

# Electrofisiología Moderna y Electrodiagnóstico

**Autores: Lavaque, Alejandro José; Agüero, Carlos del Valle; Antoni, Susana**  
 Centro de Especialidades Oftalmológicas (CEO) y Nuevo Instituto Tucumano de Innovación y Desarrollo en Oftalmología (NITIDO)



El estudio de la actividad eléctrica a través de los nervios del cuerpo humano y en la unión neuromuscular ha sido motivo de estudios e investigación desde hace décadas. James Dewar (1842-1923) describió por primera vez que la iluminación del globo ocular a través de la pupila produce una respuesta eléctrica a nivel de la retina. Esta fue la primera descripción disponible de lo que posteriormente se conocería con el nombre de electroretinograma (ERG). Para una revisión más completa sobre la historia de la electrofisiología y el electrodiagnóstico ocular escanear el código QR presente en este artículo.

La electrofisiología ocular (EO) es una forma objetiva de obtener información de la respuesta eléctrica de la retina y el nervio óptico. Considerada en el pasado como un estudio poco confortable y con resultados difíciles de interpretar, no alcanzó gran popularidad entre los oftalmólogos. La reciente aparición en el mercado de equipos modernos de EO han demostrado ser prácticos, veloces y capaces de producir informes de fáciles interpretación. (Figura 1)

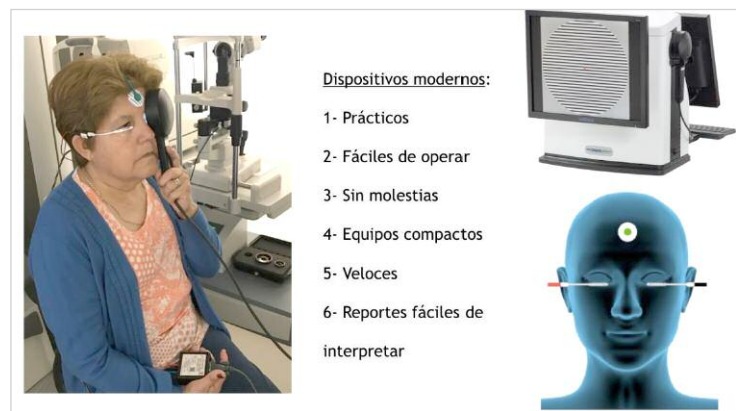


Figura 1: a la izquierda paciente mientras se realiza ERG de campo amplio con flicker. A la derecha se muestra equipo compacto de electrodiagnóstico y forma sencilla de colocación de electrodos en la piel del paciente.

- Dispositivos modernos:**
- 1- Prácticos
  - 2- Fáciles de operar
  - 3- Sin molestias
  - 4- Equipos compactos
  - 5- Veloces
  - 6- Reportes fáciles de interpretar

El ERG es un test electrofisiológico que detecta de forma objetiva la respuesta eléctrica de la retina. Este tipo de respuesta se obtiene al estimular con luz el globo ocular y su amplitud e intensidad se relacionan con el estado de salud de la retina. En el caso de que las neuronas en el interior de la misma se encuentren saludables esto generará como resultado la aparición de ondas de intensidad y amplitud normales. Además, esta configuración se mantendrá constante ante estímulos repetitivos. Cuando existan enfermedades que afecten la retina la respuesta eléctrica se verá afectada tanto en amplitud como en intensidad. Neuronas débiles pueden dar una respuesta inicial satisfactoria pero esta se irá perdiendo frente a estímulos secuenciales y repetitivos.<sup>1</sup>

Nuestra experiencia está basada en la utilización del equipo ARGOS de la casa DIOPSY. Este dispositivo cuenta con varias estrategias para la realización de un ERG. (Figura 2)

El ERG de campo amplio se basa en la estrategia de estimular la retina con luz tipo flicker. Especialmente útil en paciente con opacidad de medios o baja visión.

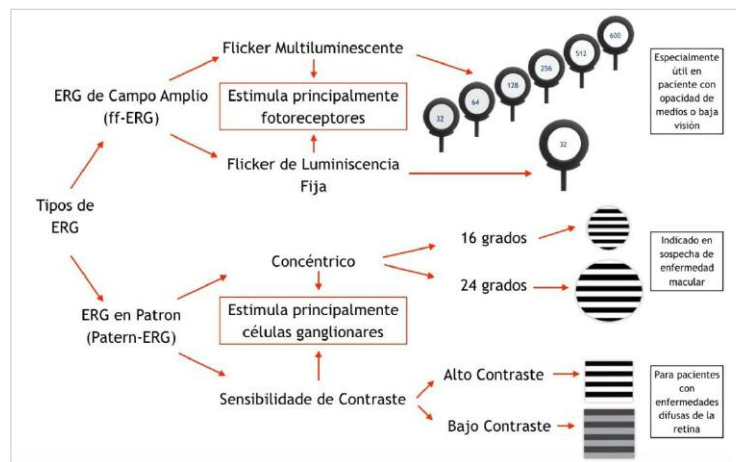


Figura 2: en el cuadro se muestran las diferentes estrategias para la realización de un electroretinograma. Recomendaciones de uso en diferentes patologías.

En estos últimos es capaz de cuantificar la respuesta eléctrica residual. Con el flicker multiluminiscente, al estimular la retina externa (fotoreceptores) a intensidades crecientes, se determina la capacidad neuronal de mantener la intensidad y amplitud de la respuesta a lo largo de diferentes estímulos. Respuestas iniciales satisfactorias pueden ser seguidas de alteraciones en el caso de enfermedades de la retina. El flicker de luminiscencia fija es utilizado en pacientes con opacidad de medios densas (ej: leucoma corneal total, catarata hipermadura o hemorragia vítrea densa) para cuantificar la actividad eléctrica en la retina. La presencia de una respuesta eléctrica satisfactoria nos ayudará a recomendarle al paciente una cirugía para resolver su problema de base. Otra estrategia es la utilización del ERG en patrón (estimula principalmente la retina interna, de forma particular el grupo de células ganglionares). La variante concéntrica, de 16 o 24 grados es especialmente útil para el estudio de enfermedades maculares, ej: degeneración macular asociada a la edad, edema macular diabético y maculopatías tóxicas, son algunos ejemplos. En la forma de sensibilidad de contraste del ERG en patrón, toda la retina es estimulada por un patrón visual en barra. Estos patrones alternantes pueden ser de alto o bajo contraste. Esta estrategia resulta particularmente, cuando se desea detectar cambios iniciales en pacientes con sospecha de glaucoma o retinopatía diabética, aún antes que ocurran lesiones visibles en el nervio óptico o fondo de ojo.

En la figura 3 se muestra como ejemplo el reporte de un ERG de campo amplio con flicker multiluminiscente. Los reportes se generan automáticamente. Cada estrategia de estudio está representada por un reporte en particular, pero todos ellos tienen la misma configuración. Destacan las siguientes secciones; uno: es el encabezado donde figuran los datos generales. Esto es nombre y fecha del nacimiento del paciente. Tipo de estudio realizado, la fecha de realización del mismo y la agudeza visual al momento de la prueba. Dos: en esta sección tenemos el indicador de intensidad de señal. Cuando está en verde significa que la señal eléctrica ha sido satisfactoriamente generada y analizada, por lo tanto, el reporte se considera confiable. Colores amarillos o rojos indican que la prueba debe ser repetida nuevamente por falta de fiabilidad. Tres y cuatro: en estas secciones se representan las ondas y se analizan principalmente su magnitud e intensidad. Cinco: en el caso de las estrategias que utilizan flicker como estímulo se agrega un gráfico donde se sintetizan las características de las ondas registradas y se compara la respuesta de ambos ojos. Seis: representación cuantitativa de la respuesta eléctrica. Se comparan ambos ojos entre sí y las diferencias que pudieran existir entre ellos. Como guía se utilizan colores para comparar los resultados obtenidos con los de una base normativa de sujetos sanos en el rango de edad. El color verde significa que la respuesta obtenida en este paciente es similar o, incluso, superior a los pacientes del grupo control. El amarillo significa que los resultados no son concluyentes. Podrían estar en el límite. El color rojo se utiliza para mostrar los resultados que han sido francamente patológicos.<sup>2-3</sup>

En la figura 4 muestra un paciente diabético sin evidencia de retinopatía pero con pobre control de su glucemia. Luego de 6 meses de un adecuado control metabólico se observa una recomposición de la densidad vascular en los plexos vasculares retinianos revelados por angiografía por OCT (OCTA). Las evaluaciones electrofisiológicas muestran una mejora de la respuesta con el paso de los meses. Esta información permitiría el inicio de tratamientos o recomendaciones de conducta incluso antes de que aparezcan los cambios característicos relacionados a retinopatía diabética. Esto permitiría hacer tratamientos preventivos en estos pacientes.<sup>4-6</sup>

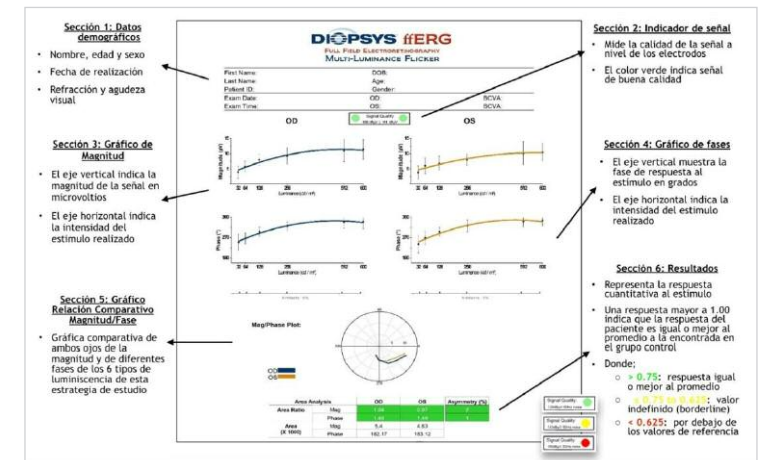


Figura 3: ejemplo de reporte. En este caso está representado un test de ERG multiluminiscente. Cada estrategia cuenta con su propio reporte. La forma de representarlos es muy similar para las diferentes estrategias de estudio.

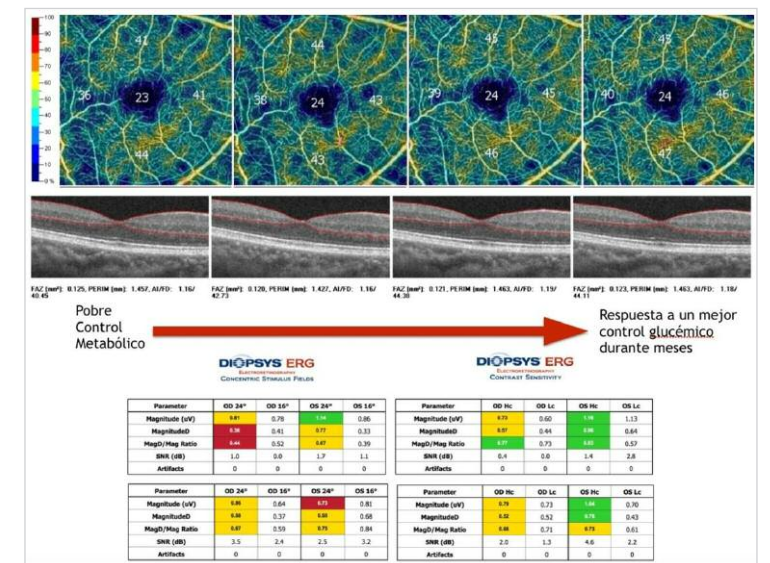
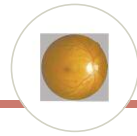


Figura 4: arriba. OCTA y OCT muestran mejora de la densidad capilar en el plexo superficial de un paciente diabético de años de evolución sin cambios compatibles con retinopatía diabética. Abajo, mejora de las pruebas electrofisiológicas luego de 6 meses de control educado de su estado metabólico.



**Electrofisiología Moderna y Electrodiagnóstico.**

El glaucoma es una neuropatía óptica excavativa crónica y a menudo silenciosa.

Desde hace décadas se considera importante la realización de un diagnóstico temprano. Incluso antes de que aparezcan signos reconocibles en la papila o en el campo visual. OCTA ha significado un avance en este sentido. (Figura 5).

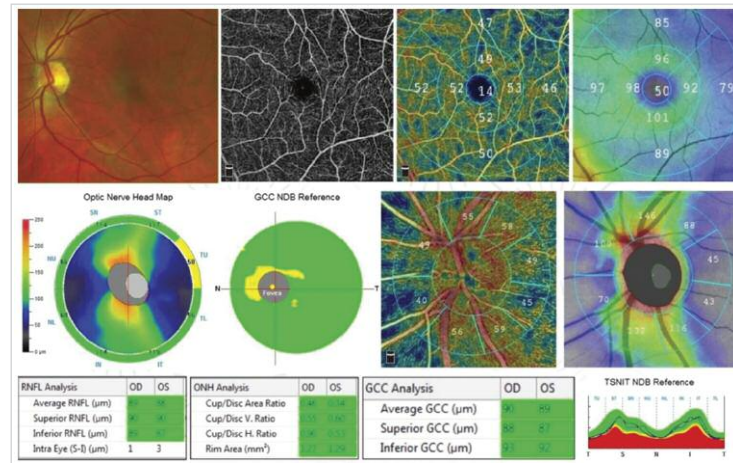


Figura 5: paciente con glaucoma crónico de ángulo abierto sin cambios en el espesor de capa de fibras nerviosas de la retina o en el campo visual. Sutil disminución de la densidad capilar detectada por OCTA.

La EO ha sido capaz de detectar cambios relacionados con glaucoma incluso antes de que se detecten cambios en el espesor de capa de fibras nerviosas de la retina medidas por OCT o en la densidad vascular peripapilar determinada por OCTA. (Figura 6)

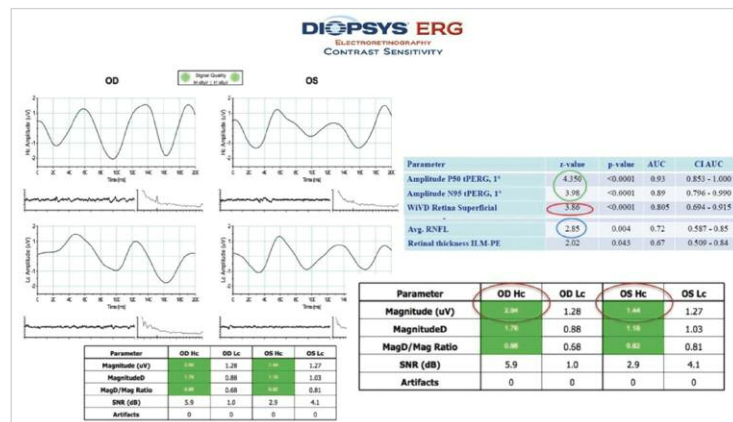


Figura 6: las pruebas electrofisiológicas son capaces de detectar cambios asociados a glaucoma aún antes de que aparezcan cambios anatómicos permanentes.

La figura 7 muestra el ejemplo de un paciente varón de 65 años que consulta por disminución de la agudeza visual en ojo izquierdo asociada a la presencia de un escotoma positivo fijo en el mismo ojo. El examen de fondo de ojo con pupila dilatada revela una retina aparentemente normal y nervios ópticos de características y coloración conservadas. La exploración del segmento anterior muestra cataratas bilaterales de mayor densidad en ojo izquierdo. Antes de iniciar una cirugía de reemplazo de cristalino con implante de lente intraocular en el ojo afectado se procede a realizar ERG de campo amplio con flicker (no es afectado por la presencia de opacidad de medios). Tanto la estrategia multiluminéscente como la fija revelan una marcada alteración electrofisiológica.

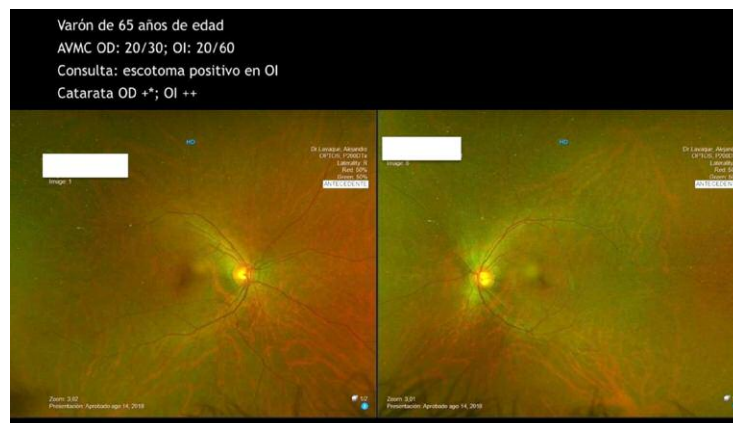


Figura 7: paciente con pérdida de visión en ojo izquierdo sin daño aparente en la retina.

# AngioVue™ HD

IMAGING SYSTEM

## El GOLD STANDARD mundial en OCTA

### AngioAnalytics™ exclusivo de OPTOVUE

Permite evaluar medidas de:

- Areas de flujo anormal en la Retina Externa y Coroides
- FAZ - Foveal Avascular Zone
- Complejo Vascular Profundo y Radial Peripapilar para ONH
- Cuantificación del área isquémica
- Análisis de cambios y Tendencia

### SSADA Algoritmo exclusivo de OPTOVUE

- Produce imágenes increíblemente detalladas
- Minimiza el tiempo de adquisición del escaneo
- MCT™ - Motion Correction Technology
- 3D PAR™ - Projected Artifacts Removal

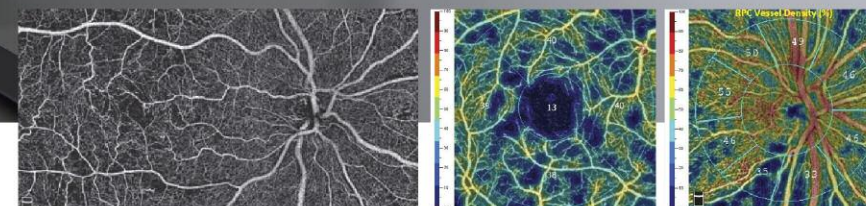
### Visualización 3D de los vasos retinales

### Automontaje de escaneos OCTA

Índice Q indica la calidad de los escaneos de OCTA

Poderosa PC Server de grado médico profesional

**PERFORMANCE APROBADA**  
El sistema presentado en más publicaciones revisadas por expertos.



Automontaje

Mapa de densidad de vasos

Densidad de flujo ONH

ESCANEA EL CODIGO PARA MAS INFORMACION





*Electrofisiología Moderna y Electrodiagnóstico.*

(Figura 8). Exploraciones subsiguientes con campos visuales muestran la presencia de una marcada contracción del campo visual periférico de ambos ojos con conservación de visión tubular (información no mostrada).

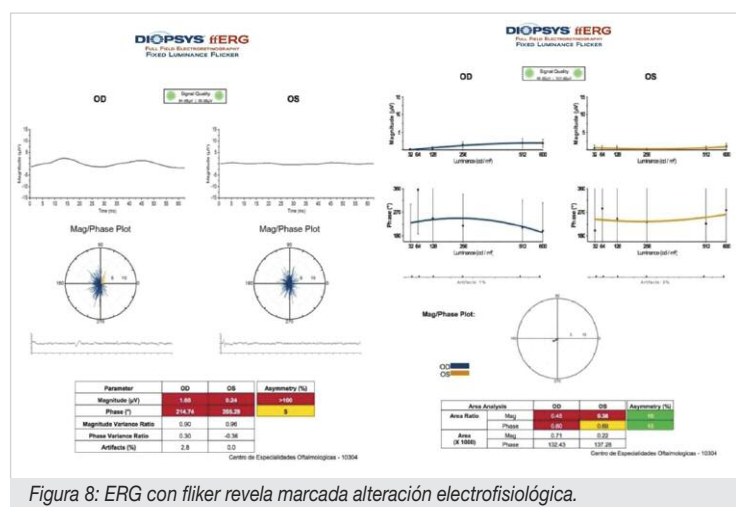


Figura 8: ERG con flicker revela marcada alteración electrofisiológica.

La sospecha de una enfermedad hereditaria de la retina hace que se indiquen pruebas de autofluorescencia macular, (Figura 9), y angiografía digital de retina, donde se determina presencia de degeneración tapetoretiniana difusa en ambos ojos.

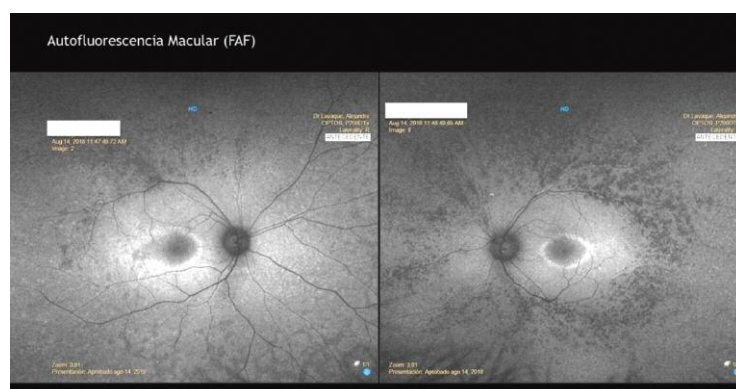


Figura 9: autofluorescencia macular revela cambios asociados a alteración difusa de la retina externa.

Código QR



Se denomina potencial visual evocado (PVE) al cambio eléctrico que ocurre a nivel de la corteza occipital cuando el globo ocular es estimulado por diferentes patrones visuales. Representa los cambios electrofisiológicos que se dan a lo largo de toda la vía visual, desde el nervio óptico hasta la corteza visual. Estos cambios eléctricos son detectados por un electrodo colocado sobre el cuero cabelludo a nivel de la mencionada corteza. (Figura 10).

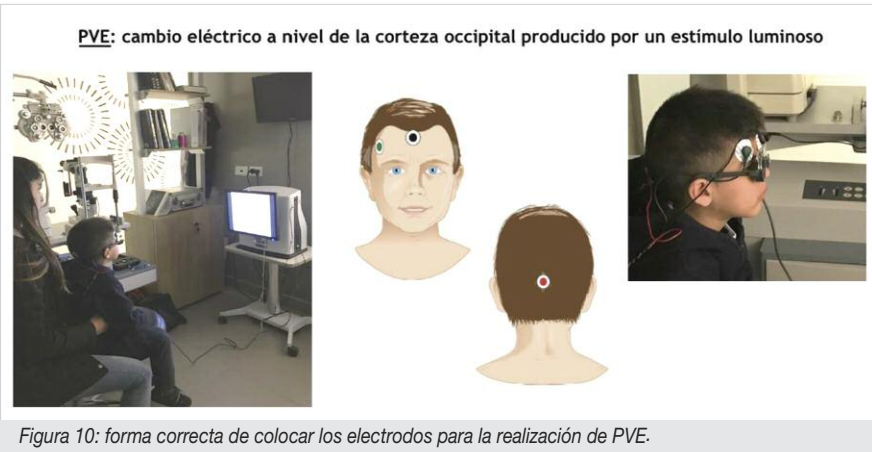


Figura 10: forma correcta de colocar los electrodos para la realización de PVE.

# ARGOS

LIV™ Light Induced Visual-response

ESCANEA EL CODIGO PARA MAS INFORMACION



**PERG**

Detección temprana del glaucoma

**Flicker ERG**

Biomarcador eficaz de la isquemia retiniana

**VEP**

Para el manejo objetivo de la ambliopía

Electrofisiología Visual MODERNA

Fácil de usar!

Fácil de Interpretar!

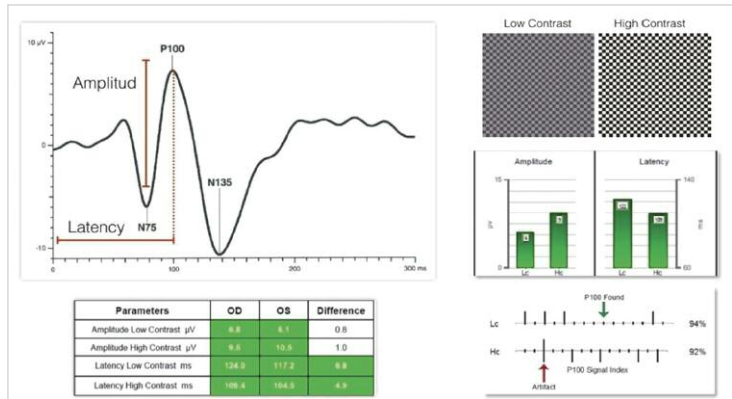




## Electrofisiología Moderna y Electrodiagnóstico.

La estrategia DIOPSYNS PVE- de contraste (LX) se utiliza para la detección de patología a nivel del nervio óptico o a lo largo de la vía visual. Este protocolo consiste básicamente en el estudio de tres ondas principales que conforman el PVE. Dos de ellas negativas y una intermedia, positiva. Estas se denominan como N75 - P100 y N135. Durante su estudio se determina la amplitud y latencia de cada una de estas ondas y se las compara con los registros obtenidos en el ojo contralateral. (Figura 11).

La figura 12 muestra el caso de un paciente de sexo masculino de 28 años de edad con antecedente de trauma contuso severo en globo ocular derecho durante accidente de tránsito. La foto de fondo de ojo revela palidez acentuada del nervio óptico derecho con marcada alteración del flujo vascular detectada por OCTA. Ojo izquierdo dentro de límites normales. PVE muestra una marcada alteración en la conducción eléctrica de la vía visual derecha. Los resultados son compatibles con un daño severo y permanente de la papila de ese ojo. (Figura 13)



Los PVE en patrón es una respuesta eléctrica, detectada por un electrodo, a nivel de la corteza occipital provocada por un estímulo estructural de contraste (tablero de ajedrez)

Figura 11: prueba de PVE normales.

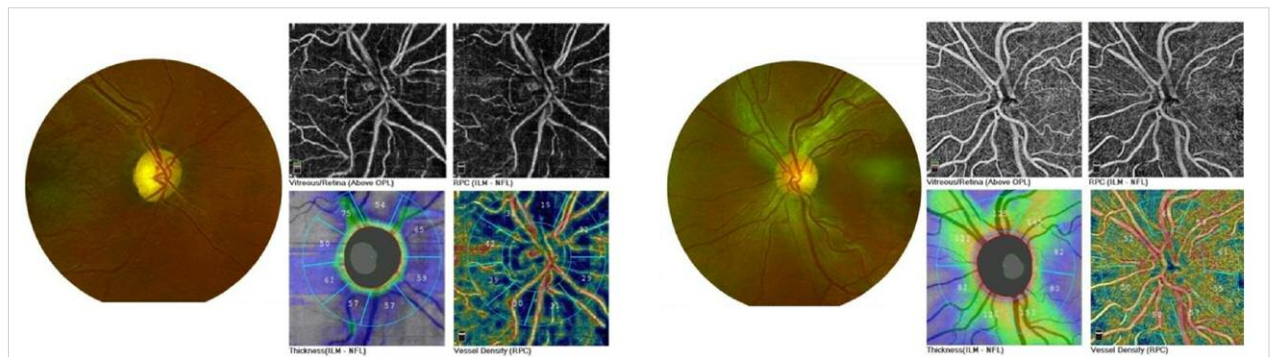


Figura 12: paciente con diagnóstico de neuropatía traumática.

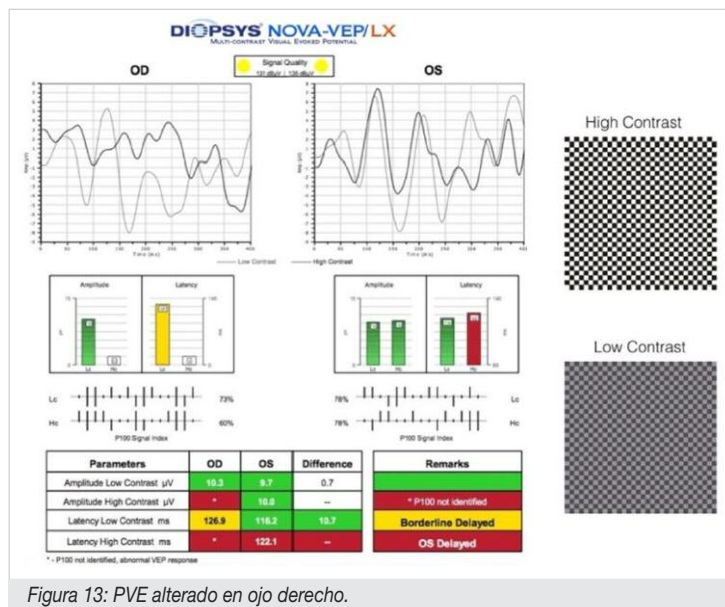


Figura 13: PVE alterado en ojo derecho.

### Referencias bibliográficas

- 1- Banitt MR, Ventura LM, Feuer WJ, et al. *Progressive loss of retinal ganglion cell function precedes structural loss by several years in glaucoma suspects.* Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013;54:2346-2352.
- 2- Mavilio A, Scrimieri F, Errico D. *Can variability of pattern ERG signal help to detect retinal ganglion cells dysfunction in glaucomatous eyes?* Biomed Res Int. 2015;2015:571314.
- 3- Resende AF, Waisbourd M, Gonzalez A, Hark LA, Mantravadi AV, Katz LJ. *Test-retest repeatability of steady-state pattern electroretinogram and full-field electroretinogram.* Presented at: annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology; Seattle, WA; May 1, 2016.
- 4- Pescosolido N, Barbato A, Stefanucci A, Buomprisco G. *Role of electrophysiology in the early diagnosis and follow-up of diabetic retinopathy.* J Diabetes Res. 2015;2015:319692.
- 5- Kim SH, Lee SH, Bae JY, Cho JH, Kang YS. *Electroretinographic evaluation in adult diabetics.* Doc Ophthalmol. 1997-1998;94:201-213.
- 6- Domalpally A, Ip MS, Ehrlich JS. *Effects of intravitreal ranibizumab on retinal hard exudate in diabetic macular edema: findings from the RIDE and RISE phase III clinical trials.* Ophthalmology. 2015;122:779-786.

