

11222

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

30



**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
SIGLO XXI**

**ESTANDARIZACION DE LOS VALORES DEL  
ELECTRORRETINOGRAMA CON RESPUESTA A DESTELLOS  
DE LUZ ROJA CON ELECTRODO DE SUPERFICIE EN SUJETOS  
ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y  
REHABILITACION SIGLO XXI**

**TESIS DE POSTGRADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA  
DE REHABILITACION  
P R E S E N T A  
DRA. PERLA MALLEI SANCHEZ LOYA**



**IMSS**

MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES  
DEL ELECTORRETINOGRAMA CON RESPUESTA A DESTELLOS  
DE LUZ ROJA  
CON ELECTRODO DE SUPERFICIE  
EN SUJETOS ADULTOS SANOS  
EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
DELEGACIÓN 4 SURESTE MÉXICO D.F.**

**INVESTIGADOR:** DRA. PERLA MALLELI SÁNCHEZ LOYA  
MÉDICO RESIDENTE DEL TERCER AÑO  
ESPECIALIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI

**ASESORES:** DR. EDUARDO ESCOBAR BARRIOS  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA  
Y REHABILITACIÓN  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI

DRA. VERÓNICA RAMÍREZ ALVARADO  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA  
Y REHABILITACIÓN  
ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI

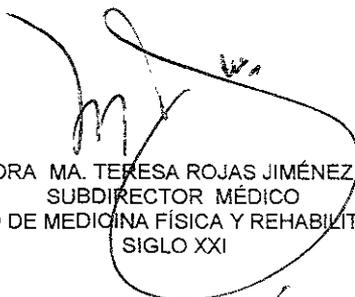
DRA. MA. DEL CARMEN ROJAS SOSA  
ASESOR METODOLÓGICO  
UMFRSXXI

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
DELEGACIÓN 4 SURESTE MÉXICO D.F.

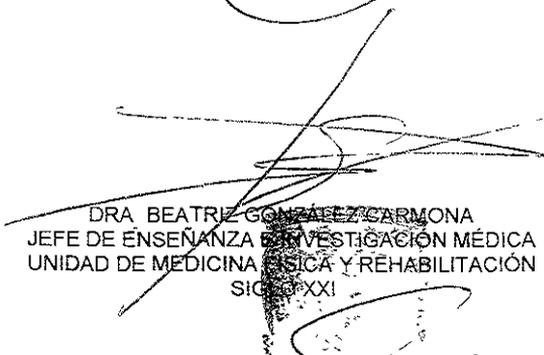
AUTORIZACION



DR. EDUARDO ESCOBAR BARRIOS  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
DIRECTOR  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI



DRA. MA. TERESA ROJAS JIMÉNEZ  
SUBDIRECTOR MÉDICO  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI



DRA. BEATRIZ GONZÁLEZ CARMONA  
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN MÉDICA  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
SIGLO XXI

SUBDIVISION DE ESP Y ACCESION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
I. A. A. M.

**Gracias:**

**A ti Señor, por permitirme llegar hasta este momento, siendo mi guía y fortaleza.**

**A mis padres, Raúl y Lety por guiarme amorosamente en mi formación personal y profesional.**

**A ti mamá por enseñarme el amor a la vida**

**A mis hermanas, Yanira y Jazmin por ser mis amigas contando con su apoyo incondicional.**

**A mis sobrinos, Carlitos, Diego, y especialmente a ti Rodrigo, quien me ha impulsado a seguir adelante en mi preparación profesional.**

**Y a ti, que me brindaste el apoyo para lograr esta meta.**

## INDICE

Antecedentes Científicos. . . . .	1
Electrorretinograma . . . . .	10
Justificación. . . . .	12
Objetivos . . . . .	13
Criterios de Inclusión y Exclusión . . . . .	14
Material y Método. . . . .	15
Análisis Estadístico. . . . .	19
Resultados. . . . .	20
Discusión. . . . .	22
Conclusiones . . . . .	25
Bibliografía . . . . .	26
Anexos . . . . .	28

## ANTECEDENTES CIENTÍFICOS:

La mayor parte de la percepción de los estímulos del medio ambiente que nos rodea accede a través de los ojos, por lo que se ha considerado a la visión, uno de los sentidos especiales más complejos y de mayor importancia en los seres humanos, permitiendo adaptarse a los cambios extremos en la intensidad luminosa logrando una visión clara <sup>1</sup>. Sin embargo, existen alteraciones ya sea en el desarrollo de la vía visual, metabólicas, vasculares degenerativas y/o traumáticas que pueden afectar dicha respuesta <sup>2</sup>.

Actualmente debido al desarrollo tecnológico, se cuenta con métodos de electrodiagnóstico para la evaluación de la vía visual, entre los que se incluyen los Potenciales Evocados Visuales (PEV) y el Electrorretinograma (ERG). Dichos estudios, permiten la detección de patologías que afectan la vía visual en etapas clínicas y subclínicas tanto en el adulto como en el niño.<sup>3</sup> Por lo tanto, existe la necesidad de establecer los rangos de normalidad para el Electrorretinograma en nuestra población con la finalidad de que las alteraciones en la vía visual, tanto en su porción periférica como a nivel central, puedan ser detectadas en forma oportuna. En la literatura mundial existen escasos reportes de valores de referencia en relación a este estudio, sin embargo, se menciona que existen varios factores que pueden variar dichos resultados, por lo que se recomienda sean

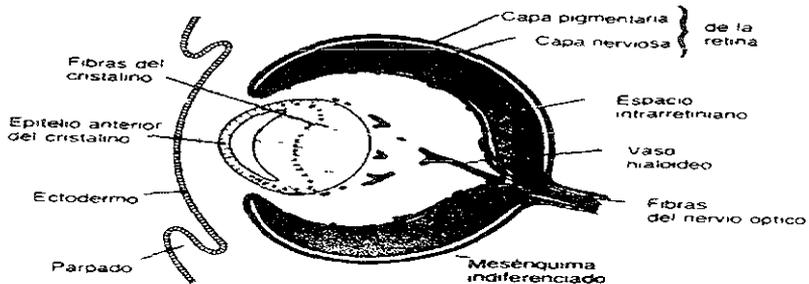
establecidos parámetros de normalidad para cada laboratorio de electrodiagnóstico.<sup>4</sup>

El propósito de dichos estudios es determinar la respuesta en masa de las diferentes células de la retina así como valorar la integridad de la vía visual permitiendo diferenciar entre patología ocular y de visión central.<sup>5</sup>

## EMBRIOLOGÍA

La retina es la estructura que cubre la capa interna de los dos tercios posteriores del globo ocular, originada a partir del ectodermo superficial. Una vez que se han formado las vesículas ópticas, se invaginan y se unen al prosencéfalo a través de los tallos ópticos para formar la cúpula óptica. La capa externa de la copa da lugar al epitelio pigmentario de la retina, mientras que la capa interna experimenta diferenciación de las restantes capas de la misma completándose el desarrollo al 7º mes. La región central de la retina o mácula sufre una depresión hacia el 8vo mes completándose esta en el 6º mes posterior al nacimiento.

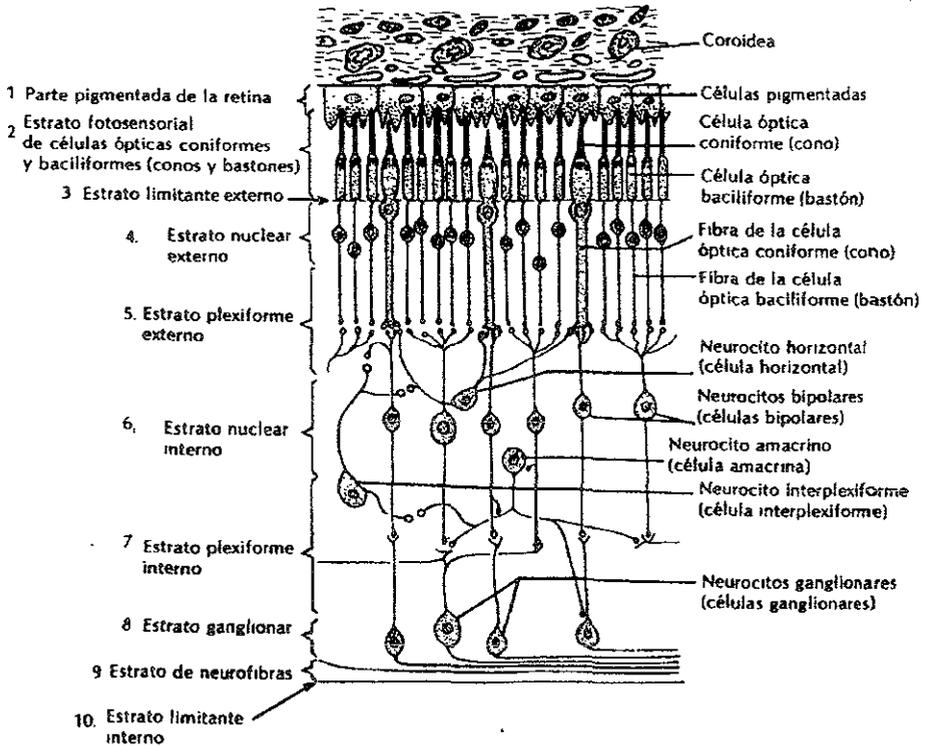
Los axones de la capa de células ganglionares de la retina forman la capa interna de las fibras nerviosas dando lugar al tallo óptico y posteriormente al nervio óptico. Los elementos mesodérmicos entran desde los tejidos circundantes para formar los tabiques vasculares del nervio. Durante este desarrollo, se lleva a cabo el proceso de mielinización el cual culmina en el tercer mes posterior al nacimiento.<sup>5, 6</sup>



Fuente: Sadler T.W. Langman Embriología Médica

# ANATOMÍA

La retina se ha considerado por su alta complejidad, una prolongación del cerebro especializada para la sensibilidad a la luz. Consta de varios estratos que permiten la modificación de la información sensorial recibida y su integración a nivel de la corteza cerebral:

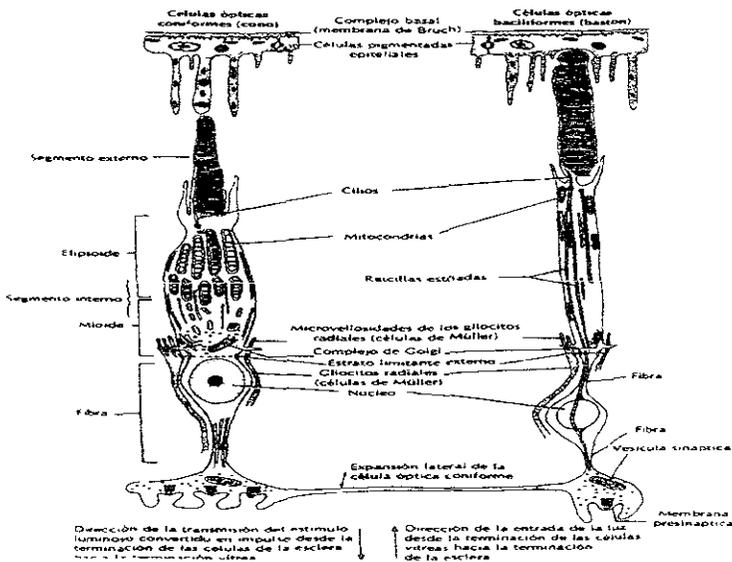


Fuente Barr Murray, El Sistema Nervioso Humano

El estrato pigmentario incrementa la absorción luminica de la coroides y disminuye la dispersión de la luz dentro del ojo. Así mismo es responsable del control de desechos por parte de los fotorreceptores y consecuentemente colabora en la regeneración del nuevo pigmento fotosensible. Las prolongaciones que se extienden desde la superficie libre de la célula forman interdigitaciones hacia los conos y bastones.<sup>3</sup>

Los conos y bastones son las estructuras fotorreceptoras las cuales se encuentran formadas por 4 segmentos funcionales:

- a) Segmento Externo
- b) Segmento Interno
- c) Núcleo
- d) Cuerpo sinápticos



Fuente: Barr Murray, El Sistema Nervioso Humano

Se encuentran aproximadamente 130 millones de bastones localizados en la región periférica de la retina siendo estos responsables de la visión ante iluminación tenue a lo que se llama "condición escotópica". Por otra parte existen alrededor de 7 millones localizados en la región de la mácula. Estos son responsables de la visión detallada y percepción al color ante iluminación adecuada, llamada "condición fotópica" 1, 2, 3

Las células bipolares (neuronas sensitivas primarias) transmiten esta información a la capa plexiforme interna, donde vuelve a modificarse a través de conexiones entre las células amácrinas, células bipolares y células ganglionares. Todas estas estructuras unidas entre sí por las células de Muller, las cuales se extienden del borde vítreo a la parte basal del segmento interno de los fotorreceptores. Estas células juegan un papel estructural y de nutrición, manteniendo estable la función de la retina 9

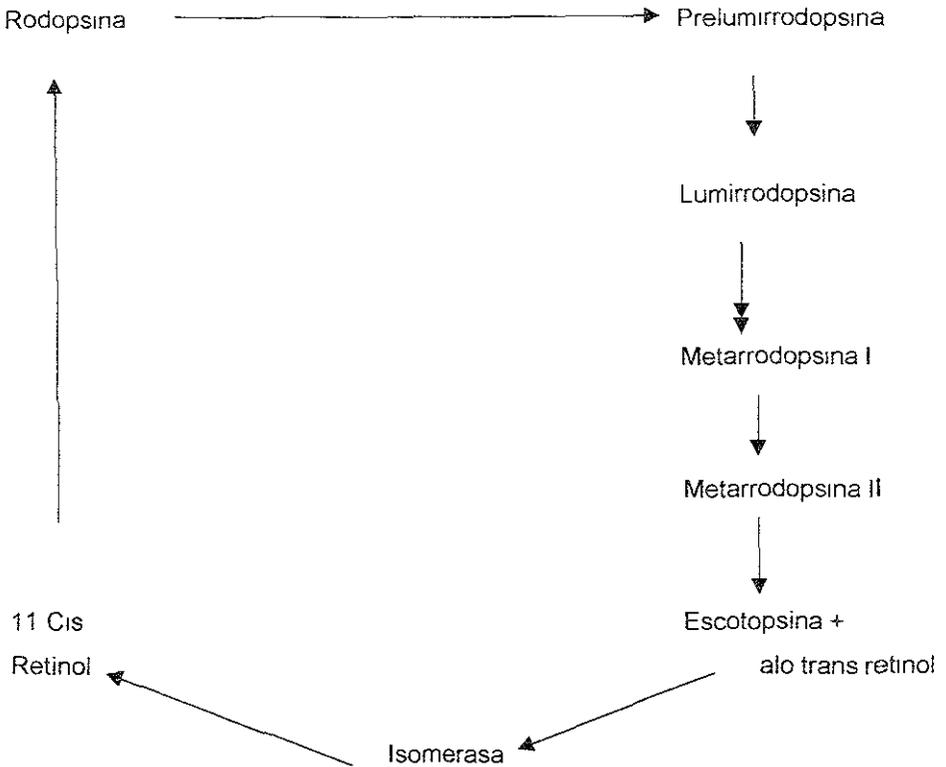
Los axones de las células ganglionares (neuronas sensitivas secundarias) convergen a nivel del disco óptico, atraviesan la lámina cribiforme de la esclerótica y salen del agujero óptico como nervio óptico. Las fibras nasales ópticas de ambos lados se decusan a nivel del quiasma para unirse con las fibras nerviosas contralaterales, mientras que las fibras temporales se dirigen en forma homolateral. Estos axones se continúan hasta llegar al cuerpo geniculado a nivel del tálamo (neuronas sensitivas terciarias), dando lugar al tracto geniculocalcarino o radiaciones ópticas entrando a los hemisferios cerebrales a través de la cápsula interna por encima del cuerno inferior del ventrículo lateral hasta terminar en la corteza visual primaria del lóbulo occipital. Algunos axones forman el asa de

Meyer para dirigirse hacia el lóbulo temporal, siendo esta área importante en el procesamiento de percepciones visuales de gran abstracción 1,8

La mácula o área central de la retina es una región especializada de aproximadamente 6 mm. de diámetro que colinda con el borde lateral del disco óptico. Recibe su nombre de "mancha amarilla" por la presencia de pigmento difuso el cual únicamente puede verse con luz libre de pigmento rojo. La mácula está especializada para la agudeza visual, siendo la función del pigmento amarillo una protección para los fotorreceptores del efecto deslumbrante de la luz intensa 1

## FOTOQUÍMICA DE LA VISIÓN

Tanto los conos como los bastones contienen productos químicos que se descomponen por acción de la luz, localizándose en sáculos en el segmento externo de estas estructura, denominándose yodopsina y rodopsina, respectivamente. Estas sustancias se encuentran formadas por una combinación de la proteína escotopsina y el pigmento caroteno retinal o "retineno". Cuando se absorbe la energía luminosa a través de la rodopsina, comienza a descomponerse produciendo el cambio de la forma cis a la forma *all-trans*, iniciándose la separación de la escotopsina, dando lugar a la siguiente reacción.



La rodopsina absorbe la luz de 504 nm con una mayor sensibilidad en condiciones escotópicas, mientras que en condiciones fotópicas los conos absorben la luz a 555 nm. A través de esto, se puede determinar que los bastones son más sensibles en la mayor parte del espectro visual. La respuesta de los conos y bastones va a depender de las condiciones de iluminación.<sup>2</sup>

En ausencia de iluminación una luz azul de baja intensidad estimulará los bastones únicamente. En cambio, una combinación de una luz constante de fondo, mas una luz blanca de alta intensidad emitirá una respuesta de los conos.

La respuesta de los conos se fusiona a un estímulo de luz blanca mayor de 20 Hz y esto da por resultado un ERG de bastones no detectable. La respuesta de los conos es de 50 a 60 Hz, por lo que un estímulo luminoso de 30 Hz en luz blanca constante de fondo permitiría aislar los conos de los bastones.

Los componentes de la respuesta fotópica de los conos son de baja amplitud y latencia corta, mientras que la respuesta escotópica de los bastones es de alta amplitud y latencia larga.<sup>2,9</sup>

## ELECRORRETINOGRAMA:

El desarrollo tecnológico actual ha permitido contar con nuevas alternativas diagnósticas entre las que se incluyen los Potenciales Evocados Visuales (PEV) y el Electrorretinograma (ERG) El Electrorretinograma es el registro de un potencial eléctrico en la retina que refleja la complejidad de las conexiones anatómicas de ésta, encontrando diversas respuestas en base a la intensidad de los estímulos eléctricos generados<sup>9</sup> Fue descrito por primera vez por Homgren en 1865, sin embargo fue hasta 1950 cuando se demostró su utilidad clínica En 1941 y 1945 Riggs y Karpe respectivamente, introdujeron métodos de captación a través de un electrodo en un lente de contacto siendo difícil su aplicación, desarrollándose técnicas para su registro a través de electrodos de superficie<sup>10, 11</sup>

A través del ERG se logran registrar los cambios de potencial que ocurren en la retina al ser estimulada por la luz, obteniéndose una respuesta de varios componentes que surgen de los diferentes estratos de la retina

a) Onda a: Potencial negativo generado extracelularmente a lo largo del cuerpo celular de los fotorreceptores que se hiperpolarizan en respuesta a la luz. Este a su vez cuenta con dos componentes, a1 y a2, que emergen de los conos y bastones respectivamente

b) Onda b Potencial positivo generado por las células en la capa nuclear interna, particularmente dado por las células bipolares y células de Muller La respuesta de las células bipolares es modificada por las células amácrinas y horizontales Esto refleja una corriente extracelular debido al cambio en la concentración del

potasio causado por despolarización de las células bipolares. Así mismo expresa la actividad neuronal postsináptica de la membrana nuclear interna

c) Onda C: Potencial negativo generado por la integridad del epitelio pigmentario y los fotorreceptores. 2,9,10,11.

Así mismo es posible determinar el tiempo de conducción central una vez que se obtiene la latencia de la onda b , restando su valor de la onda P100, obtenida por captación en Oz de los estímulos visuales

Para la obtención del ERG puede utilizarse estimulación con patrón alterno o patrón de flash ,este último consiste en el uso de destellos intensos y brillantes para generar un potencial La morfología de estos potenciales está dado por variaciones en la adaptación a los cambios de la intensidad a la luz

A través de este estudio se pueden detectar anormalidades funcionales y bioquímicas en la retina antes de que puedan detectarse los cambios patológicos.<sup>9</sup> En este punto radica la importancia de su estandarización, ya que permite la detección de alteraciones aún en etapas tempranas de enfermedades desmielinizantes, amaurosis de Leber, ceguera congénita, disfunción congénita de los conos, albinismo ocular, síndrome de Joubert , hipoplasia del nervio , distrofia de los conos, retinopatías, coriorretinitis, y enfermedad macular entre otras, aún cuando no se encuentre alteración en el examen de fondo de ojo o disminución de la agudeza visual

La realización de ERG/PEV en forma conjunta permite tener una evaluación de la vía visual más completa, pudiendo realizar la diferencia entre patología localizada a nivel ocular o retrobulbar <sup>10</sup>

## **JUSTIFICACION:**

La búsqueda de métodos de ayuda diagnóstica en la detección temprana de patología de origen central o periférica con afectación a la vía visual crea la necesidad de establecer los parámetros de normalidad para el Electrorretinograma en nuestra población

## OBJETIVOS:

### GENERAL

- 1 Establecer los valores estándar del Electrorretinograma (ERG) obtenido con destellos de luz roja en adultos sanos en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, evaluando la Morfología, latencia y amplitud del potencial, determinando el tiempo de conducción central

### ESPECIFICOS:

- 1 Establecer las diferencias de latencia en el sexo masculino y femenino de población adulta sana, así como la diferencia interocular
- 2 Establecer el tiempo de conducción central para poder diferenciar entre patología ocular y de origen central
- 3 Formular una tabla de valores normales que pueda ser aplicable a la población adscrita a la Unidad de medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

**CRITERIOS DE INCLUSION:**

- a) Pacientes del sexo masculino o femenino
- b) Pacientes de 18 a 50 años de edad
- c) Pacientes sin patología local o sistémica que presenten repercusión sobre la vía visual.
- d) Valoración de la agudeza visual en 20/20

**CRITERIOS DE NO INCLUSION:**

- a) Pacientes menores de 18 años y mayores de 50 años
- b) Pacientes con patología ocular o sistémica que repercuta en la vía visual
- c) Disminución en la agudeza visual

**CRITERIOS DE EXCLUSION:**

- a) Pacientes con falta de cooperación durante la realización del estudio o que presentaran padecimiento intercurrente al efectuarse el mismo

## **MATERIAL Y METODO**

El presente estudio se desarrolló en el Departamento de Neurofisiología de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI D.F., durante el período comprendido del 1º de Noviembre al 31 de Diciembre del año 2000, siendo incluida en el estudio la población derechohabiente adulta sana (siendo considerada como sano aquella persona en ausencia de enfermedad) que reuniera los criterios de inclusión al mismo, contando con un total 41 personas 15 mujeres y 26 varones

Se trata de un estudio prospectivo, transversal, observacional y descriptivo, el cual se realizó con recursos propios del departamento de Neurofisiología perteneciente al IMSS evaluando en el Electrorretinograma las siguientes variables

**Latencia** Tiempo que tarda en producirse una respuesta posterior a recibir un estímulo

**Amplitud** Permite evaluar el número de fibras que están conduciendo

**Morfología.** Forma que caracteriza al potencial

**Tiempo de conducción central.** Tiempo que transcurre entre la despolarización de las células de la retina y la integración del estímulo visual en la corteza occipital,

requiriendo para su realización lo siguiente

### **RECURSOS HUMANOS**

Médico Residente del 3er año de la Especialidad de Medicina Física y Rehabilitación

## RECURSOS MATERIALES

Electromiógrafo tipo Nicolet Viking IVD

Goggles

Programa ERG/VEP diseñado en la unidad

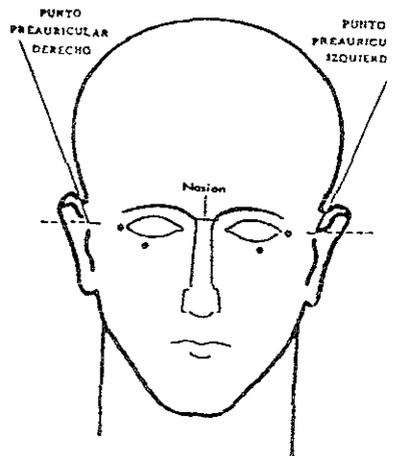
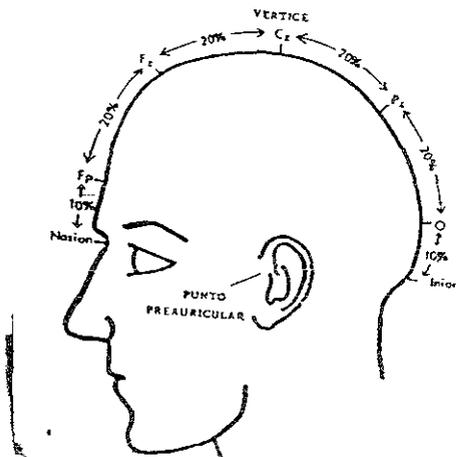
Electrodos de copa de plata

Cinta métrica

Pasta conductora y pasta dermoabrasiva

## METODO:

A los pacientes seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión, se les brindó una explicación acerca del estudio. Posteriormente se realizó dermoabrasión del área periorbitaria, colocando electrodos en párpado inferior y canto externo de ambos ojos, y en Oz y Fz (de acuerdo al sistema 10/20 Internacional)



En el canal 1 se captó la información perteneciente al ERG en forma bilateral, mientras en el canal 2 se captaron los Potenciales Provocados Visuales. El electrodo colocado a nivel del párpado inferior fue considerado como activo, y el localizado en el canto externo fue considerado como referencia, tomando como tierra los electrodos captadores del ERG del lado contralateral y posteriormente invirtiendo los cables para obtener el potencial del ojo contrario. Previa ambientación con luz tenue durante 15 minutos, se aplicaron 200 destellos de luz roja en cada ojo a través de goggles, con una duración del estímulo de 0.5 ms y una frecuencia de 20 Hz, realizándose patrón de réplica para el mismo.

Los filtros se establecieron de la siguiente manera:

Baja frecuencia: 0.5 Hz (0.5-3Hz)

Alta frecuencia: 100 Hz (100-300Hz)

con un tiempo de análisis de 50 ms

y una sensibilidad de 1 mV

Una vez obtenido el registro se realizaron las mediciones de las latencias a, b y c, amplitud de la onda b y el tiempo de conducción central de cada ojo, así como la medición de las latencias N75, P100 y N145 estableciéndose en base a estos resultados los criterios de normalidad.

Se realizó recolección de datos en hoja de captación primaria, culminándose el análisis a través de estadística descriptiva.

Para la realización del estudio se contemplaron las consideraciones éticas de la declaración de Helsinki revisada en la 29ª. Asamblea Médica Mundial de Tokio, Japón en 1975, señalando que la finalidad de la investigación biomédica con sujetos humanos debe ser el perfeccionamiento de los métodos diagnósticos terapéuticos y profilácticos, así como el conocimiento de la etiopatogenia de la enfermedad, tomando en cuenta el respeto de cada individuo y salvaguardar su integridad personal. Así mismo se toma en consideración la normativa de la Investigación Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Una vez terminado el estudio y contando con los resultados se difundirá en Sesión General de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación SXXI, así como en la Sociedad Mexicana de Medicina de Rehabilitación esperando a través de este estudio proporcionar las bases para continuar abriendo puertas a la detección temprana de patologías.

## **ANALISIS ESTADISTICO:**

En el presente estudio se realizó el análisis estadístico a través de las medidas de tendencia central, media y desviación estándar por datos agrupados (onda a, b, c, amplitud onda b y tiempo de conducción central). Se aplicó T-Student para las diferencias entre ambos grupos en relación a sexo y diferencia interocular

## RESULTADOS:

De los 41 sujetos evaluados, 15 pertenecieron al sexo femenino (36.6%) y 26 al sexo masculino (63.4%), incluidos en un rango de edad de 18 a 45 años, siendo la media de  $31.73 \pm 9.69$  años para el sexo masculino y de  $32 \pm 7.47$  para el femenino. (Gráfica 1 y 2)

Los valores registrados para el sexo masculino para la latencia de la onda a derecha fue de  $19.05 \pm 1.44$  ms e izquierda de  $18.57 \pm 1.44$  ms, para la onda b derecha de  $43.94 \pm 2.35$  ms e izquierda de  $42.68 \pm 1.97$  ms y para la onda c derecha de  $72.61 \pm 2.79$  ms e izquierda de  $56.62 \pm 3.05$  ms. Para el sexo femenino la latencia de la onda a derecha se registró en  $18.45 \pm 1.75$  ms e izquierda en  $18.46 \pm 1.62$  ms, para la onda b derecha en  $42.96 \pm 1.50$  ms e izquierda en  $42.51 \pm 1.31$  ms y para la onda c derecha en  $69.63 \pm 32.72$  ms e izquierda en  $69.60 \pm 4.93$  ms.

La amplitud de la onda b en el grupo de varones se registró en  $3.51 \pm 0.57$  mV para el lado derecho y para el lado izquierdo en  $3.5 \pm 0.47$  mV. En el otro grupo la amplitud derecha para la misma onda se obtuvo en  $3.4 \pm 0.50$  mV y para el lado izquierdo en  $3.56 \pm 0.45$  mV.

El tiempo de conducción central para el grupo de varones fue de  $55.98 \pm 3.16$  ms en el lado derecho y de  $56.62 \pm 2.89$  ms en el lado izquierdo, mientras que para el grupo de mujeres en el lado derecho se registró en  $55.6 \pm 3.74$  ms y para el lado izquierdo en  $55.35 \pm 4.37$  ms (Tabla 1 y 2).

El promedio de las latencias para ambos ojos en el sexo femenino se registró para la onda a en  $18.54 \pm 1.69$  ms, para la onda b en  $42.74 \pm 1.40$  ms, para la onda c en  $69.61 \pm 4.30$  ms y para la amplitud de la onda b en  $3.48 \pm 0.48$  mV. Para el sexo masculino se obtuvo la onda a en  $18.81 \pm 1.44$  ms, onda b en  $43.31 \pm 2.24$  ms y la onda c en  $72.23 \pm 2.92$  ms (Tabla 3 y 4).

La diferencia interocular para el sexo masculino se registró para la onda a en  $78 \pm 0.62$  ms, para la onda b en  $1.9 \pm 1.6$  ms, para la onda c en  $2.08 \pm 1.2$  ms, y una amplitud de  $0.46 \pm 0.61$  mV, mientras que en el sexo femenino se registró en

1.66 ± 1.3 ms para la onda a, 1.94 ± 1.2 ms para la onda b, en 3.1 ± 2.1 ms para la onda c y en relación a la amplitud en 0.6 ± 0.47mV (Tabla 5 y 6)

Al aplicar la T de Student en el presente estudio no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los valores para sexo y diferencia entre ondas para el ojo derecho e izquierdo (p 0.05)

## DISCUSIÓN:

La evaluación neurofisiológica de la vía visual a través del ERG brinda nuevos horizontes hacia la detección de patologías subclínicas. La importancia de establecer valores de normalidad para cada laboratorio de neurofisiología permite eliminar factores de variabilidad en los resultados de las diferentes poblaciones a nivel mundial, tomando en cuenta factores como edad y sexo. Una vez establecidos los rangos de normalidad podrán realizarse en forma certera diagnósticos de anormalidad en la vía visual tanto en su porción central como en la porción periférica.

Es importante señalar que debe ponerse especial atención en todos los factores técnicos que contribuyan a obtener un trazo de registro adecuado entre los que podemos incluir la relajación del paciente, la utilización correcta de los filtros, así como contar con impedancias bajas. Durante el presente estudio pudimos comprobar que aún cuando en la literatura se refiere que la utilización de impedancias menores de 3 brindan un adecuado registro, con impedancias menores de 1 el resultado es más satisfactorio.

En nuestro estudio analizamos las ondas a, b y c del ERG, así como la amplitud de la onda b y el tiempo de conducción central. Dichas pruebas fueron realizadas en forma bilateral tanto en el sexo masculino como en el femenino. En relación a las latencias de las ondas a, b y c, no encontramos diferencia significativa entre ambos sexos, sin embargo encontramos una prolongación de las latencias en forma global del 5% en el grupo masculino en relación al sexo femenino. En la literatura mundial se reportan estudios en los que se encuentra

una prolongación del 10% en las latencias mayor en los hombres que en las mujeres, sin presentar significancia clínica

Las latencias del lado derecho se encontraron en forma general más prolongadas que las del lado izquierdo tanto en el grupo masculino como en el femenino. Podría pensarse que al tratarse del mismo individuo sano las latencias de ambos ojos deberían ser muy similares. En la literatura se ha referido que la prolongación en las latencias puede estar dado por la dominancia de las personas. Considerando que la mayor parte de la población es diestra, podría justificar dicha causa.

La amplitud de las ondas no presentó prácticamente diferencia en los grupos evaluados. Se tomó la medición de la onda b, por ser de mayor dimensión correspondiendo la onda a, al 50% de la onda b. Dichos resultados están en relación a aquellos referidos en la literatura.

Se decidió calcular el tiempo de conducción central con la finalidad de contar con una evaluación más completa de la vía visual. Consideramos que puede servir como herramienta en la diferenciación entre afectación a la vía visual periférica y lesiones con involucramiento de la vía visual a nivel central.

El grupo de edad considerado para este estudio fue de 18 a 45 años, con el fin de excluir el mayor número de factores que pudieran alterar nuestros resultados del estudio. En estudio realizados a nivel mundial para determinar los parámetros de normalidad se han excluido personas menores de 18 años y mayores de 60 años con la misma finalidad.

Consideramos que la muestra obtenida para el presente estudio fue pequeña, sin embargo, marca la base del establecimiento de los valores de normalidad, los cuales podrán ser aplicados posteriormente en patología específica o como parte del examen neurooftalmológico tanto en adultos como en niños

#### **SUGERENCIA:**

El aplicar dicha prueba como complementación diagnóstica en la valoración neuro-oftalmológica determinará la sensibilidad y especificidad de la misma en las diferentes patologías. Por lo que al contar con un laboratorio de neurofisiología podrá disponerse del recurso para una valoración integral de los pacientes

## **CONCLUSIONES:**

1 En nuestro estudio el ERG resultó ser una prueba fisiológica complementaria del examen clínico neurooftalmológico de fácil realización y bajo costo que permite contar con parámetros de normalidad cuya aplicación en el campo clínico serán de gran utilidad en la evaluación integral del paciente

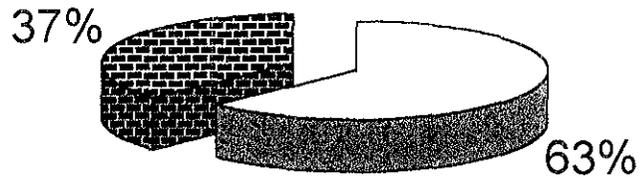
## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Afifi, Adel K, Bergman, Ronald A., Neuroanatomía funcional texto y atlas, McGraw Hill Interamericana, México 1998, 467-79
- 2 Faris Bradley, The basics of neuro-ophthalmology, Mosby Yearbook Inc, St. Louis MO 1991, 133-67.
3. Adams Raymond, Victor Maurice, Ropper Allan, Principles of Neurology, mcGraw Hill, 6ª. Ed., 1997, 227-237.
- 4 Allison Truett, Wood Charles, Brain stem auditory, pattern-reversal visual, and short-latency somatosensory evoked potentials: latencies in relation to age, sex, and brain and body size, Electroenceph. clin Neurophysiol , 1983, 55 619-36
- 5 Misslis Karl E. Spehlmann's Evoked potentials in clinical medicine, Lippincott Raven, Philadelphia, 1997:1-131.
- 6 Vaughan Daniel, Taylor Asbury, oftalmología General, 6ª Ed , Manual Moderno. México, 1982, 9-13:135-155
- 7 Sadler T.W , Langman Embriología Médica, Panamericana ,5ª Ed , México, 1986 321-329
- 8 Barr Murray L, Kierman John A , El sistema nervioso humano, 4ª ed , México, 1986 313-30
- 9 Halliday A M , Evoked potentials in clinical testing, Churchill Livingstone, Nueva York, 1993, 254-396
- 10 Celesia Gastone, Anatomy and physiology of visual evoked potentials and electroretinograms, Neurol clin. Nov 1988, 6 4,657-679
- 11 Winstein George, Vernon James, Cavender Sheri, Visually Evoked potentials and electroretinography in neurologic evaluation, Neurol clin., Feb 1991, 9-1, 225-242.
- 12 Guyton Arthur, Tratado de Fisiología Médica, 7ª ed., Interamericana, México, 1989,629 – 728
13. Chiappa Keith, Evoked potentials in clinical medicine, Lippincott-Raven, Philadelphia 1997, 1-31.
- 14 DeLisa Joel A, Gans Bruce M , Rehabilitation medicine, principles and practice, Lippincott-Raven 3ª. Ed , Philadelphia, 1998, 373-406.
- 15 Frederiksen, Johnsen, Larsson HB, Comparison of the pattern reversal visual evoked potential mediated by separate cone systems, Electroenceph. clin Neurophysiol. Mar.1995, 96:2, 97-104
- 16 Tumas V, Sakamoto C, Comparison of the mechanism of latency shift in pattern reversal visual evoked potential induced by blurring and contrast reduction , Electroenceph clin neurophysiol., Ene. 1997, 104:1 , 96-100
- 17 Sokol Samuel, Visually evoked potentials theory, techniques and clinical applications, Surv ophthalmol, Jul-Ags 1976, 21 11, 18-39
- 18 Ristanovic, Effects of spatially structured stimulus fields on pattern reversal visual evoked potentials, Electroenceph clin neurophys , 1981, 51 599-610.

- 19 Klemm, WR, Goodson RA, Contrast effects of the three primary colors on human visual evoked potentials .*Electroenceph clin neurophys* , 1983, 55: 557-66
- 20 Brusa A, Clinical Evaluation of VEPS to interleaved checkerboard reversal stimulation of central, hemi and peripheral fields, *Electroenceph clin neurophys*, 1995, 96, 485-94
- 21 Kuroiwa Yoshiyuki, Gastone Celesia Amplitude difference between pattern evoked potentials after left and right hemifield stimulation in normal subjects, *Neurology*, May 1987, 37 795-99

ESTANDARIZACION DE LOS VALORES DE ELECTRORETINOGRAMA CON ELECTRODO DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UMFR SXXI

DISTRIBUCION POR SEXO  
GRAFICA 1

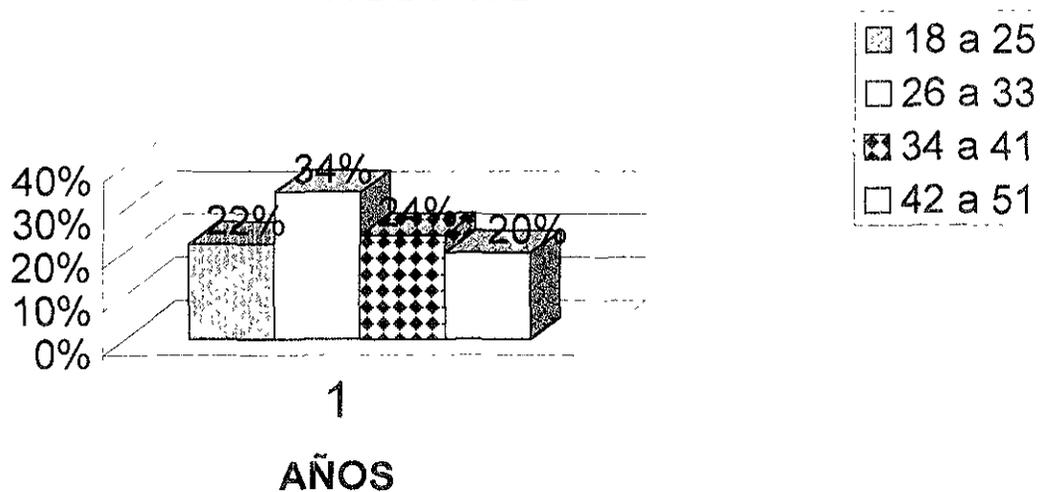


FUENTE: Datos del estudio

Dic:00

ESTANDARIZACION DE LOS VALORES DEL ELECTRORETINOGRAMA CON ELECTRODO  
DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UMFR SXXI

DISTRIBUCION POR EDAD  
GRAFICA 2



FUENTE: Datos del Estudio

Dic-00

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
 DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES DEL ELECTORRETINOGRAMA CON ELECTRODO DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI

**RESULTADOS**  
 TABLA 1

VALOR DE LAS LATENCIAS POR ONDA Y AMPLITUD DE LA ONDA b  
 EN EL SEXO MASCULINO

MASCULINO						
	DERECHO			IZQUIERDO		
	MEDIA	DESVIACION ESTANDARD	$\bar{X} + 3 DE$	MEDIA	DESVIACION ESTANDARD	$\bar{X} + 3 DE$
<b>LATENCIA Onda a</b> (ms)	19.05	1.44	14.71-23.38	18.57	1.44	14.25-22.89
<b>LATENCIA Onda b</b> (ms)	43.94	2.35	36.87-51.00	42.68	1.97	36.77-48.60
<b>LATENCIA Onda c</b> (ms)	72.61	2.79	64.22-81.00	71.84	3.05	62.67-81.02
<b>AMPLITUD Onda b</b> (mV)	3.51	0.57	1.79-5.24	3.50	0.48	2.03-4.96
<b>TCC</b> (ms)	55.98	3.16	46.49-65.46	56.62	2.89	47.92-65.31

FUENTE: Datos del Estudio

Diciembre del 2000

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
 DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES DEL ELECTORRETINOGRAMA CON ELECTRODO  
 DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
 REHABILITACIÓN SIGLO XXI

**RESULTADOS**  
 TABLA 2

VALOR DE LAS LATENCIAS POR ONDA Y AMPLITUD DE LA ONDA b  
 EN EL SEXO FEMENINO

	FEMENINO					
	DERECHO			IZQUIERDO		
	MEDIA	DESVIACION ESTANDARD	$\bar{X} + 3 DE$	MEDIA	DESVIACION ESTANDARD	$\bar{X} + 3 DE$
<b>LATENCIA</b> Onda a (ms)	18.45	1.75	13.19 -23.71	18.46	1.62	13.59-23.33
<b>LATENCIA</b> Onda b (ms)	42.96	1.50	38.45-47.48	42.51	1.31	38.56-46.45
<b>LATENCIA</b> Onda c (ms)	69.63	3.72	58.44-80.82	69.60	4.93	54.78-84.41
<b>AMPLITUD</b> Onda b (mV)	3.4	0.50	1.87-4.92	3.56	0.45	2.19-4.93
<b>TCC</b> (ms)	55.6	3.74	44.37-66.82	55.35	4.37	42.24-68.46

FUENTE: Datos del Estudio

Diciembre del 2000

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
 DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES DEL ELECTORRETINOGRAMA CON ELECTRODO DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI

**RESULTADOS**

TABLA 3

VALOR PROMEDIO BIOCULAR DE LAS LATENCIAS POR ONDA Y AMPLITUD DE LA ONDA b EN EL SEXO MASCULINO

<b>MASCULINO</b>			
	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR	X ± 3 DE
LATENCIA ONDA a (ms)	18.81	1.44	14.46-23.15
LATENCIA ONDA b (ms)	43.31	2.24	36.59-50.04
LATENCIA ONDA c (ms)	72.23	2.92	63.44-81.01
AMPLITUD ONDA b (mV)	3.50	0.52	1.92-5.09

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
 DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES DEL ELECTORRETINOGRAMA CON ELECTRODO  
 DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
 REHABILITACIÓN SIGLO XXI

**RESULTADOS**  
 TABLA 4

VALOR PROMEDIO BIOCULAR DE LAS LATENCIAS POR ONDA Y AMPLITUD DE LA ONDA b  
 EN EL SEXO FEMENINO

<b>FEMENINO</b>			
	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACION ESTÁNDAR</b>	<b><math>\bar{X} \pm 3</math> DE</b>
<b>LATENCIA ONDA a (ms)</b>	18.54	1.69	13.45-23.63
<b>LATENCIA ONDA b (ms)</b>	42.74	1.40	38.51-46.96
<b>LATENCIA ONDA c (ms)</b>	69.61	4.30	56.71-82.51
<b>AMPLITUD ONDA b (mV)</b>	3.48	0.48	2.03-4.92

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
 DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES DEL ELECTORRETINOGRAMA CON ELECTRODO  
 DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
 REHABILITACIÓN SIGLO XXI

**RESULTADOS**  
 TABLA 5

VALOR DE DIFERENCIA OJO DERECHO Y OJO IZQUIERDO POR LATENCIA DE ONDA Y  
 AMPLITUD DE ONDA B

<b>MASCULINO</b>			
	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR	$\bar{X} \pm 3 \text{ DE}$
LATENCIA ONDA a (ms)	78	0.62	-1.08-2.64
LATENCIA ONDA b (ms)	1.9	1.6	-2.09-6.7
LATENCIA ONDA c (ms)	2.08	1.2	-1.56-5.7
AMPLITUD ONDA b (mV)	0.46	0.61	-1.98-2.30

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
 DEPARTAMENTO DE NEUROFISIOLOGÍA

ESTANDARIZACIÓN DE LOS VALORES DEL ELECTORRETINOGRAMA CON ELECTRODO DE SUPERFICIE EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI

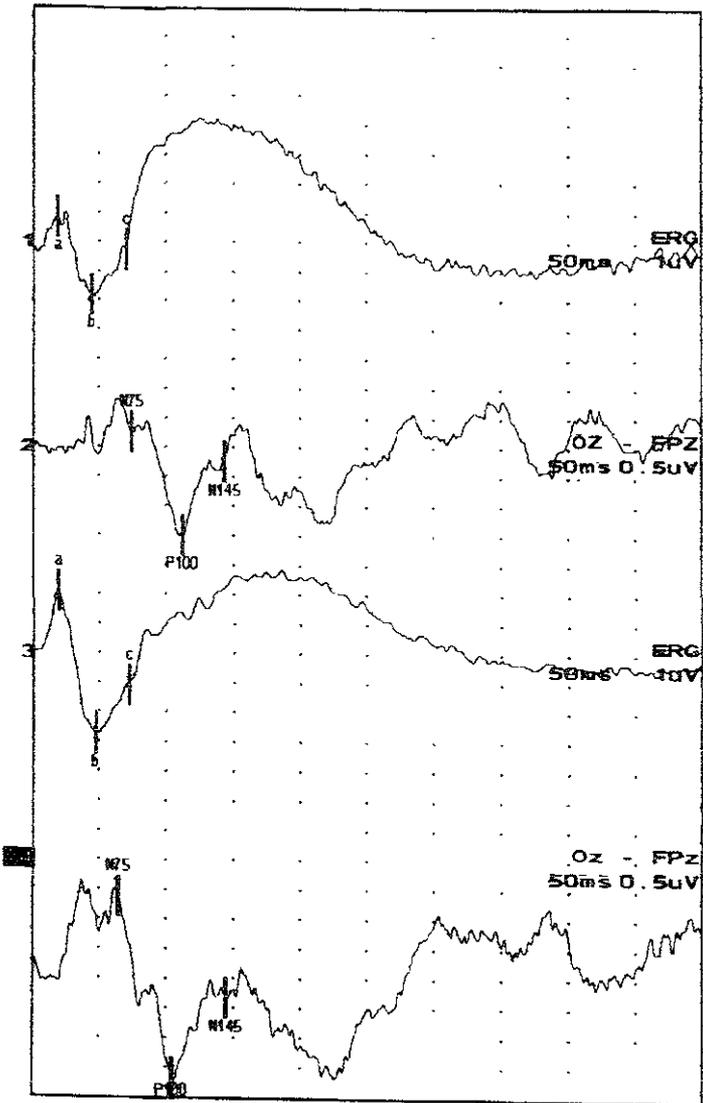
**RESULTADOS**  
 TABLA 6

VALOR DE DIFERENCIA OJO DERECHO Y OJO IZQUIERDO POR ONDA Y AMPLITUD DE ONDA B

FEMENINO			
	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR	$\bar{X} \pm 3 DE$
LATENCIA ONDA a (ms)	1.66	1.3	-2.2-5.62
LATENCIA ONDA b (ms)	1.94	1.2	-1.5-5.55
LATENCIA ONDA c (ms)	3.1	2.1	-3.34-9.54
AMPLITUD ONDA b (mV)	0.6	0.47	-0.81-2.01

FUENTE: Datos del Estudio

Diciembre del 2000



REGISTRO DE ELECTORRETINOGRAMA EN SUJETO SANO