



Centro de Neurociencias de Cuba

**Tesina para el Diplomado
en Neurociencias.**

Título: Valores normativos para Potenciales Evocados Visuales a Patrón según género en sujetos sanos.

Autor: Dr. Esnaider Valdivia Llanes.

Tutor: Dr. Ramón Cabal Rodríguez.

La Habana 2018.

Índice.

- 1- **Problema científico.**
 - 2- **Hipótesis.**
 - 3- **Objetivo General y específicos.**
 - 4- **Aporte Teórico.**
 - 5- **Novedad y actualidad.**
 - 6- **Revisión bibliográfica.**
 - 7- **Materiales y métodos.**
- Método.**
- Análisis estadístico.**
- 8- **Observacion y resultados.**
 - 9- **Discusión.**
 - 10- **Conclusiones.**
 - 11- **Referencias bibliográficas.**

Problema: ¿Qué sesgos traería para la interpretación de los potenciales evocados visuales a patrón la ausencia de bases normativas propias de cada laboratorio de electrofisiología de la visión, teniendo en cuenta el género?

Hipótesis: Las bases normativas de los potenciales evocados visuales a patrón difieren de acuerdo al género.

Objetivo general: Obtener los valores normativos para los potenciales evocados visuales a patrón en sujetos sanos.

Objetivos específicos:

1-Determinar si existen diferencias entre los valores normativos para PEV con inversión de patrón a 60 y 12 minutos de arco en sujetos sanos de ambos sexos.

Aporte teórico y práctico:

Esta investigación brindará los valores normativos para los potenciales evocados visuales a patrón según género. Esto permitirá contar con las primeras bases normativas de la electrofisiología visual de este tipo en nuestro país, que servirá para realizar una mejor interpretación de los resultados obtenidos y hacer un diagnóstico más preciso y un seguimiento de las patologías a estudiar.

Novedad y actualidad:

La vía visual es afectada por la gran mayoría de las patologías neurológicas, es por esto que la electrofisiología de la visión es uno de los pilares fundamentales hoy en día para los estudios de enfermedades neurológicas, no solo estructurales sino funcionales y conductuales, permitiendo su corroboración con estudios modernos como la RMN en todas sus modalidades, Tomografía de Coherencia Óptica, P300, etc.

En la actualidad se cuenta con pocos estudios de este tipo a nivel mundial, y sus muestras no son significativas. Gracias a la tecnología se sigue demostrando que numerosas patologías neurológicas y específicamente neuro-oftalmológicas, son propensas al sexo femenino; para esto se emplean medidas antropométricas y estudios más precisos como los hormonales. Por otro lado, se explica que la estimulación visual monocular en los potenciales evocados visuales, se utiliza para diferenciar a que nivel de la vía visual existe la afeción, pre o retro quiasmática.

Estudios recientes relacionan el Autismo con alteraciones de la vía visual, específicamente con la vía parvocelular.

Revisión bibliográfica

Los potenciales evocados visuales (PEV) son fluctuaciones de voltaje en el tiempo, obtenidos en la corteza visual primaria(V1). Fueron empleados por primera vez por Adrian y Mathews en el estudio del ritmo Bergers¹.

Los potenciales evocados visuales se utilizan para el estudio de la conducción de la vía visual desde el nervio óptico hasta la corteza visual. Para medir los PEV, se estimula el campo visual, usualmente con un estímulo visual en forma de damero, y la respuesta evocada es recogida usando electrodos de registro sobre el cuero cabelludo en el lóbulo occipital².

Existen tres estímulos estandarizados establecidos para la recogida de los PEV: PEV con inversión de patrón, PEV con patrón encendido y apagado y el PEV con un estímulo luminoso no estructurado(flash)³, este último fue el primero en ser utilizado. El PEV con inversión de patrón es el más propuesto por tener una baja variabilidad relativa en la forma de su onda, la latencia pico sobre la población normal⁴.La inocuidad de los PEV permite las investigaciones tanto en niños como en ancianos^{5,6}. El reflejo de la conducción nerviosa del estímulo visual a lo largo de la vía visual que aumenta la excitabilidad en V1 antes de la percepción visual⁷.

Una respuesta de un PEV con inversión de patrón consta de un pico positivo en un periodo de latencia de 100ms.Existen tres fases separadas en esta onda: una deflexión negativa(N75), una prominente deflexión positiva(P100) seguida por una deflexión negativa(N135). La latencia pico, la amplitud pico a pico y el tiempo implícito son las medidas de importancia en esta onda⁵.

El PEVrp está relacionado con el campo retinotópico de V1⁸. Este contribuye con el progresivo esclarecimiento de V1, más allá de su rol como el nivel más lento de aferencia jerárquica progresiva visual cortical, transformándolo en un activo participante relacionado dentro de estadios tempranos y tardíos del procesamiento cortical, determinado por impulsos de retroalimentación de áreas visuales asociativas.

En la práctica diaria, El PEVrp puede ser aplicado para explorar propiedades funcionales de V1 tales como agudeza visual y sensibilidad al contraste, algunos resultados son concisos en relación con la maduración visual ⁹ estudiados por cualquier examen psicofísico¹⁰⁻¹¹ o por estudios estructurales como la tomografía de coherencia óptica(OCT).¹²⁻¹⁷

Pero en la gran mayoría de las aplicaciones clínicas de PEV los incluyen en el diagnóstico de alteraciones neurológicas que afectan la vía visual, incluyendo enfermedades neuro-oftalmológicas con una clara predilección por el sexo¹⁸, como es el caso de la esclerosis múltiple¹⁹, Neuropatía óptica hereditaria de Léber(LHON)²⁰, neuromielitis óptica (Enfermedad de Devic) y tumores del sistema nervioso central entre otros²¹.

Evaluar la amplitud pico a pico y tiempo implícito de los PEVrp está en relación con la mayoría de las fibras funcionales y su velocidad de conducción^{5,6}. En este contexto los valores normativos son indispensables.

Muchos estudios previos han considerado también el efecto del género en los parámetros de los VEP.^{22-25,26-30}

Sin embargo, en publicaciones de estudios anteriores de la Sociedad Internacional de la electrofisiología clínica de la visión (ISCEV) guía para VEP,³ ha seguido protocolos locales,²⁵ y más recientemente usado un protocolo similar, pero no exactamente igual.^{24,26-30}

En el país se cuenta con una red de laboratorios de electrofisiología de la visión y equipos de producción nacional para su equipamiento, pero no se contaba con una base normativa para los mismos, por esta razón se realizó un estudio en pacientes sanos y se establecieron bases normativas para cada uno de los estudios electrofisiológicos visuales en el Instituto Cubano de Oftalmología.³¹

La ISCEV también aconseja que cada laboratorio de electrofisiología de la visión debería tener su propia base normativa.³² Algunos requerimientos que encierran esta recomendación son cuestionables, para esto es esencial obtener una prueba que reúna solo sujetos sanos de ambos sexos con una distribución de edad representativa y el uso de un sistema de electro diagnóstico que incluya parámetros de estímulos y características de registros según las guías de ISCEV.

Nuevos descubrimientos están considerando la diferencia de sexo en el funcionamiento cerebral y en algunas enfermedades neuro-oftalmológicas¹⁶ que pueden enfatizar en la necesidad de revisar la importancia de género en las normas de PEV. Las causas de las diferencias de género no están claras, pero se cree que están asociadas a características anatómicas y endocrinas.³³ Algunas han sido descubiertas incluso por RMN tales como el tamaño cerebral, un alto porcentaje de sustancia blanca y un escaso porcentaje de sustancia gris en hombres en relación con mujeres.³⁴⁻³⁸

Los valores normativos para PEVrp han sido reportados por estimulación monocular en adultos sanos²⁴ con estimulación binocular usado más frecuentemente en niños²³. Los valores obtenidos de PEV solo de estimulación binocular son inusuales porque esto puede enmascarar una alteración monocular en la conducción visual.³⁹

El propósito del autor es determinar una base normativa de valores para los VEP a patrón de acuerdo al género siguiendo los parámetros establecidos por la ISCEV en adultos sanos, teniendo en cuenta edad y medidas antropométricas. Esto puede cuantificar aspectos clínicos de la función de la vía visual en muchos desórdenes neurológicos, especialmente en enfermedades relacionadas con el sexo, ayudando en el diagnóstico y monitorización de una terapéutica apropiada.

Nota: La revisión bibliográfica continúa en progreso.

Materiales y métodos

Descripción de la muestra:

Método.

Para la obtención de valores normativos de PEVp (potenciales evocados visuales a patrón), se realizó un estudio descriptivo prospectivo de corte longitudinal en sujetos sanos de ambos sexos, provenientes de La Facultad de Medicina "Enrique Cabrera" y personal de nuestro centro. El estudio se realizó en el servicio de Neuro-oftalmología del Hospital General Docente "Enrique Cabrera Cossio", en un período de 3 meses.

La muestra se divide equitativamente según el sexo, hasta el momento solo se cuenta con ocho pacientes, cuatro varones y cinco hembras. A todos los sujetos se les explicó el procedimiento y se les pidió el consentimiento informado por escrito. Se les realizaron estudios funcionales visuales subjetivos que incluyan agudeza visual mejor corregida (AVMC), visión de color (VC), sensibilidad al contraste (SC), reflectividad y tamaño pupilar. Objetivos como: biomicroscopía del segmento anterior y posterior, estudio de la motilidad ocular, tensión ocular; y las medidas antropométricas como: estatura, peso corporal, índice de masa corporal, área de masa corporal y circunferencia cefálica. La evaluación por electrofisiología visual se realiza el equipo Roland-Consult y software RETI port Science.

Las evaluaciones de los estudios funcionales visuales se obtuvieron mediante la determinación de la agudeza visual con optotipo log MAR a 6 m (cartilla No. 4 de Bayley y Lovey), escala VAR; la visión de color medida por prueba de Ishihara (38 láminas); la notación en quebrados base 21 (número de láminas reconocibles por el sujeto normal); la sensibilidad al contraste con prueba Pelli Robson a dos distancias, 1 y 3 metros (frecuencias espaciales bajas y medias), y resultados en notación de tríadas. Para la biomicroscopía del segmento anterior y posterior se utilizó la lámpara de hendidura con lente Golmand de tres espejos, oftalmoscopio indirecto con lente aérea de 20D; la motilidad ocular, en las nueve posiciones de la mirada, test de Hirsberg y Cover test. La tensión ocular con tonómetro de aire. De las medidas antropométricas: altura en cm, el peso en kg, el índice de masa corporal y el área de superficie corporal según las formulas establecidas internacionalmente, la circunferencia cefálica se medirá desde el inion occipital al nasio en la región frontal supra orbitaria.

A los individuos se les aconsejó dormir bien la noche anterior evitar colirios midriáticos o mióticos al menos por 12 horas previas.

La recogida y evaluación de las respuestas electrofisiológicas se realizó según las recomendaciones de la ISCEV. El equipo cuenta con una PC la cual tiene el software de la prueba. Se utilizaron electrodos de registro de superficie montados en tres derivaciones: O3, Oz y O4 n región occipital con sus respectivos electrodos de referencia frontales y el electrodo tierra, utilizando para esto dos

canales y según el sistema 10-20 internacional. Estas respuestas fueron recogidas en una PC la cual realizó el análisis y nos brindó los resultados luego de compararlos con su base normativa.

La habitación tranquila y oscura. El individuo es sentado a 1 metro de la pantalla del monitor donde se proyecta el estímulo.

Las condiciones de estimulación y registro para el potencial evocado visual cortical y a patrón, son las siguientes:

- Equipo: Roland-Consult; software RETIport Science.
- Estímulo: patrón estructurado (Damero) blanco y negro de iluminación alternante.
- Campo de estímulo: mayor de 15 grados.
- Frecuencia espacial: de 12 y 60 min/arc.
- Modo de estimulación: inversión de patrón. Iluminación 80 cd/m².
- Frecuencia temporal: 0,5 a 5 Hz para respuestas transientes y 6 a 16 Hz para respuestas de estado estable.
- Tiempo de análisis: 150 milisegundos.
- Filtraje: 1-100 Hz.
- Sin presencia de midriasis y con una óptima corrección refractiva.
- Promediaciones:100.
- Impedancia: 5 k Ohm.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con un rango de edad entre 17 y 40 años.
- Pacientes con examen neuro-oftalmológico normal.
- La unidad de agudeza visual con o sin corrección.
- Voluntariedad para participar en el estudio.
- Ausencia de cirugías oftalmológicas previas.

Criterios de exclusión:

- Enfermedades o trastornos neurológicos o sistémicas.
- Enfermedades infecciosas.
- Consumo de medicamentos que influyan sobre el SNC como: antidepresivos, hipnóticos, ansiolíticos etc.

Análisis estadístico:

Se calcularon las medias y desviaciones estándar para las latencias y las amplitudes de las ondas de los PEV a patrón. Para la comparación entre las variables con ambos sexos se utilizaron medidas no paramétricas por la escasa muestra (U de Mann-Whitney), dejando la T de Student para cuando la muestra sea significativa. Para el análisis de correlación de los PEV y los parámetros antropométricos se utilizó el coeficiente de Pearson "r". El análisis estadístico se realizó con el software SPSS versión 20.

En este estudio se estableció un coeficiente de confianza de 95% para una significancia estadística de 0.05.

Observación y resultados preliminares.

Tabla 1. Comparación de los parámetros antropométricos entre sujetos sanos masculinos y femeninos. (U de Mann-Whitney)

Parámetros	Masculino		Femenino		P-valores
	Media +/- DE		Media +/- DE		
Edad (años)	29.50	8.10	35.75	4.57	0.114
Altura(cm)	171	11.05	162.50	6.56	0.114
Peso(kg)	71.25	11.06	68.38	13.98	0.886
IMC(kg/cm ²)	24.75	5.30	25.51	5.26	1.00
CC(cm)	57.38	1.79	55.62	0.48	0.057
ASC(m ²)	3.37	0.55	3.12	0.68	0.686

Nota: IMC (índice de masa corporal); ASC (área de superficie corporal); CC (circunferencia cefálica).

En esta tabla se muestran la comparación entre los parámetros antropométricos y los sujetos masculinos y femeninos. En ella no se muestran significancias estadísticas significativas entre ambos sexos.

Tabla 2. Comparación entre los parámetros del PEV a patrón y sujetos masculinos y femeninos en el ojo derecho. (U de Mann-Whitney)

Parámetros	Masculino		Femenino		Valores- P
	Media +/- DE		Media +/- DE		
N75 60'	67.50	6.25	71.25	4.11	0.343
	83.0	4.55	81.25	0.96	0.486
P100 60'	99.75	4.57	102	6.16	0.486
	110.5	5.0	107.50	5.57	0.343
N135 60'	130	17.30	139.50	8.35	0.686
	143	4.55	144.75	2.50	0.486
Amplitud 60'	10.24	3.20	11.14	1.80	1.000
P100 12'	10.21	4.74	12.72	2.28	0.343

Tabla 3. Comparación de los parámetros del PEV a patrón entre sujetos masculinos y femeninos en el ojo izquierdo.

Parámetros	Masculino		Femenino		Valores- P
	Media +/- DS		Media +/- DS		
N75 60'	78.25	11.17	75.75	14.72	0.886
	80.0	11.19	83.0	4.83	0.686
P100 60'	110.25	9.43	113.50	12.58	0.686
	110.5	7.19	110.5	6.85	1.000
N135 60'	142.75	5.90	142.75	6.44	1.000
	144.0	4.69	147.0	3.85	0.486
Amplitud 60'	10.48	2.66	8.16	1.87	0.343
P100 12'	8.48	2.89	7.30	0.74	0.686

En los resultados de la tabla 2 y 3, no se encuentran diferencias de significancia estadística entre los valores de latencia de N75, P100, N135, voltaje del pico N75-P100 de ambos ojos y sujetos de ambos sexos.

Tabla 4. Coeficiente de correlación(r) entre parámetros antropométricos y PEV a patrón en sujetos masculinos.

Parámetros	Ojo derecho				Ojo izquierdo			
	N75	P100	N135	Amplitud P100	N75	P100	N135	Amplitud P100
	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'
Altura	-1.59	0.22	0.87	-0.51	-0.87	-0.25	-0.53	-0.94
	0.44	0.00	-0.57	-0.81	-0.77	0.83	-0.30	-0.51
Peso	0.31	-0.99	0.61	0.42	-0.44	-0.85	0.33	0.39
	0.76	-0.79	-0.42	-0.12	0.36	0.30	0.98	-0.60
IMC	0.39	-0.8	0.44	0.68	0.19	-0.42	0.51	0.88
	0.30	-0.61	0.11	0.46	0.69	0.69	0.88	-0.05
CC	-0.42	-0.74	-0.13	-0.21	-0.12	-0.84	0.84	0.25
	0.22	-0.13	-0.69	-0.38	0.73	0.65	0.77	-0.71
ASC	0.23	-0.87	0.66	0.18	-0.17	-0.92	0.11	-0.002
	0.91	-0.76	-0.64	-0.45	0.04	-0.45	0.82	-0.81

Tabla 5. Coeficiente de correlación(r) entre parámetros antropométricos y PEV en sujetos femeninos.

Parámetros	Ojo derecho				Ojo izquierdo			
	N75	P100	N135	Amplitud P100	N75	P100	N135	Amplitud P100
	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'	60' 12'
Altura	0.30	0.86	0.69	-0.40	0.15	0.95	0.94	-0.78
	-0.50	0.69	0.91	0.05	-0.12	-0.10	-0.27	-0.37
Peso	-0.57	0.07	-0.67	-0.95	-0.36	0.07	0.04	-0.20
	-0.57	0.05	0.70	-0.59	0.34	0.51	0.48	0.01
IMC	-0.59	-0.10	-0.17	-0.94	-0.28	-0.21	-0.23	0.11
	-0.04	-0.03	0.50	-0.76	0.54	0.70	0.71	-0.03
CC	-0.53	0.11	-0.02	-0.96	-0.33	0.09	0.07	-0.21
	-0.09	0.09	0.73	-0.60	0.36	0.53	0.49	-0.03
ASC	-0.45	0.26	0.09	-0.93	-0.31	0.29	0.26	-0.39
	-0.14	0.19	0.84	-0.49	0.51	0.41	0.34	-0.05

En estas dos últimas tablas 4 y 5, se muestra el análisis de correlación entre los parámetros antropométricos y los valores de los PEV en ambos sexos mediante el coeficiente de Pearson "r". Dentro de los sujetos masculinos, en el OD, existe correlación entre: latencia de N75 para todos los parámetros excepto para los 60' (60 minutos de arco) con altura y ASC, y para los 12' (12 minutos de arco) CC; latencia de P100 a 60' y 12' de con todos los parámetros exceptuando la altura y la CC para los 12'; latencia de N135 y todos los parámetros excepto a 60' con CC y a 12' con IMC; la amplitud de P100 con CC y ASC a 60' y a 12' con el peso. De igual modo en el OI con: latencia de N75 excepto con ASC para 60' y 12', para 60' con IMC y CC; latencia de P100 menos con la Altura a 60'; latencia de N135 excepto ASC a 60' y la amplitud de la P100 se correlaciona con todos los parámetros exceptuando a la CC y al ASC a 60', de igual forma para el IMC a los 12'.

Dentro de los sujetos femeninos, en el OD, la latencia de N75 se correlaciona con todos los parámetros excepto a 12' con IMC, CC y ASC; la latencia de la P100 solo se correlaciona con la altura para ambas frecuencias espaciales; la latencia de N135 se correlaciona con todos menos con el IMC, CC y ASC a 60'; la amplitud de la P100 no se correlaciona solamente con la altura a 12'. En el OI, la latencia de la N75 a 60' y 12' se correlaciona con todos los parámetros exceptuando la altura; la latencia de la P100 es correlacionada con todas las medidas a excepción del IMC y CC para los 60' y la altura para los 12'; la latencia de la 135 guarda relación con las variables señaladas menos a 60' con el peso, IMC, CC, ASC y 12' con la altura; la amplitud de la P100 solo se correlaciona a ambas frecuencias espaciales con la altura y a 60' con la ASC.

Discusión:

Los PEV son un importante proceder para la evaluación de la función visual y tienen una alta sensibilidad en las lesiones del nervio óptico y el quiasma anterior⁴⁰. La activación de la corteza visual primaria se debe al estímulo del campo visual central. Los PEV pueden estar afectados por cualquier daño en cualquier lugar del trayecto de la vía visual incluyendo el ojo, nervio óptico, radiaciones ópticas, y corteza visual⁴¹.

En este estudio no se encuentran diferencias significativas entre ambos sexos como en estudios previos⁴²⁻⁴⁷, por otro lado, coincide con otros estudios⁴⁸. No se puede realizar una comparación con este estudio por la escasa muestra.

La causa exacta de las diferencias de géneros con los parámetros de los PEV no está clara, pero puede estar relacionada con las diferencias anatómicas o endocrinas⁴⁹. En un estudio dirigido por Marsh MS et al.⁵⁰, se compara la diferencia de PEV entre mujeres gestantes y no gestantes, aquí se observó que la media de la latencia de la P100 fue más corta en las mujeres embarazadas. La diferencia de los niveles de esteroides en sangre puede ser igualmente la causa de la diferencia de latencia de la P100 entre mujeres embarazadas y no embarazadas. Kaneda Y et al.⁵¹, postularon que la diferencia de PEV según el sexo puede ser atribuido a diferencias de sexo determinadas genéticamente en el sistema neuroendocrino.

Guthkelch et al.⁵² atribuyen la diferencia de género a diferencias en la geometría de la cabeza más que a la diferencia biológica de ambos sexos.

Limitaciones:

La principal limitación de este estudio es la pequeña muestra con la que se cuenta para este análisis hasta este momento, en segundo lugar, no se realizó correlación entre los género y estudios endocrinos.

Conclusiones:

Todos los laboratorios de electrofisiología de la visión deben contar con sus propias bases normativas para un mejor análisis e interpretación de los resultados además de futuras referencias. Hasta el momento de existen diferencias de los PEV a patrón entre sujetos masculinos y femeninos.

Referencia Bibliográfica.

1. Adrian ED, Matthews BH (1934) The interpretation of potential waves in the cortex. *J Physiol* 81 :440–471.
2. Carter JL. Visual Evoked Potentials. In : *Clinical Neurophysiology*. ed. Daube JR and Rubin DI. 2009 ; 3rd ed.311-22. Oxford University Press.
3. Odom JV, Bach M, Brigell M, Holder GE, McCulloch DL Tormene AP, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2009 update). *Doc Ophthalmol*. 2010 ;120 :205-14.
4. Odom JV, Bach M, Barber C, Brigell M, Marmor MF, Tormene AP, et al. Visual evoked potentials standard. *Doc Ophthalmol*. 2004 ;108(2) :115-23.
5. Tobimatsu S, Celesia GG (2006) Studies of human visual pathophysiology with visual evoked potentials. *Clin Neurophysiol* 117 :1414–1433.
6. Celesia GG (2006) Role of clinical neurophysiology in the diagnosis and management of visual disorders. *Suppl Clin Neurophysiol* 59 :311–316.
7. Di Russo F, Spinelli D (1999) Electrophysiological evidence for an early attentional mechanism in visual processing in humans. *Vision Res* 39 :2975–2985
8. Yadav NK, Ciuffreda KJ (2014) Effect of simulated octant visual field defects on the visual evoked potential (VEP). *JOptom* 7 :238–240.
9. Petrov Y, Nador J, Qian J (2012) VEP correlates of feedback in human cortex. *PLoS ONE* 7: e51791.
10. Kromer R, Serbecic N, Krastel H, Beutelspacher SC. Comparison of VEP with contrast sensitivity and other measurements of central visual function. *Acta Ophthalmol* 2014 Mar.;92(2):141-6. Consultada 4/04/2018. Citado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23826869>
11. Kothari R, Singh R, Singh S, Bokariya P (2013) Association of pattern reversal VEP parameters with the mean defect of Humphrey visual field in patients of primary open angle glaucoma. *Indian J Physiol Pharmacol* 57:123–131
12. Verroiopoulos G, Nitoda E, Ladas ID, Antonakaki D, Moschos MM (2016) Ophthalmological assessment of OCT and electrophysiological changes in migraine patients. *J Clin Neurophysiol* 33:431–442.

13. Grecescu M. Optical coherence tomography versus visual evoked potentials in detecting subclinical visual impairment in multiple sclerosis. *J Med Life*. 2014 Oct-Dec;7(4):538-41. Consultado: 4/04/2018.

Citado: <https://tidsskriftet.no/en/2013/05/evoked-potential-tests-clinical-diagnosis>

14. Lee JY, Cho K, Park KA, Oh SY. Analysis of Retinal Layer thicknesses and Their Clinical Correlation in Patients with Traumatic Optic Neuropathy. *Clinical Correlation in Patients with Traumatic Optic Neuropathy. PLoS One*. 2016 Jun 13 ;11(6). Consultado: 04/04/2018. Citado: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27295139>

15. Kim NH, Kim HJ, Park CY, Jeong KS, Cho JY. Optical Coherence Tomography versus Visual Evoked Potentials for Detecting Visual Pathway Abnormalities in Patients with Neuromyelitis Optica Spectrum Disorder. *J Clin Neurol* 2018 Apr;14(2):200-205. Consultado: 04/04/2018.

Citado: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5897203/>

16. Vottonen P, Pääkkönen A, Tarkka IM, Kaarniranta K. Best-corrected visual acuity and retinal thickness are associated with improved cortical visual processing in treated wet AMD patients. *Acta Ophthalmol*. 2015 Nov;93(7):621-5. Consultado: 04/04/2018.

Citado: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aos.12774>

17. Kim NH, KIM HJ, Park CY, Jeong KS, Cho JY. Optical Coherence Tomography versus Visual Evoked Potentials for Detecting Visual Pathway Abnormalities in Patients with Neuromyelitis Optica Spectrum Disorder. *J Clin Neurol*. 2018 Apr;14(2):205. Consultado 04/04/2018.

Citado: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28883674>

18. Chen JJ, Costello F, Kardon RH (2015) Sex disparities in neuro-ophthalmologic disorders. *Curr Eye Res* 40 :247–265.

19. Andrade EP, Sacai PY, Berezovsky A, Salomao SR (2007) Pattern-reversal visual evoked potential abnormalities in patients with defined multiple sclerosis. *Arq Bras Oftalmol* 70 :943–948

20. Sacai PY, Salomao SR, Carelli V, Pereira JM, Belfort R Jr, Sadun AA, Berezovsky A (2010) Visual evoked potentials findings in non-affected subjects from a large Brazilian pedigree of 11778 Leber's hereditary optic neuropathy. *Doc Ophthalmol* 121 :147–154.

21. Brecejl J (2014) Visual electrophysiology in the clinical evaluation of optic neuritis, chiasmal tumours, achiasmia, and ocular albinism: an overview. *Doc Ophthalmol* 129 :71–84.

22. Malcolm CA, McCulloch DL, Shepherd AJ (2002) Patternreversal visual evoked potentials in infants : gender 66 Doc Ophthalmol (2017) 135 :53–67.
23. Dion LA, Muckle G, Bastien C, Jacobson SW, Jacobson JL, Saint-Amour D (2013) Sex differences in visual evoked potentials in school-age children: what isthe evidence beyond the checkerboard? Int J Psychophysiol 88 :136–142.
24. Sharma R, Joshi S, Singh KD, Kumar A (2015) Visual evoked potentials: normative values and gender differences. J Clin Diagn Res 9 :CC12–CC15.
25. Allison T, Wood CC, Goff WR (1983) Brain stem auditory, pattern-reversal visual, and short latency somatosensory evoked potentials: latencies in relation to age, sex, and brain and body size. Electroencephal Clin Neurophysiol 55 :619–636
26. Kothari R, Bokariya P, Singh S, Narang P, Singh R (2013) Normative data of peak latencies of N70, N155 waves and inter-peak latency of pattern reversal visual evoked potentials in central Indian population. Int J Basic Appl Med Sci 3:180–185
27. Felgueira RM, Guilhoto LMFF (2005) Estudo normativo do potencial evocado visual por padrão reverso. J Epil Clin Neurophysiol 11:171–175
28. Gupta S, Gupta G, Singh S (2013) Study of mechanism of binocular interaction in normal adults using pattern reversal visual evoked potentials. Indian J Basic Appl Med Res 3 :88–97
29. Solanki JD, Joshi NH, Mehta HB, Shah CJ (2013) Visual evoked potential: head size, sex, and BMI. Sud J Ophthalmol 5 :79–81.
30. Gupta S, Gupta G, Deshpande VK (2016) Visual evoked potentials: impact of age, gender, head size and BMI. Int J Biom Adv Res 7 :22–26.
31. Hernandez O, Columbie Y, Hernandez Y, Rodriguez R, Castell R, Ferro D. Electrofisiología de la visión: generalización de estudios normativos en individuos sanos. Sci 2015;8(1).
32. Odom JV, Bach M, Brigell M, Holder GE, McCulloch DL, Mizota A, Tormene AP (2016) ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update). Doc Ophthalmol 133:1–9.
33. Mishra UK, Kalita J. Visual Evoked Potential. In : Clinical Neurophysiology. editors, Mishra UK, Kalita J. 2004, 1 st ed., pp.249-66, New Delhi, Elsevier.
34. Cahill L (2014) Fundamental sex difference in human brain architecture. Proc Natl Acad Sci USA 111 :577–578.
35. Ingalhalikar M, Smith A, Parker D, Satterthwaite TD, Elliott MA, Ruparel K, Hakonarson H, Gur RE, Gur RC, Verma R (2014) Sex differences in the structural connectome of the human brain. Proc Natl Acad Sci USA 111 :823–828.

36. Knickmeyer RC, Wang J, Zhu H, Geng X, Woolson S, Hamer RM, Konneker T, Styner M, Gilmore JH (2014) Impact of sex and gonadal steroids on neonatal brain structure. *Cereb Cortex* 24 :2721–2731
37. Ruigrok AN, Salimi-Khorshidi G, Lai MC, Baron-Cohen S, Lombardo MV, Tait RJ, Suckling J (2014) A meta-analysis of sex differences in human brain structure. *Neurosci Biobehav Rev* 39 :34–50.
38. Glezerman M (2016) Yes, there is a female and a male brain: Morphology versus functionality. *Proc Natl Acad Sci USA* 113 : E1971.
39. di Summa A, Fusina S, Bertolasi L, Vicentini S, Perlini S, Bongiovanni LG, Polo A (1999) Mechanism of binocular interaction in refraction errors: study using pattern-reversal visual evoked potentials. *Doc Ophthalmol* 98:139–151.
40. Carter JL. Visual Evoked Potentials. In : *Clinical Neurophysiology*. ed. Daube JR and Rubin DI. 2009 ; 3rd ed. 311-22. Oxford University Press.
41. Odom JV, Bach M, Brigell M, Holder GE, McCulloch DL, Tormene AP, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2009 update). *Doc Ophthalmol*. 2010 ;120 :205-14.
42. Kjaer M. Visual evoked potentials in normal subjects and patients with multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand*. 1980 ;62(1) :1-13.
43. Allison T, Wood CC, Goff WR. Brain stem auditory, pattern-reversal visual, and short-latency somatosensory evoked potentials: latencies in relation to age, sex, and brain and body size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1983 ;55(6) :619-36.
44. Chu NS. Pattern-reversal visual evoked potentials: latency changes with gender and age. *Clin Electroencephalogr*. 1987 ;18(3) :159-62.
45. Guthkelch AN, Bursick D, Scabassi RJ. The relationship of the latency of the visual P100 wave to gender and head size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1987;68(3):219-22.
46. Gregori B, Pro S, Bombelli F, La Riccia M, Accornero N. Vep latency: sex and head size. *Clin Neurophysiol*. 2006 ;117(5) :1154-7.
47. Dion LA, Muckle G, Bastien C, Jacobson SW, Jacobson JL, Saint-Amour D. Sex differences in visual evoked potentials in school-age children: What is the evidence beyond the checkerboard? *Int J Psychophysiol*. 2013 ;88(2) :136-42.
48. Mitchell KW, Howe JW, Spencer SR. Visual evoked potentials in the older population: age and gender effects. *Clin Phys Physiol Meas*. 1987;8(4):317-24.
49. Celesia GG, Kaufman D, Cone S. Effects of age and sex on pattern electroretinograms and visual evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1987;68(3):161-71.

50.Marsh MS, Smith S. Differences in the pattern visual evoked potential between pregnant and non-pregnant women. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1994;92(2):102-6.

51.Kaneda Y, Nakayama H, Kagawa K, Furuta N, Ikuta T. Sex differences in visual evoked potential and electroencephalogram of healthy adults. *Tokushima J Exp Med.* 1996 ;43(3-4) :143-57.

52.Guthkelch AN, Bursick D, Sclabassi RJ. The relationship of the latency of the visual P100 wave to gender and head size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1987;68(3):219-22.