA de 2 grupos (prueba t) y ANOVA de 3 grupos con el  $\alpha$  o significancia estadística de <0,05 y pruebas estadísticas según correlación de Pearson.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<b>TABLA 2. ACTIVIDADES DEL PROYECTO</b>																												
<b>MESES</b>	<b>ABRIL</b>				<b>MAYO</b>				<b>JUNIO</b>				<b>JULIO</b>				<b>AGOSTO</b>				<b>SEPTIEMBRE</b>				<b>OCTUBRE</b>			
<b>SEMANAS</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>FASE 1</b>																												
Determinar el problema de estudio																												
Revisión bibliográfica																												
Marco teórico																												
Pregunta de investigación, planteamiento del problema, objetivos y justificación																												
Revisión Asesor																												
Determinar material y método																												
Determinación de variables																												
Inicio de Recolección de Datos																												
<b>FASE 2</b>																												
1era Revisión de base de datos																												
Revisión Asesor																												
2da Revisión de base de datos																												
Revisión Asesor																												
3 era Revisión de la base de datos.																												
Revisión Asesor																												
<b>FASE 3</b>																												
Resultados, Análisis e Interpretación																												
Revisión Asesor																												
<b>FASE 4</b>																												
Discusión, Conclusiones y Recomendaciones																												
Revisión Asesor																												
<b>FASE 5</b>																												
Presentación del Protocolo de Investigación																												

## RESULTADOS

Se analizaron 2 grupos de estudio, el primer grupo (casos) con un total de 15 pacientes (25 ojos), 5 excluidos por confiabilidad baja de las pruebas, y un segundo grupo (controles) con un total de 8 pacientes (15 ojos). La edad media (DE) en hombres fue 10 años en el Grupo Casos y 17,7 años en el Grupo control y en mujeres 42,4 años en Grupo casos y 48,6 Grupo controles. (Tabla I).

GRUPOS	Promedio de edad
<b>CASOS</b>	
Hombres	10
Mujeres	42,4
<b>CONTROLES</b>	
Hombres	17,7
Mujeres	48,6

En el Grupo casos el promedio (DE) de capacidad visual logMAR es 0,195, equivalente esférico (EE) -13.3±4.6 dioptrías (D) y longitud axial (LA) 28.16±2.03 mm a diferencia del Grupo control con un promedio (DE) de capacidad visual Log MAR -0.0015, EE -0.13±0.8D y LA 23.20±0.45mm. Se demuestra que los dos grupos son diferentes y por lo tanto comparables (prueba t < 0.0001 y < 0.0002 respectivamente). No existe correlación significativa entre la capacidad visual y el equivalente esférico o longitud axial (Pearson < -0,2 a -0,03) (Tabla II), sin embargo si existe correlación entre EE y longitud axial (Tabla III), lo que significa que a mayor LA, el EE se vuelve más negativo.

	AVC Promedio (DE)	EE Promedio (DE)	Correlación Pearson
<b>Casos</b>	0,195	-13.3 (4.6)	-0.2
<b>Controles</b>	-0.0015	-0.13 (0.8)	0.02
	AVC Promedio (DE)	LA Promedio (DE)	Correlación Pearson
<b>Casos</b>	0,195	28.16 (2.03)	-0.03
<b>Controles</b>	-0.0015	23.20 (0.45)	-0.03

AVC=Agudeza visual corregida, EE=equivalente esférico, LA=longitud axial, DE=Desviación estándar

	LA	EE	

	Promedio (DE)	promedio (DE)	C. Pearson
<b>CASOS</b>	28.16 (2.03)	-13.3 (4.6)	<b>-0.8 (p&lt;0.05)</b>
<b>CONTROLES</b>	23.20 (0.45)	-0.13 (0.8)	-0,4
<b>PRUEBA T</b>	< 0.0001	< 0.0002	
<b>Prueba ANOVA de 2 grupos(prueba t) y Coeficiente de correlación lineal de Pearson entre LA y EE</b>			

EE=equivalente esférico, LA=longitud axial, DE=Desviación estándar

El electroretinograma (ERG) se analizó por fases; en la fase escotópica se evaluó la amplitud y el tiempo implícito de la onda B sin encontrarse diferencias significativas entre los grupos (P- value 0,2) (**Tabla IV**). En la fase mesópica (**Tabla V**) existe diferencia significativa entre los grupos al analizar la amplitud de Onda A (0,049) y B (0,009) sin existir diferencia en el índice B/A (P-value 0,310).

<b>TABLA IV. FASE ESCOTÓPICA</b>					
<b>Análisis estadístico ANOVA (valor P <math>\alpha</math>= &lt;0,05)</b>					
<b>Grupos</b>		<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>DE</b>	<b>P-value</b>
<b>Amplitud Onda B</b>	<b>Casos</b>	25	63,40	30,03	0,2
	<b>Controles</b>	13	73,76	20,86	No significativa
<b>Tiempo Implícito Onda B</b>	<b>Casos</b>	25	79,0	5,7	0,2
	<b>Controles</b>	13	81,2	5,3	No significativa

<b>TABLA V. FASE MESÓPICA</b>					
<b>Análisis estadístico ANOVA (valor P <math>\alpha</math>= &lt;0,05)</b>					
<b>Grupos</b>		<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>DE</b>	<b>P-value</b>
<b>Amplitud Onda A</b>	<b>Casos</b>	25	-124,12	35,71	<b>0,049</b>
	<b>Controles</b>	13	-147,77	30,11	<b>Significativa</b>
<b>TIEMPO IMPLÍCITO A</b>	<b>Casos</b>	25	25,78	1,51	,208
	<b>Controles</b>	13	25,20	,903	No Significativo
<b>Amplitud Onda B</b>	<b>Casos</b>	25	201,65	60,99	<b>0,009</b>
	<b>Controles</b>	13	258,92	59,81	<b>Significativa</b>
<b>TIEMPO IMPLÍCITO B</b>	<b>Casos</b>	25	46,42	3,21	0,597
	<b>Controles</b>	13	46,93	1,48	No Significativo
<b>Índice B/A</b>	<b>Casos</b>	25	1,6168	,46420	0,310
	<b>Controles</b>	13	1,7546	,17023	No significativa



La fase fotópica (**Tabla VI**) demuestra diferencias significativas entre los grupos en el análisis de amplitud (0,002) y tiempo implícito (0,001) de onda B, sin ser evidente la diferencia en la Amplitud (0,165) y tiempo Implícito (0,167) de Onda A.

<b>TABLA VI. FASE FOTÓPICA</b>					
<b>Análisis estadístico ANOVA (valor P <math>\alpha= &lt;0,05</math>)</b>					
<b>Grupos</b>		<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>DE</b>	<b>P-value</b>
<b>AMPLITUD Onda A</b>	<b>Casos</b>	25	-24,040	6,7454	<b>,165</b>
	<b>Controles</b>	13	-26,938	4,0118	<b>No Significativo</b>
<b>TIEMPO IMPLÍCITO A</b>	<b>Casos</b>	25	20,07	2,145	<b>,167</b>
	<b>Controles</b>	13	19,19	0,844	<b>No Significativo</b>
<b>Amplitud Onda B</b>	<b>Casos</b>	25	73,656	26,4442	<b>0,002</b>
	<b>Controles</b>	13	110,331	39,3994	<b>Significativa</b>
<b>Tiempo Implícito B</b>	<b>Casos</b>	25	34,080	1,1413	<b>0,001</b>
	<b>Controles</b>	13	32,746	,8685	<b>Significativa</b>

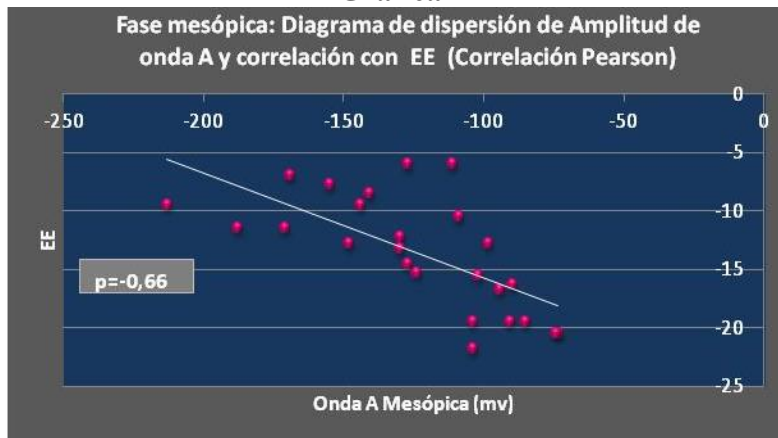
El análisis estadístico de flicker (**Tabla VII**) demostró diferencia significativa tanto en amplitud (0,002) como en su tiempo implícito (0,001).

<b>TABLA VII. FLICKER</b>					
<b>Análisis estadístico ANOVA (valor P <math>\alpha= &lt;0,05</math>)</b>					
<b>Grupos</b>		<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>DE</b>	<b>P-value</b>
<b>Tiempo Implícito</b>	<b>Enfermos</b>	25	35,82	1,86	<b>0,001</b>
	<b>Sanos</b>	13	33,68	1,32	<b>Significativo</b>
<b>Amplitud</b>	<b>Enfermos</b>	25	74,10	32,93	<b>0,002</b>
	<b>Sanos</b>	13	119,42	48,16	<b>Significativo</b>

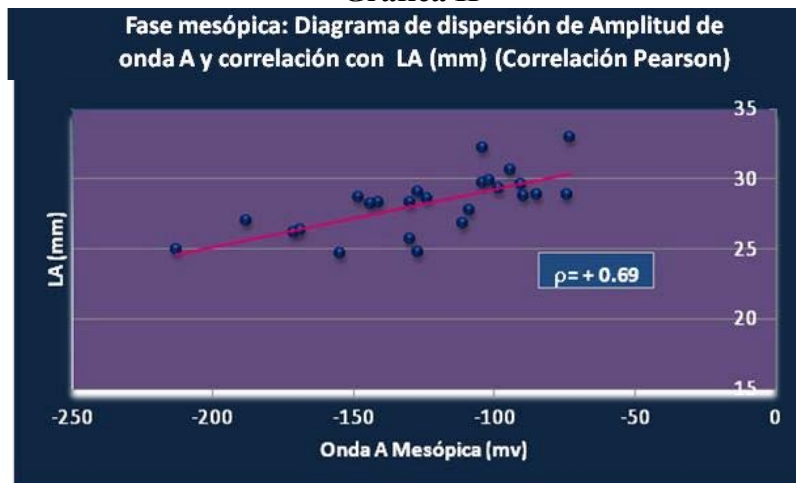
En todas las fases en las cuales se demostró diferencias significativas entre los grupos, sea esta en amplitud o tiempo implícito se realizaron correlaciones con equivalente esférico, longitud axial, síntomas y hallazgos fundoscópicos.

En la fase mesópica el EE tiene correlación negativa con la amplitud de la onda A (-0,66) (**Gráfica I**), lo que significa que a menor EE (+miope (más negativo)) la onda A se vuelve más positiva (disminuye su negatividad) por lo tanto **disminuye su amplitud**. La longitud axial se correlaciona de manera positiva con la amplitud de la onda A (+0,69) (**Gráfica II**), es decir que a mayor LA más positiva es la onda A por lo tanto **disminuye su amplitud**.

**Gráfica I**

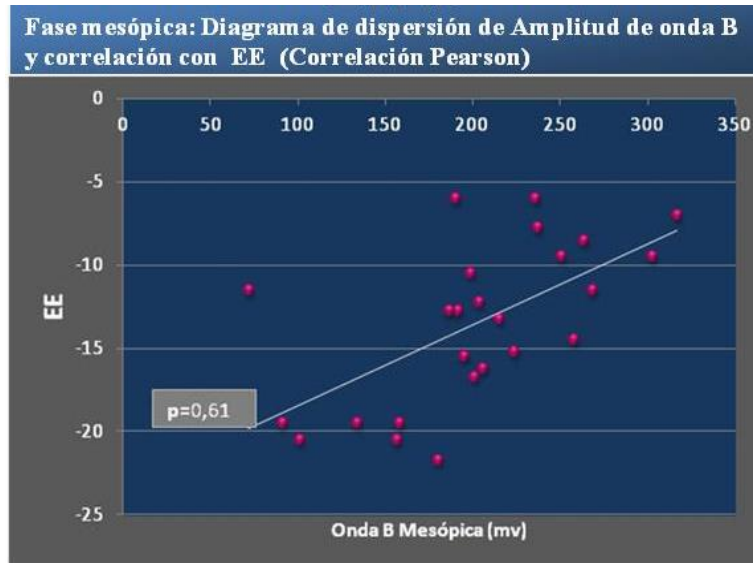


**Gráfica II**

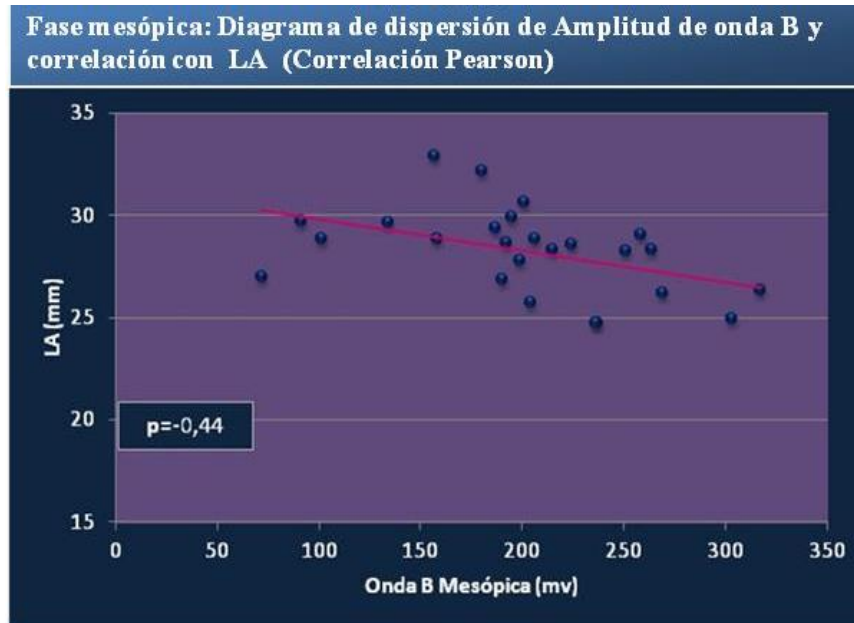


Al analizar la amplitud de la onda B en la fase mesópica el EE tiene correlación positiva (0,61) con amplitud de onda B (**Gráfica III**), lo que significa que a menor EE (+miope (más negativo)) la onda B tiene menor amplitud (más negativa) por lo tanto **disminuye su amplitud**. La longitud axial (LA) se correlaciona de manera negativa (-0,44) con la amplitud de la onda B (**Gráfica IV**), es decir que a mayor LA menor amplitud de onda B.

**Gráfica III**

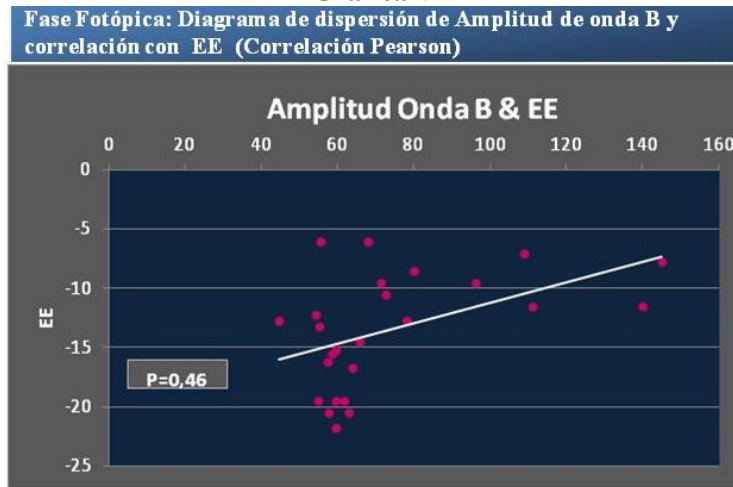


**Gráfica IV**

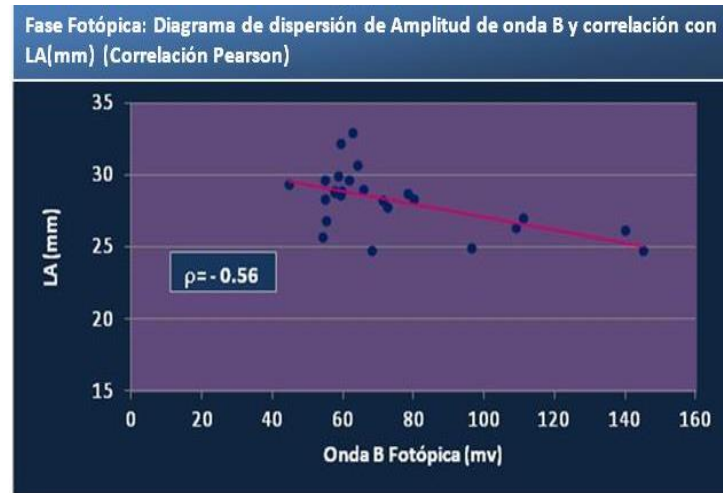


En la Fase fotópica, el EE tiene correlación positiva (0,46) con onda B (**Gráfica V**), lo que significa que a menor EE (más negativo) **menor amplitud** de onda B. La longitud axial tiene correlación negativa (-0,56) con onda B (**Gráfica VI**), es decir que a mayor longitud axial, **menor amplitud** de onda B. El tiempo implícito también se correlaciona con el EE y LA.

**Gráfica V**

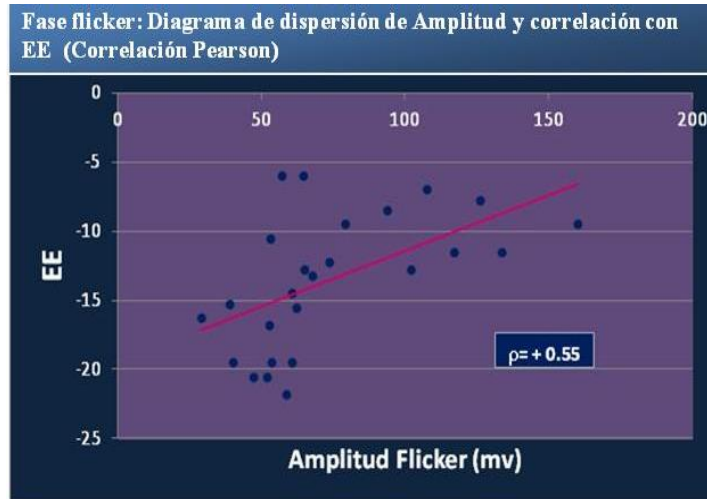


**Gráfica VI**

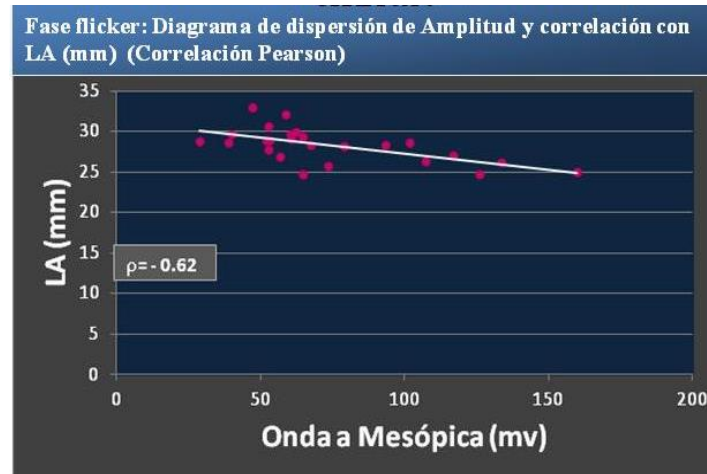


Al igual que las otras fases mencionadas de ERG, al analizar la correlación de respuesta flicker (amplitud y tiempo implícito) podemos resaltar la correlación con el EE ( $p=0,55$ ) y la longitud axial ( $-0,62$ ). (Gráfica VII y VIII).

**Gráfica VII**



**Gráfica VIII**



De todos los pacientes que se incluyeron en el estudio solo 2 (8%) notificaron durante su revisión el síntoma nictalopia y fotofobia, se observa diferencia entre los dos grupos sin embargo estas diferencias no pueden ser corroborada estadísticamente por número pequeño de pacientes.

En cuanto a la valoración fundoscópica se dividió su estudio en 3 grupos, grupo 1 casos con fondo de ojo normal, grupo 2 casos con fondo de ojo anormal (coroideo) y grupo 3 pacientes sanos (Grupo control). Al realizar el análisis se encontró diferencias significativas entre los grupos, sin embargo al igual que lo citado previamente, debido al número de muestra reducida no se puede generalizar este resultado por su débil valor estadístico.

Al analizar la curva de adaptación a la oscuridad (**Tabla VIII**) no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos, no existió correlación con EE y longitud axial. No existe relación con nictalopía, esto se podría explicar por la pobre validez de una variante estadística por el número pequeño de estudio.

<b>TABLA VIII</b>				
<b>CURVA DE ADAPTACIÓN A LA OSCURIDAD Análisis estadístico ANOVA (valor P significativo &lt;0,05)</b>				
<b>GRUPOS</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>DE</b>	<b>P-value</b>
<b>CASOS</b>	26	73,769	2,9402	0,26 No significativo
<b>CONTROLES</b>	13	75,692	,4804	

## **DISCUSIÓN**

La correlación entre la longitud axial y el EE coincide con lo reportado en la literatura (p -0.8). John R 2006, reportó que la respuesta fotópica se afecta tempranamente (> que la escotópica), coincidiendo con nuestros resultados, ya que no existió alteración en la fase escotópica, sin embargo en la fase mesópica observamos reducción de la amplitud tanto de la onda A como de la onda B.

En la Fase fotópica solo la respuesta en la onda B se encontró alterada, sin embargo la respuesta de los conos valorada en flicker estuvo alterada tanto en su amplitud como en su tiempo implícito.

La longitud axial (LA) y el EE se correlacionaron con el deterioro de la respuesta electrofisiológica, demostrando una reducción de la función de fotorreceptores en comparación con el grado de miopía, lo cual coincide con lo reportado por Ishikawa (1990) y Yamamoto, et al. (1997).

En nuestro estudio encontramos también diferencia significativa en la respuesta de adaptación a la oscuridad entre los 2 grupos, sin embargo no tuvo relación con alteraciones clínica y fundoscópicas.

## **CONCLUSIÓN**

El ERG de los pacientes miopes esta alterado en su amplitud pero no en su morfología (índice B/A conservado), La prueba de la adaptación a la oscuridad no justifica la nictalopía. La respuesta alterada en la fase fotópica puede ser la causa de la fotofobia.

## REFERENCIAS

1. Leslie Hyman, PhD; Jane Gwiazda, PhD, et al. Relationship of Age, Sex, and Ethnicity With Myopia Progression and Axial Elongation in the Correction of Myopia Evaluation Trial. *Arch Ophthalmol*. July 2005; 123:977-987.
2. Ostrow G, et al. Actualización sobre miopía infantil y su progresión, *International Ophthalmology Clinics*. Vol 50, Num 4, 87–93.
3. Kleinstein RN, Jones LA, Hullett S, et al. Refractive error and ethnicity in children. *Arch Ophthalmol*. 2003; 121:1141–1147.
4. Pan CW, et al. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2012 Jan; 32(1):3-16. PMID: 22150586. PubMed .
5. Ian Morgan, Kathryn Rose, How genetic is school myopia?, *Prog Retin Eye Res*. 2005 January; 24(1): 1–38. doi: 10.1016/j.preteyeres.2004.06.004.
6. Seang-Mei Saw. How blinding is pathological myopia?, *Br J Ophthalmol* 2006; 90:525–526.doi: 10.1136/bjo.2005.087999.
7. Tano Y. Pathologic Myopia: Where Are We Now?. *American Journal of Ophthalmology*, 2002;134:645–660.© 2002 by Elsevier Science Inc. All rights reserved.
8. Joey Y. et al. Association of IGF1 Gene Haplotypes With High Myopia in Chinese Adults Y. *Arch Ophthalmology*, Vol 130 (No. 2), Feb 2012, Hong Kong, American Medical Association. All rights reserved.
9. Gallego-Pinazoa, R, et al. Redescubriendo la mácula de la miopía magna en el siglo XXI, *Arch Soc Esp Oftalmolol*. 2011;86(5):135–138.
10. Chi D. L, et al. Multifocal Electroretinogram in Adults and Children With Myopia. *Arch Ophthalmology*, Vol 124, MAR 2006, Singapore, American Medical Association. All rights reserved.
11. Gozum N, Cakir M, Gucukoglu A, Sezen F. Relationship between retinal lesions and axial length, age and sex in high myopia. *Eur J Ophthalmol*. 1997;7:277-282.
12. John R. Heckenlively, Geoffrey Bernard Arden. *Principles and Practice of Clinical Electrophysiology of Vision*, MIT Press, 2006, pág. 957.
13. Westall CA, Dhaliwal HS, Panton CM, et al. Values of electroretinogram responses according to axial length. *Doc Ophthalmol*. 2001;102:115-130.
14. Perlman I, Meyer E, Haim T, Zonis S. Retinal function in high refractive error assessed electroretinographically. *Br J Ophthalmol*. 1984;68:79-84.
15. Yamamoto S, Nitta K, Kamiyama M. Cone electroretinogram to chromatic stimuli in myopic eyes. *Vision Res*. 1997;37:2157-2159.

16. Ishikawa M, Miyake Y, Shiroyama N. Focal macular electroretinogram in high myopia. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. 1990;94:1040-1047.
17. Kawabata H, Adachi-Usami E. Multifocal electroretinogram in myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997;38:2844-2851.