

PRUEBAS NEUROFISIOLÓGICAS PARA EXPLORAR LA VISIÓN

Servicio de Neurofisiología Clínica
Hospital Universitario Infanta Cristina
Badajoz.

Sesión general 31 de marzo de 2011
José Luís Mañas Núñez

GENERALIDADES

Pruebas de neurofisiología ocular

Registro de una **perturbación eléctrica en SNC** generada por un **estímulo**

ESTRUCTURAS DE LA VÍA ÓPTICA

La vía óptica tiene:

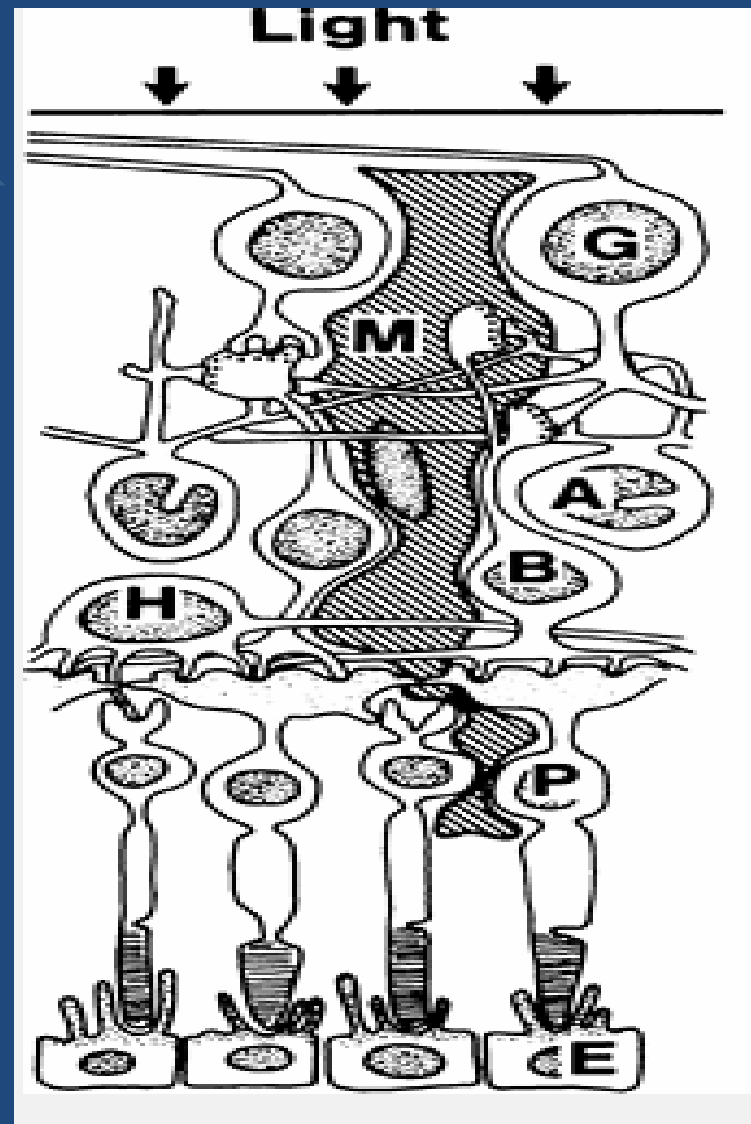
- ✓ Estructuras de **percepción**
- ✓ Estructuras de **transmisión**

Estructuras de Percepción:

- ✓ Células visuales **fotorreceptoras**: conos y bastones.
- ✓ La **retina humana** es dominada por los **bastones (x13)**, sólo contiene un 5% de conos
- ✓ Los **conos** : visión **fotópica**: visión de colores y de los detalles. tipo rojo, verde y azul
- ✓ Los **bastones**: visión **escotópica**, acromática y muy sensible a bajos niveles luminosos.

G: cels ganglionares
M: cels de Muller
A: cels amacrinas
B cels bipolares
H: cels horizontales
E: epitelio pigmentario

Cascada
de
fototras
ducción



SUPERFICIE EXTERNA DE LA RETINA

Estructuras de transmisión

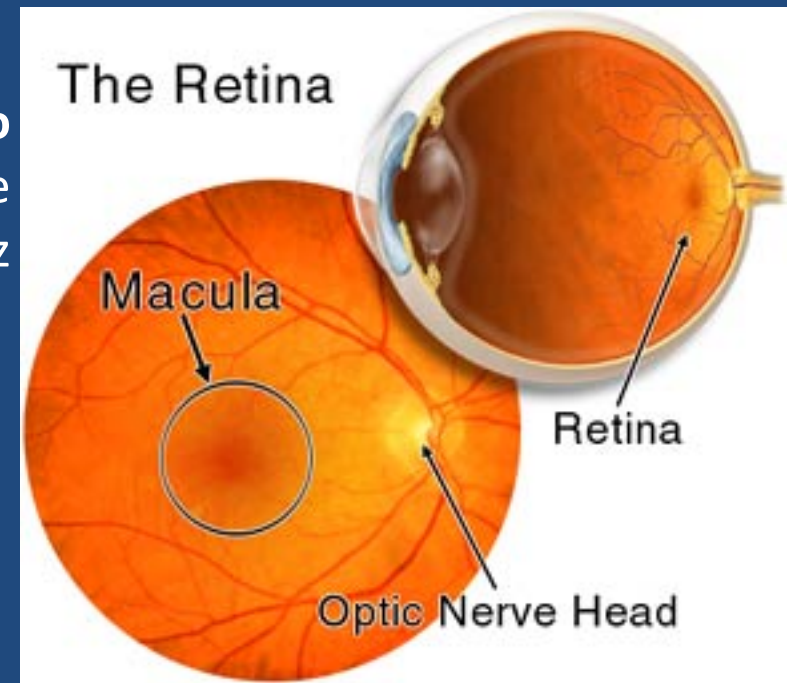
Son tres neuronas:

- ✓ **Primera** neurona o célula **bipolar**.
- ✓ **Segunda** neurona, célula **ganglionar** o célula **retino-talámicas**
 - ✓ El cuerpo celular intrarretiniano
 - ✓ Establece uniones entre las células bipolares y el diencefalo
 - ✓ Forma el nervio, quiasma y cintillas ópticas.
- ✓ **Tercera** neurona o **célula tálamo-cortical**.
 - ✓ El cuerpo celular en cuerpo geniculado externo
 - ✓ Diencefalo hasta córtex occipital: radiaciones ópticas.

RETINA VISUAL

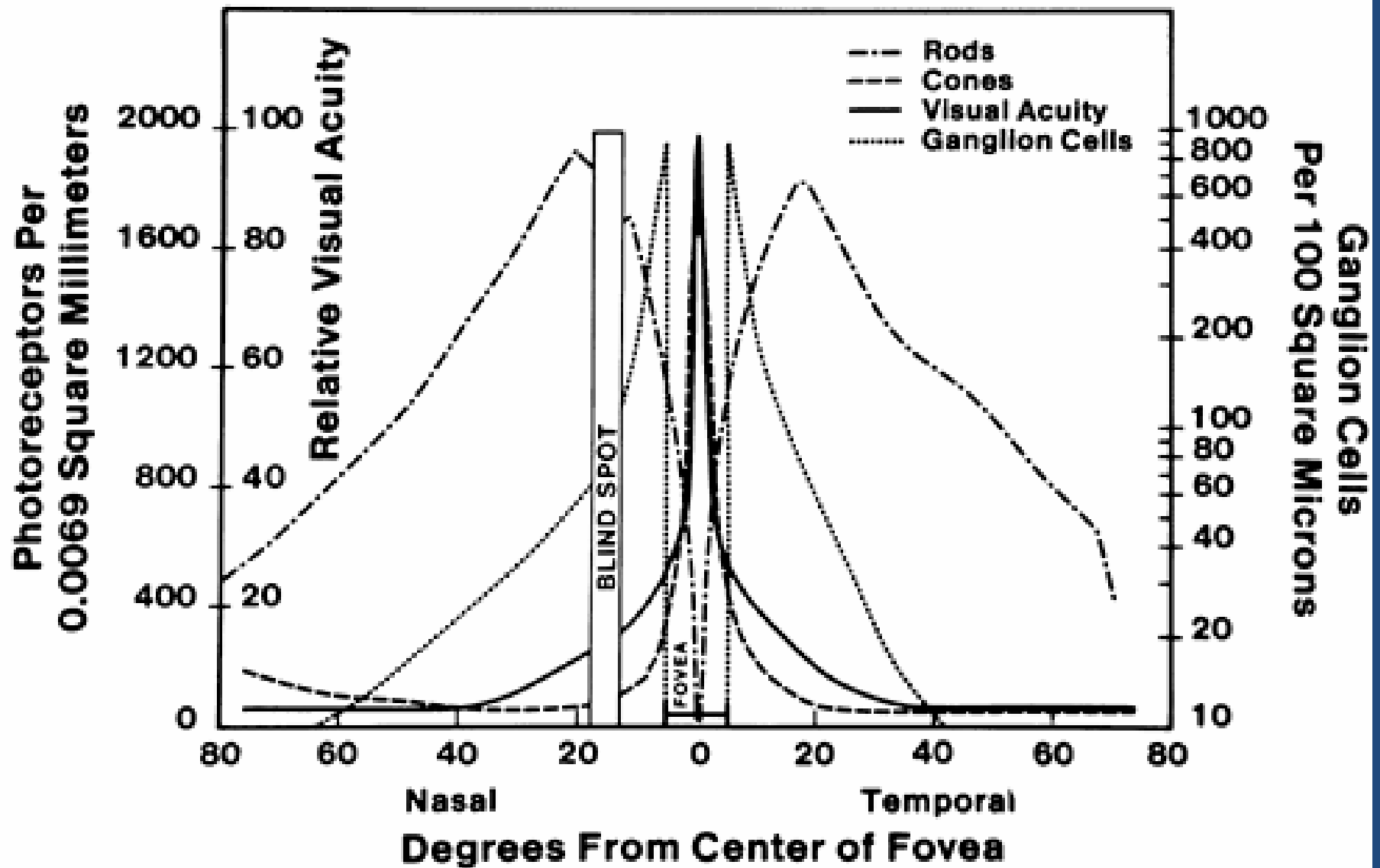
Partes de Retina Visual:

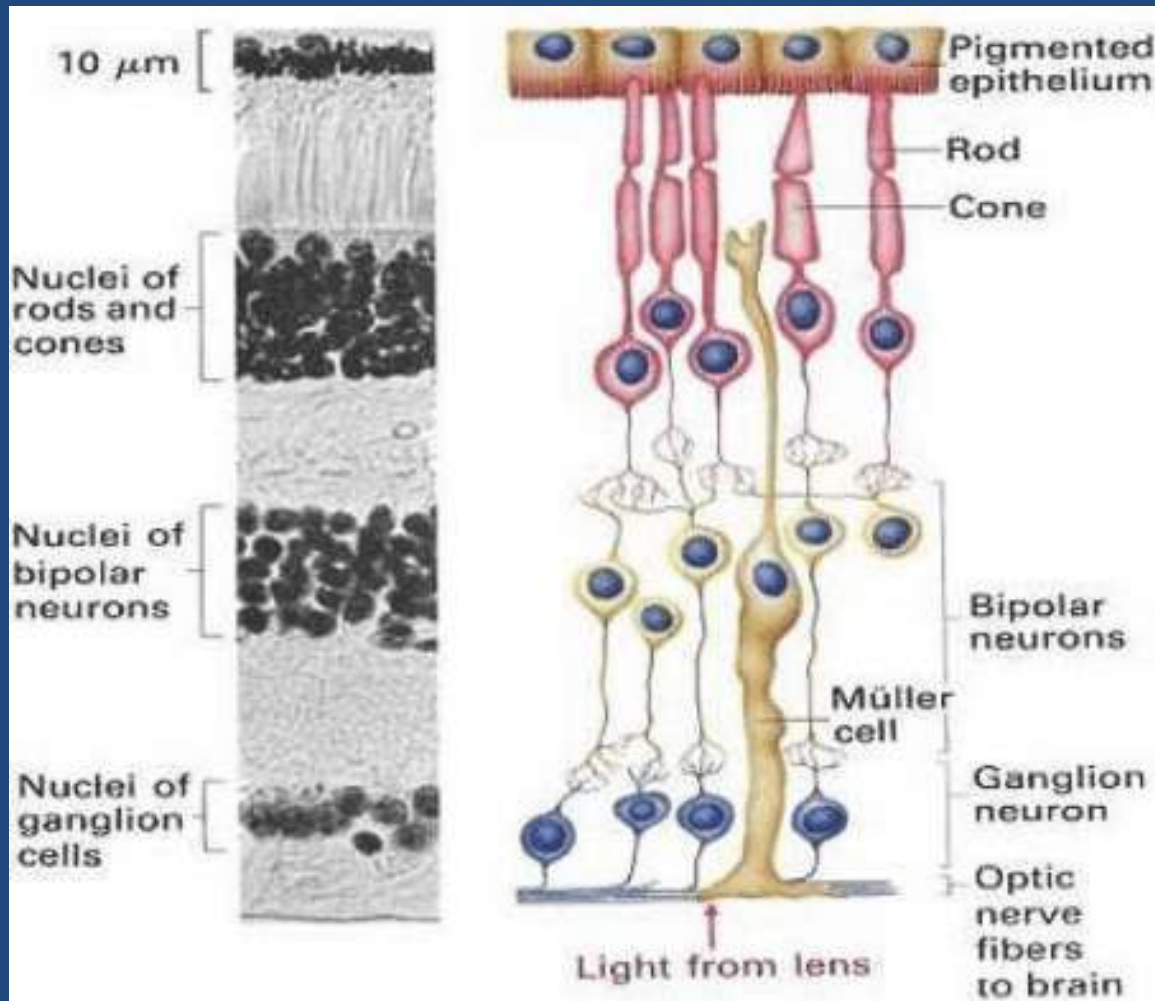
- ✓ Retina **macular o central**:
 - ✓ **mácula lútea** con la **fóvea central**: sólo **conos**: su número se reduce progresivamente hacia la periferia a la vez que aumenta el número de bastones
- ✓ Retina **periférica**,
 - ✓ superficie mayor
 - ✓ muchos más **bastones** que conos;
 - ✓ la densidad de los bastones disminuye desde el centro hacia la periferia.



ESPECIALIZACIÓN TOPOGRÁFICA DE LA RETINA

- ✓ **Fóvea central** de la mácula lútea: **Conos**: **Agudeza** visual
- ✓ **Un cono** foveal: una **única célula bipolar** y célula **ganglionar**
- ✓ **Retina periférica**: **menor agudeza** visual: disminución de la densidad de células ganglionares.
- ✓ **Mejor sensibilidad a la luz**: **Periferia**: Mayor concentración de **bastones**: mayor grado de convergencia sináptica en lugares más periféricos.





EOG

ERGf onda "a"

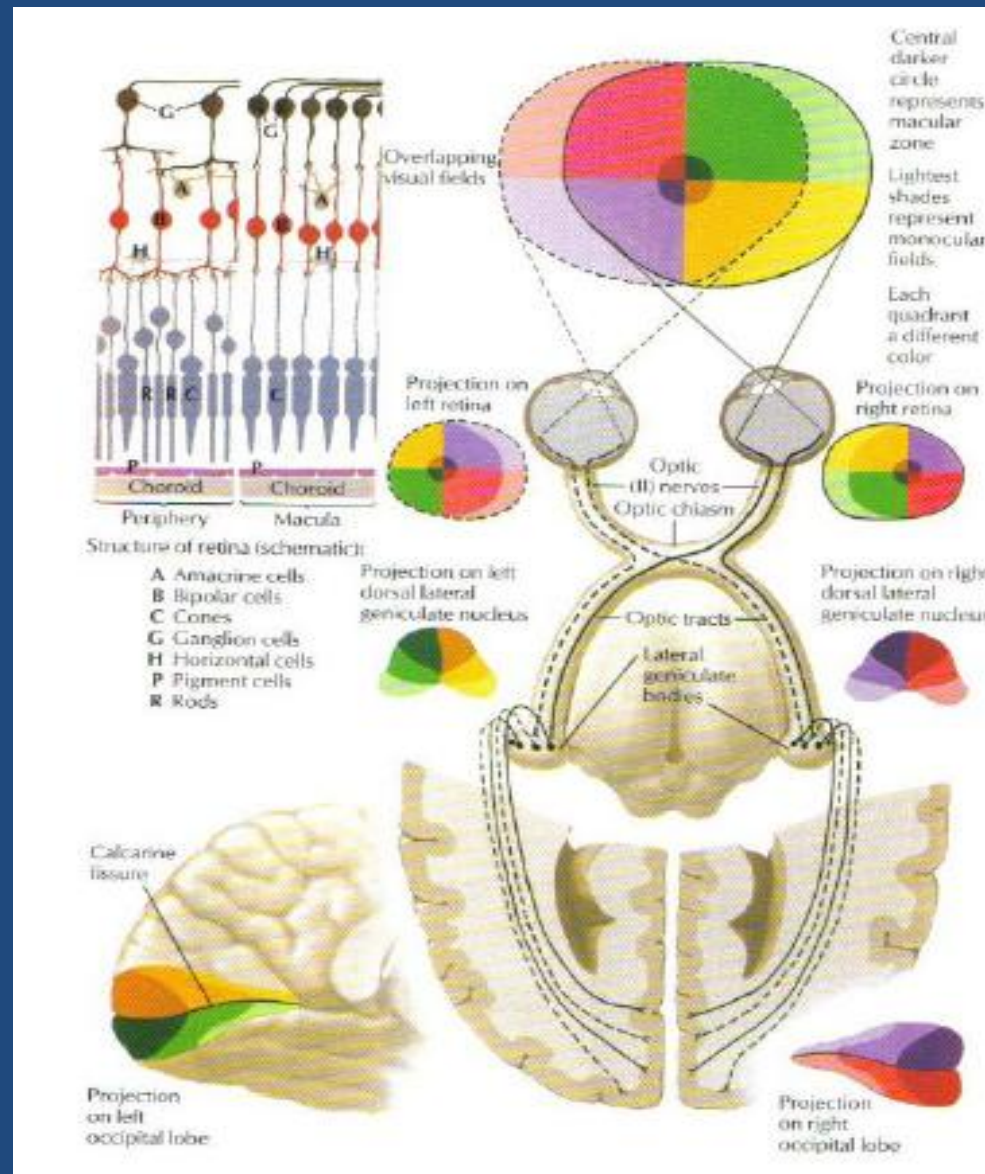
ERGf onda "b"
Potenciales oscilatorios

ERGp

PEV

PROYECCIONES DE LA RETINA

- ✓ La **mácula** se proyecta en el **polo occipital** del córtex y ocupa una **superficie** prácticamente **igual** que la superficie ocupada por la retina periférica.
- ✓ La estimulación **monocular** desencadena potenciales de acción en los **dos** lóbulos occipitales.
- ✓ La máxima sensibilidad del ojo según **adaptación**: visión **fotópica**, visión **escotópica** y visión **mesópica**.

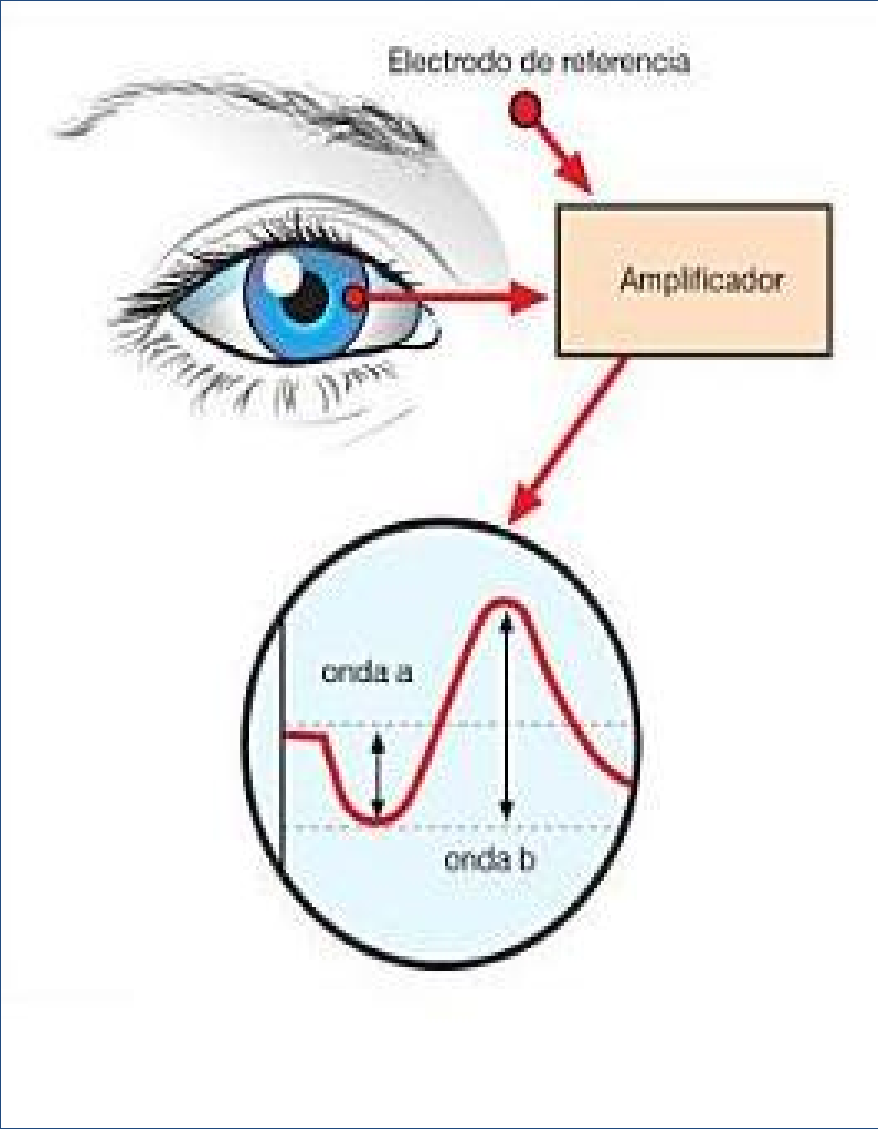


ESTÍMULOS: TIPOS

- ✓ Estímulos **luminosos** con **flash** :
 - ✓ **destellos** de corta duración
 - ✓ luz blanca o **filtros** de color rojo, azul o naranja.
- ✓ Estímulos **estructurados o pattern**:
 - ✓ **Damero** reversible, generalmente en blanco y negro.

REGISTRO DE LA RESPUESTA ELÉCTRICA

- ✓ Registro:
 - ✓ **Electrodos** : superficie, aguja
 - ✓ **amplificador** de la señal obtenida.
- ✓ Sistema **informático** recibe y **analiza** las señales eléctricas



TIPOS DE ELECTRODOS

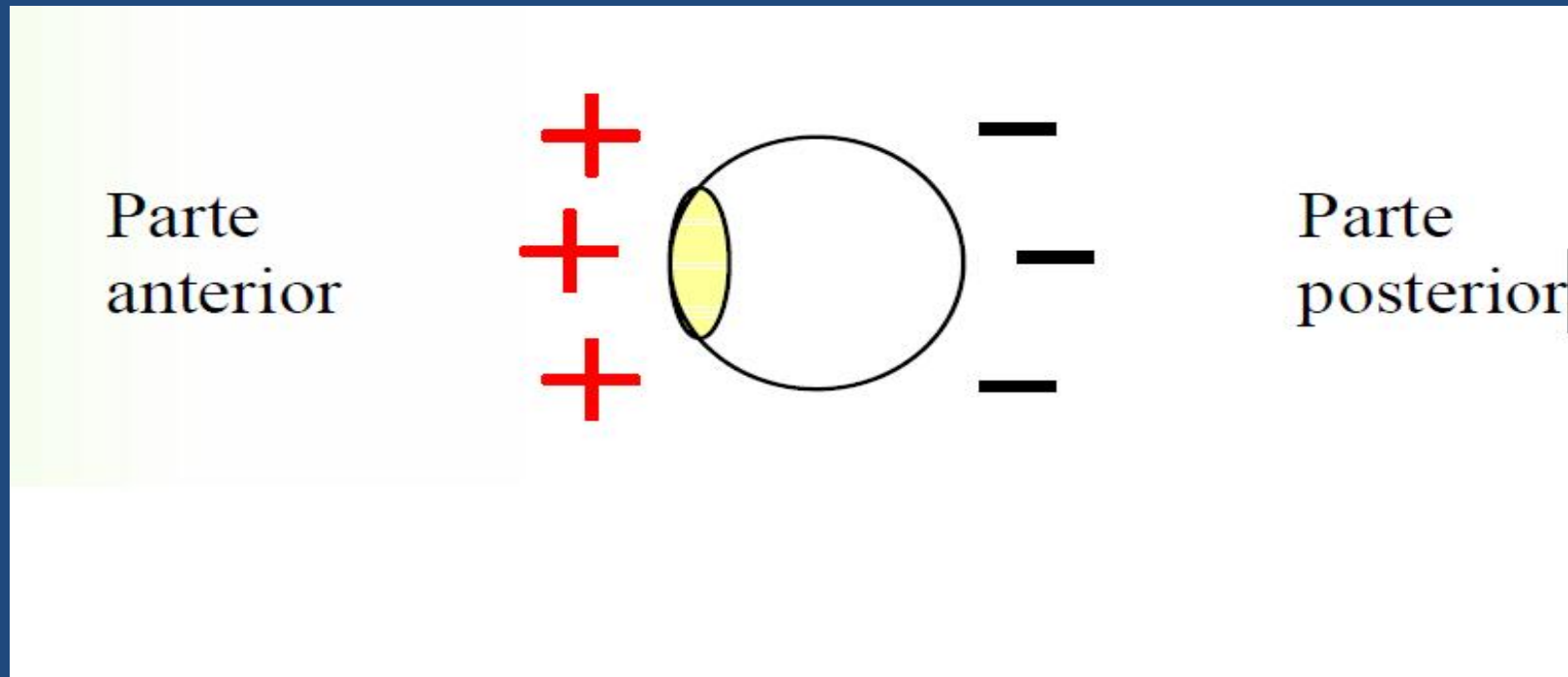
- ✓ Electrodo **activos (-)**
 - ✓ Recogen la señal eléctrica
 - ✓ En el globo ocular o cuero cabelludo.
 - ✓ Lentes de contacto, hilos de oro o plata, electrodo de fibra de carbono o de hidrogel, aguja.
- ✓ Electrodo **indiferentes o de referencia (+)**
- ✓ Electrodo de **masa o tierra:**
 - ✓ En el lóbulo de la oreja o en la frente.
 - ✓ Clips, cúpulas de plata, aguja, pegatina.



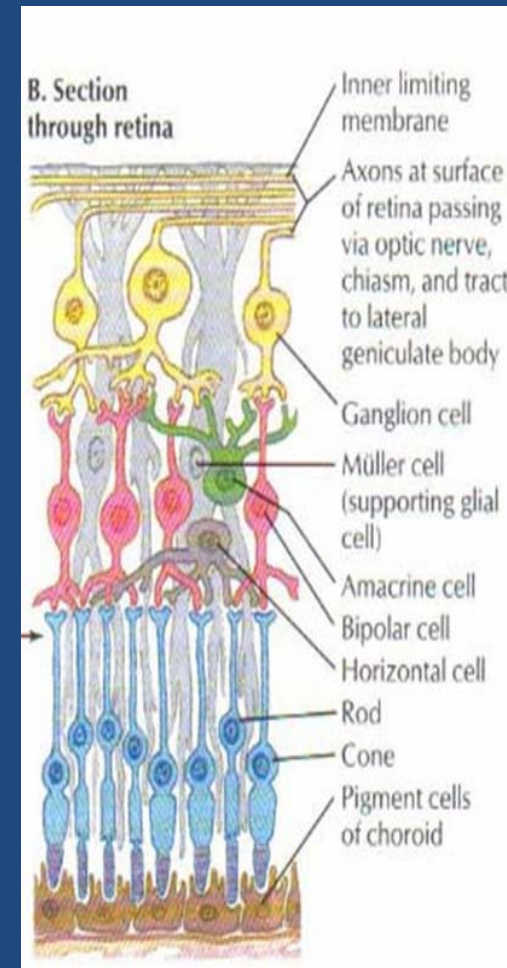
ELECTROOCULOGRAMA

EOG: POTENCIAL DE REPOSO

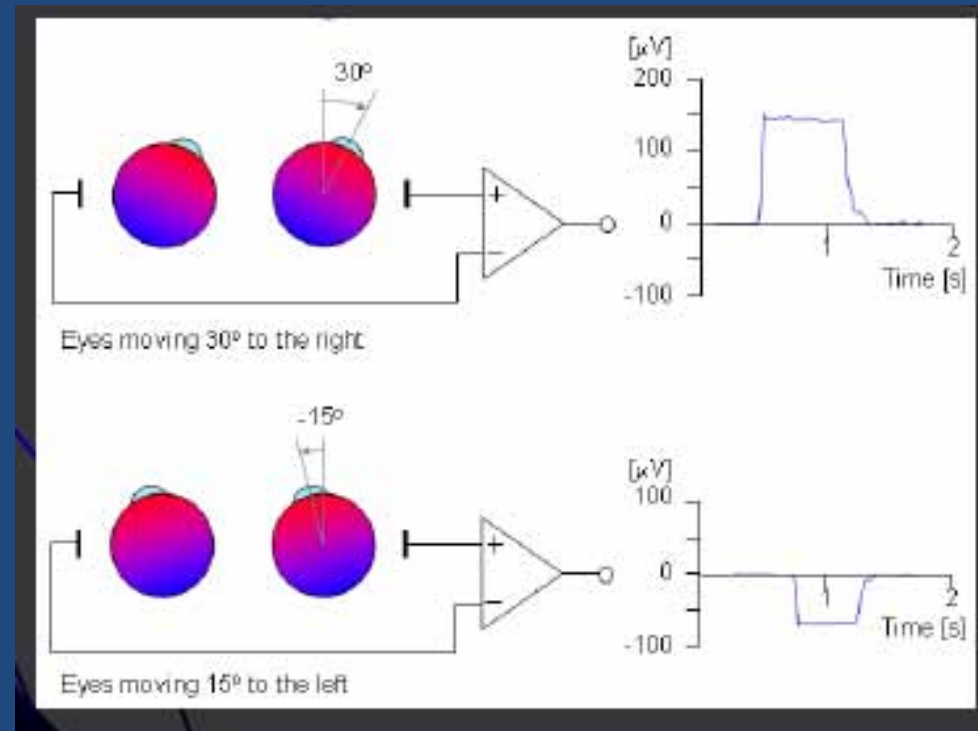
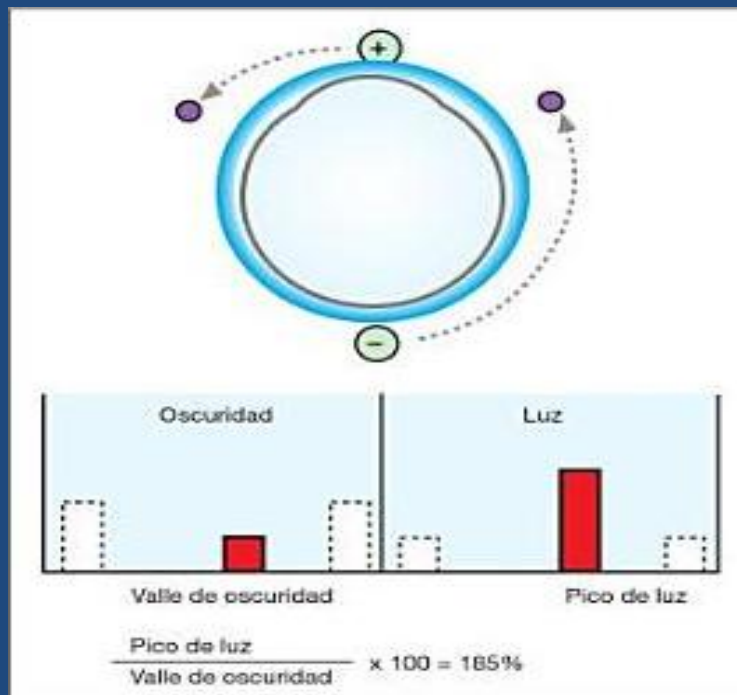
Mide la **variación del potencial de reposo (6 mV)** entre la córnea (positiva) y el polo posterior o retina del globo ocular (negativa).

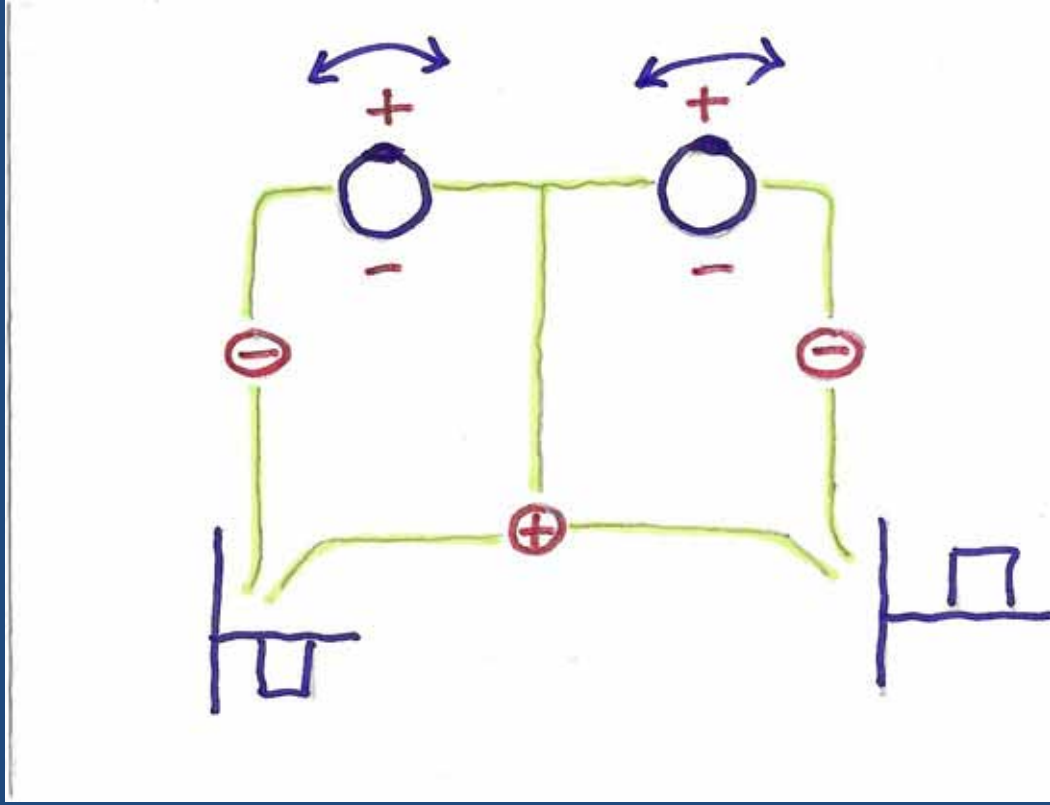


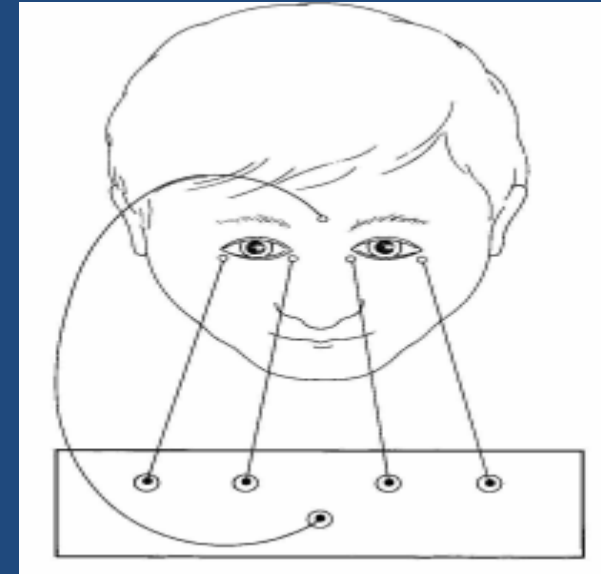
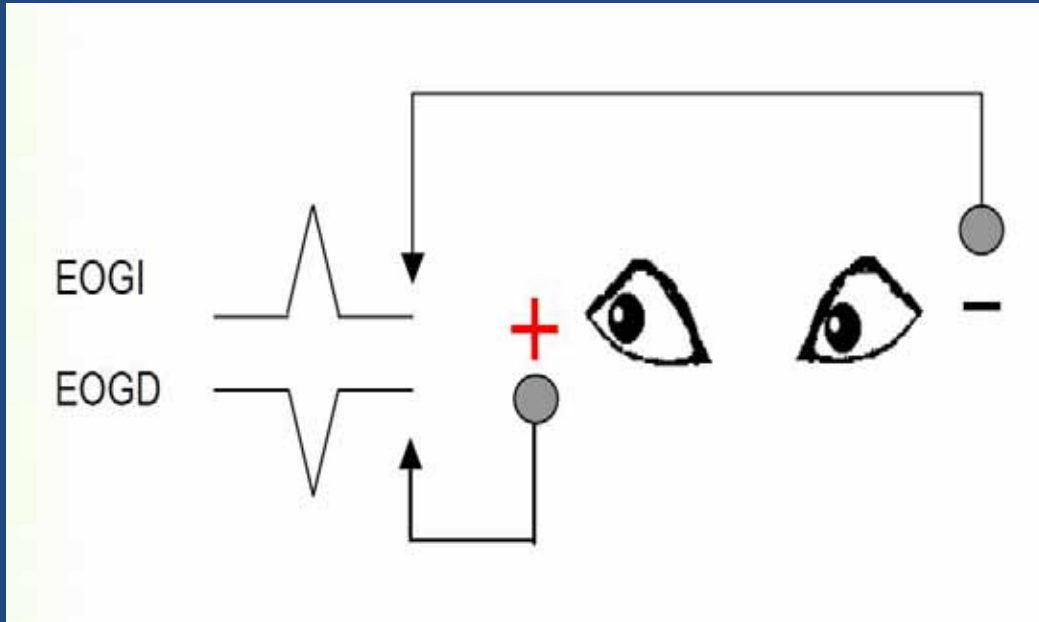
- ✓ El **epitelio pigmentario** es el principal generador del potencial córneo-retiniano (PCR)
- ✓ El potencial varía según **la incidencia de luz** sobre el ojo.
- ✓ EOG: Explora la integridad del epitelio pigmentario y mide el **complejo fotorreceptores-epitelio pigmentario**.



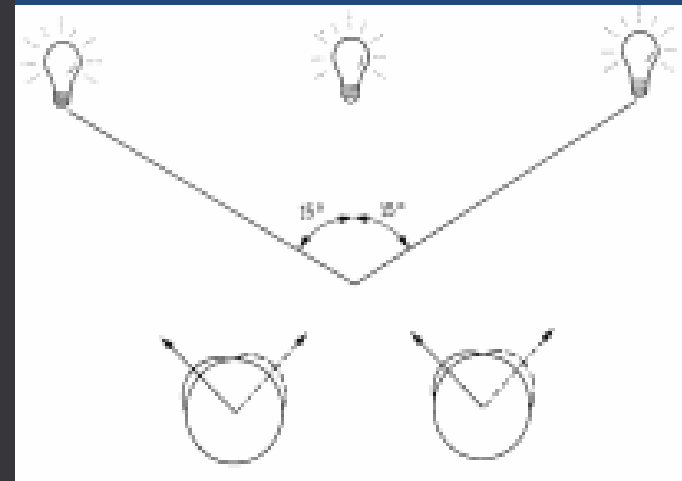
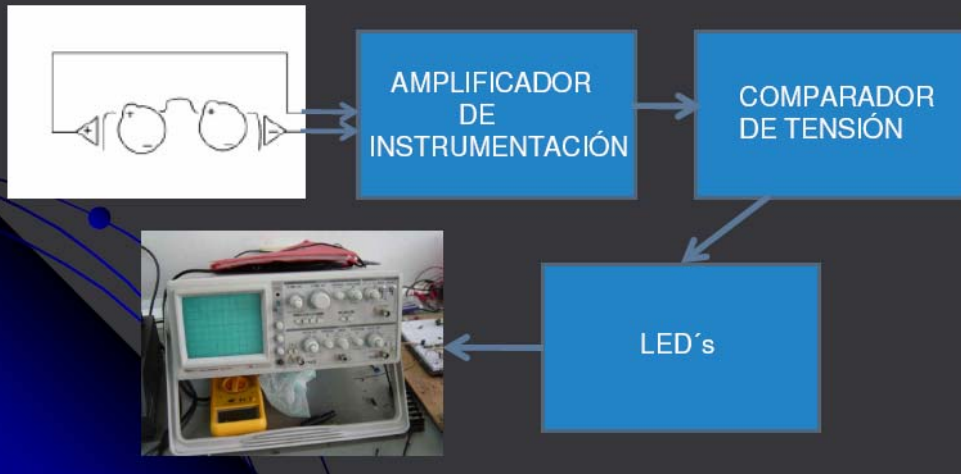
Los **giros del globo ocular** provocan cambios en la **dirección del vector** de este **dipolo** eléctrico







● Montaje realizado para la practica:



PATIENT NAME: ~~XXXXXXXXXXXX~~



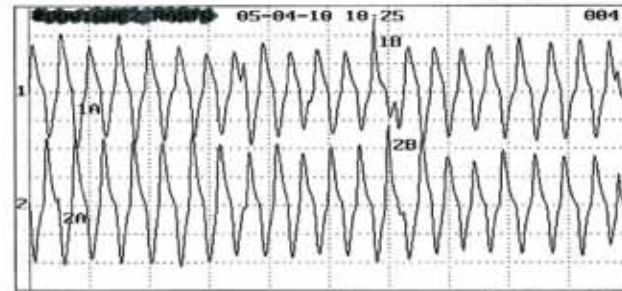
EOG
ESC.

OD

OI

Ch	Montage	Tr	Sens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	PERG-TRAG	1	200uV/D	2s/D	1Hz	10Hz
#2	INN-Cz	2	200uV/D	2s/D	1Hz	10Hz

Trace	Markers	DLat.	DAmp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A (	0.24s)-1B (	6.28s)	99.2uV	200mm	0.0m/s	636.5mVms
2- 2 2A (	0.32s)-2B (	14.40s)	110.2uV	200mm	0.0m/s	1.5Vms



EOG
FOT.

OD

OI

Ch	Montage	Tr	Sens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	PERG-TRAG	1	200uV/D	2s/D	1Hz	10Hz
#2	INN-Cz	2	200uV/D	2s/D	1Hz	10Hz

Trace	Markers	DLat.	DAmp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A (	1.44s)-1B (	11.52s)	-468.1uV	200mm	0.0m/s	1.7Vms
2- 2 2A (	0.96s)-2B (	12.00s)	-511.7uV	200mm	0.0m/s	2.2Vms

$$\frac{\text{MAX WZ OD}}{\text{MIN OSC OD}} = \frac{468'1}{99'2} = 4'71$$

$$\frac{\text{MAX WZ OI}}{\text{MIN OSC OI}} = \frac{511'7}{110'2} = 4'64$$

REGISTRO EOG

- ✓ Se hace en **luz y oscuridad** previa **adaptación** a condiciones **escotópicas y fotópicas**.
- ✓ **Movimientos** oculares **sacádicos** de un punto a otro
- ✓ Medimos las **variaciones de potencial córneo-retiniano**
- ✓ Con **luz** se obtiene la **amplitud más alta** (LP) del potencial (doble)
- ✓ En la **oscuridad** se obtiene la **amplitud más baja** (DT) del potencial
- ✓ El **coeficiente de Arden** (LP/DT) normal es **superior a 1,85**
- ✓ La **patología del epitelio pigmentario** altera la relación pico luz/pico oscuridad.

Cociente de Arden

Cociente de Arden en un sujeto sano es **>180%** pudiendo llegar a ser **>300%**.

DT y LP: variaciones interindividuales

- ✓ Supranormal >180%
- ✓ Normal 180-165%
- ✓ Subnormal 164-130%
- ✓ Anormal 129-110%
- ✓ No registrable <110%
- ✓ Invertido: cuando el potencial disminuye durante la fase de adaptación a la luz en lugar de aumentar.

Cociente de Arden

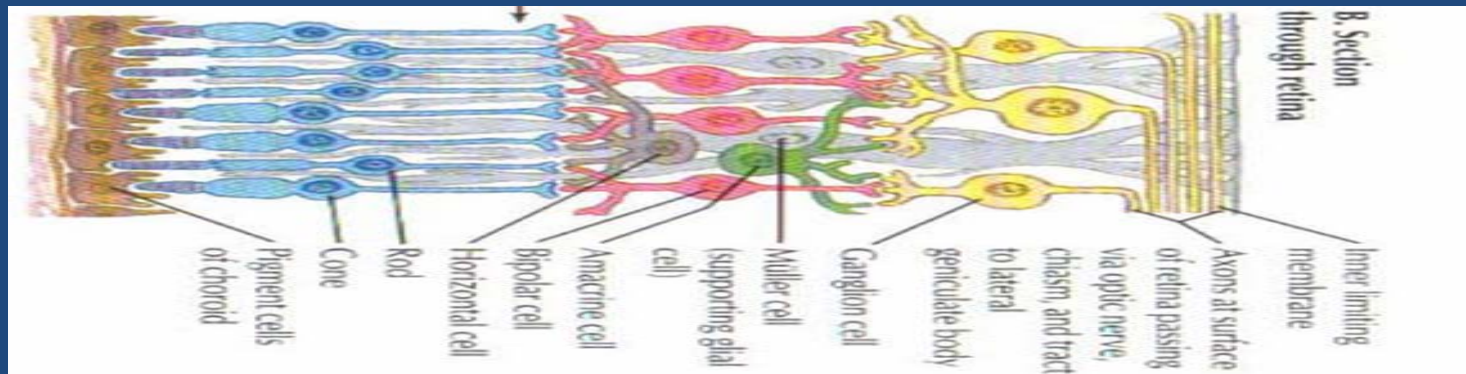
✓ **Potencial escotópico (DT):**

- ✓ Depende de la **integridad del epitelio pigmentario**,
- ✓ Independiente del estado funcional de los fotorreceptores (no hay iluminación retiniana).

✓ **Potencial fotópico (LP)**

- ✓ Despolarización de la membrana basal del EPR.
- ✓ Necesario contacto entre fotorreceptores y epitelio pigmentario
- ✓ Refleja estado de la **unión entre fotorreceptores y EPR.**

✓ El **coeficiente de Arden** (1962) **MAX. AMPL. LUZ / MIN. AMPL. OSC.**



UTILIDAD CLÍNICA EOG

- ✓ Distrofias del **epitelio pigmentario** (E. Best)
- ✓ Distrofias de las **fotorreceptores** (Retinosis pigmentaria, distrofia de conos y bastones)
- ✓ **Hemeralopías** (disminución de la agudeza visual a la luz crepuscular) congénitas estacionarias
- ✓ Alteraciones **circulatorias** (trastornos crónicos, obstrucción de la arteria central de la retina, obstrucción de la vena central de la retina, oclusión de la arteria carótida interna)
- ✓ Alteraciones **inflamatorias difusas y tumorales**
- ✓ Sustancias **tóxicas** (antipalúdicos de síntesis cloroquina, hidroxiclороquina), vigabatrin, didanozina, deferoxamina
- ✓ **Traumatismos**: siderosis, calcosis, contusión ocular
- ✓ Miscelánea: retinopatía diabética, miopía, desprendimiento de retina, melanoma maligno de coroides,

UTILIDAD CLÍNICA EOG

Enfermedad de Best o disco viteliforme macular

- ✓ Indicación **princeps**
- ✓ **Reducción del coeficiente de Arden** en pacientes enfermos y portadores.
- ✓ **ERG es normal.**
- ✓ Diferencia la enfermedad de Best de las distrofias maculares en patrón en las que el EOG es normal o moderadamente reducido (Stargardt, D. Alas de mariposa, etc)
- ✓ El EOG se afecta en fases tardías de la enfermedad cuando la afectación retiniana es muy extensa.

Potenciales evocados visuales (PEV)

Potenciales evocados visuales (PEV)

- ✓ Respuesta eléctrica de la **corteza occipital**
- ✓ Provocada por **estimulaciones visuales** mediante
 - ✓ destellos (**PEVf**)
 - ✓ o damero reversible (**PEVp**)

Potenciales evocados visuales (PEV)

Valoran la **función** y la **integridad** de la vía visual

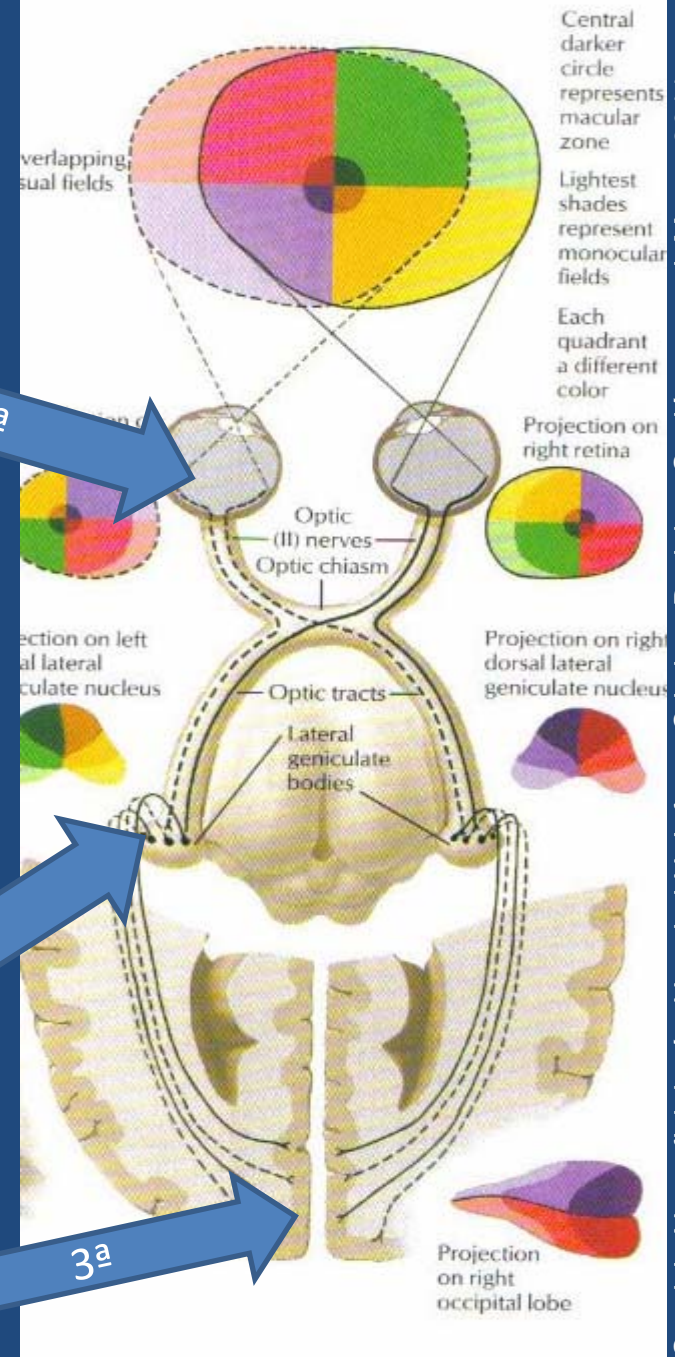
desde los **fotorreceptores** (especialmente del área central) hasta el **córtex** occipital,

pasando por las células **bipolares** y las células **ganglionares**

Origen retiniano-cortical

Cels ganglionares (1ª N: cels retino-talámicas)

- > axón: paquete papilo-macular > (n. óptico)
- > cuerpo geniculado lateral del tálamo (2ª N ó CTC)
- > radiaciones ópticas (soporte c.tálamo-corticales)
- > área visual córtex occipital (3ª N: CO)



PEV y retina macular: proyecciones

- ✓ Cada retina se proyecta en la corteza **ipsi y contralateral**
- ✓ Un **cono**=una **cél ganglionar**
- ✓ Sistema **fotópico** (mácula): proyecta en áreas **concretas y más extensas** del córtex (**polo occipital**)
- ✓ Sistema **escotópico** (periférico): proyecta **difusamente** subcortical y cortical (zonas mediales más profundas).
- ✓ El **PEVp** depende mucho de la **retina central (agudeza visual)**

Potenciales evocados visuales (PEVp)

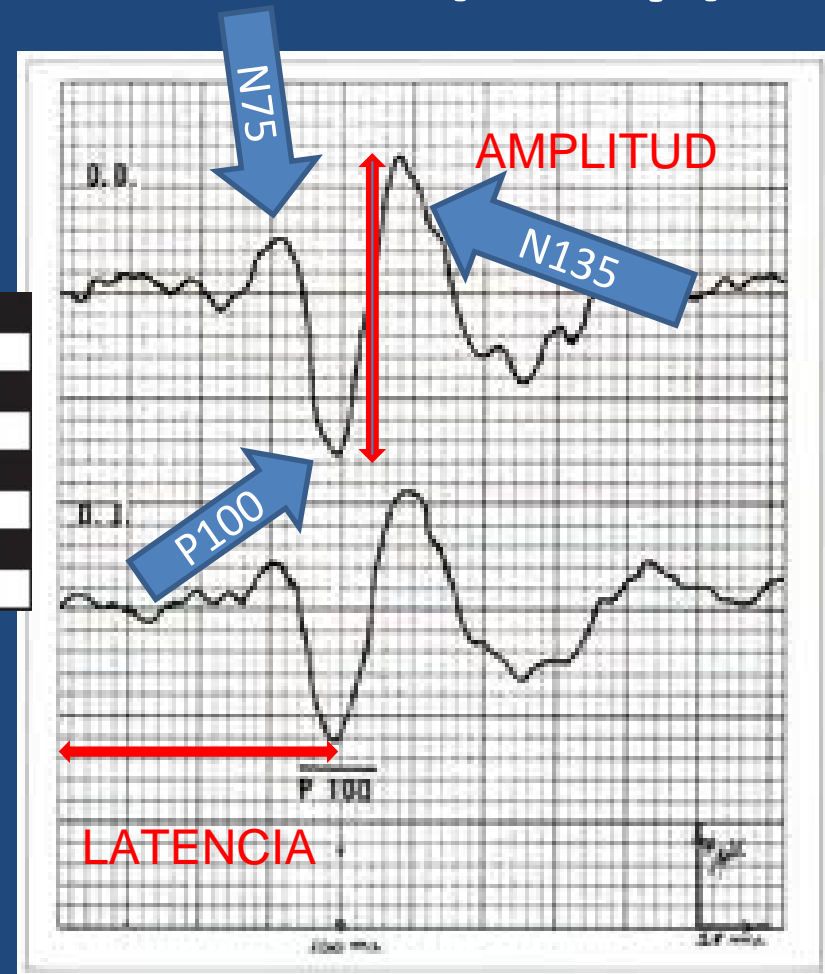
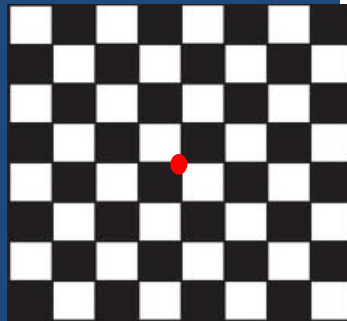
Onda trifásica:
N75, P100, N135 ms

Amplitud: microV

Latencia: ms

P100:

- Latencia absoluta
- Amplitud
- Diferencia de latencia y amplitud interocular <10ms
- Duración



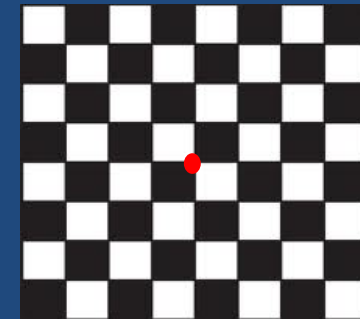
ESTÍMULOS

✓ ESTÍMULO SIN PATRÓN FIJO (PEVf):

- ✓ Flash estroboscópico (para niños)
- ✓ Ganzfeld para los PEV de destello

✓ ESTÍMULO CON PATRÓN (PEVp):

- ✓ Monitor con damero reversible y con punto central de fijación
 - ✓ Cuadros pequeños estimulan fovea
 - ✓ Cuadros grandes estimulan retina periférica



Potenciales evocados visuales (PEV): tipos de estímulo

✓ **Estructurados**: modificación contraste

- ✓ **Reversibles, “pattern reversal” o damero reversible**: estímulo alterna; luminancia constante
- ✓ **Estructurados tipo “onset/offset”**: estímulo aparece y desaparece; luminancia constante. En nistagmus

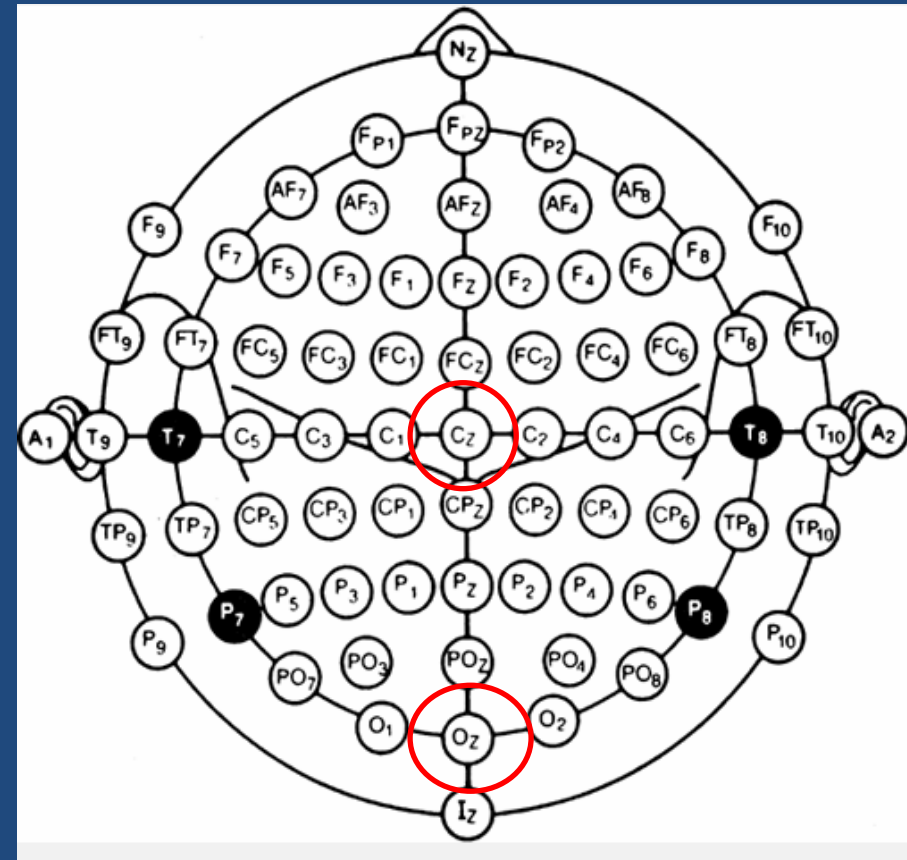
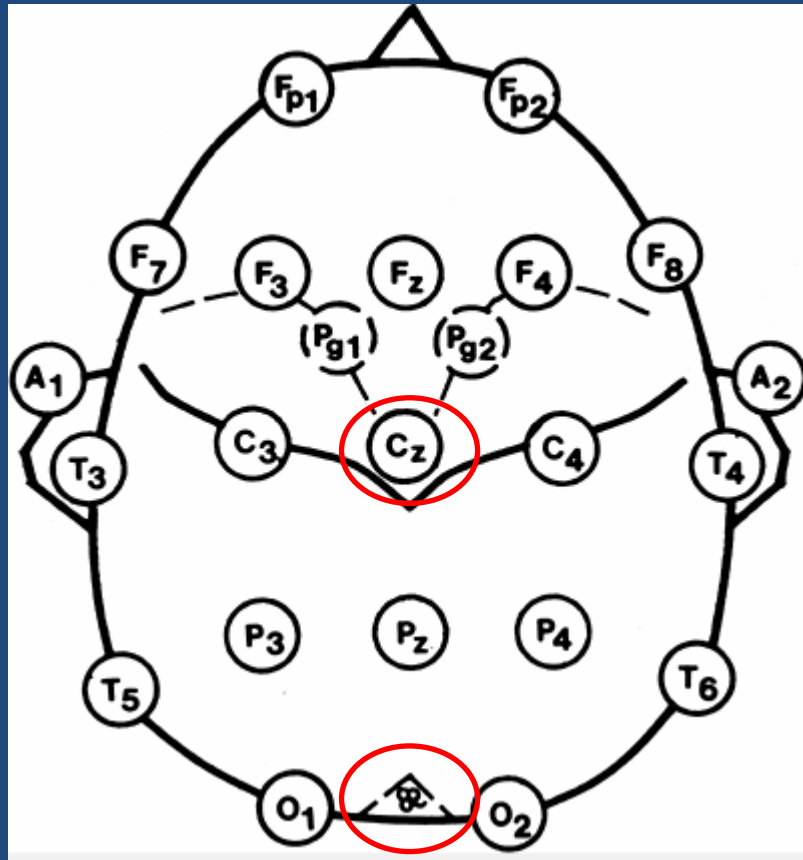
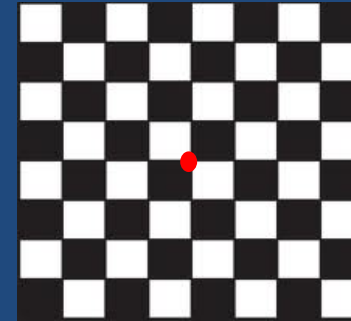
✓ Tipo **flash (luz estroboscópica)**:

- ✓ estímulo destellos intermitentes (modificación de luminancia).
- ✓ Pacientes **no colaboradores** (niños pequeños, coma, traumatismos graves) y **opacidad de medios**.
- ✓ Similitud **intraindividual** y grandes diferencias interindividuales.
- ✓ Flash color: **rojo**: área macular, **azul**: visión periférica.

PEV: condiciones de registro

Patrón estándar para la realización de los PEV (ISCEV):

- ✓ **Pupila** en estado **natural** (ni midriáticos ni mióticos), con su corrección óptica, ambiente **mesópico**, relajado
- ✓ Estimulación estructurada: pantalla con punto de fijación central, **1 mt de distancia**
- ✓ Estimulación **monocular** y **oclusión contralateral**
- ✓ 100 estimulaciones; **test + retest**
- ✓ Límite de **latencia interocular intraindividual 10ms**
- ✓ Ante estímulos estructurados **corrección óptica adecuada** para la distancia de observación:
la falta de foco produce retardos de la latencia y disminución de la amplitud
- ✓ **Recogida:** Electrodo subcutáneos tipo aguja:
 - ✓ Electrodo **activo** en la región occipital, 2 cm por encima del inion, en la posición Oz; cada ojo proyecta a ambos lóbulos occipitales
 - ✓ Electrodo de masa: zona mediofrontal, cara interna de la muñeca.
 - ✓ Electrodo indiferente de referencia en **vértex**



VARIABLES A CONTROLAR	AMPLITUD	LATENCIA	
>LUMINOSIDAD FLASH	>	<	
<LUMINANCIA ESTIMULO ESTRUCTURADO (BRILLO)	<	>	
<CONTRASTE ESTÍMULO	<	>	
<TAMAÑO DE CUADRO (FRECUENCIA ESPACIAL)	>		Los cuadros grandes influyen menos en el PEV -edad
>FRECUENCIA ESTÍMULO (DE REVERSIÓN O TEMPORAL)		>	8-10 Hz potencial steady-state (el cerebro no recupera estado basal entre las estimulaciones)
>EDAD	Se conserva En la 1ª década x2	> (>60 años)	Latencia P100 alcanza valores de adultos a los 5 años
<AGUDEZA VISUAL		>	Se minimiza con cuadro grande
MIOSIS		>	
FIJACIÓN EXCÉNTRICA DE LA MIRADA			Alteraciones del potencial
MUJERES	>	<	
OJO DOMINANTE	>	<	

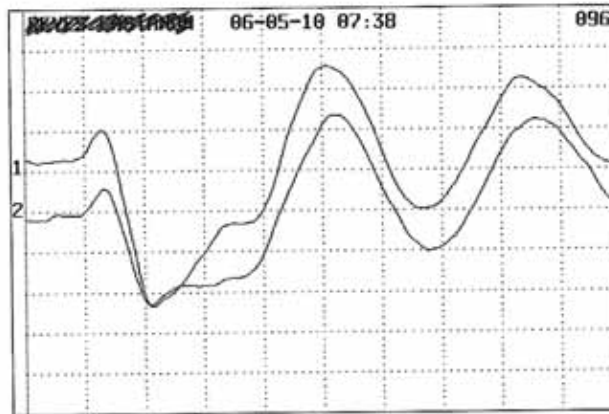
Potenciales evocados visuales flash (PEVf)

- ✓ Indican si **la vía visual retina-córtex** está intacta
- ✓ Gran **variabilidad** interindividual en morfología y amplitud.
- ✓ Sopecha de ceguera+ **PEVf registrable: aferencias visuales** que llegan a córtex.
- ✓ Son **muy simétricos** en un mismo sujeto
- ✓ **No** dependen de **la agudeza visual**
- ✓ Pueden ser de utilidad en pacientes **poco colaboradores** (anestesia general, coma, niños muy pequeños) o ante **opacidad de medios**.
- ✓ La onda más importante es la **P2**, situada alrededor de los 120 ms

P0	N1	P1	N2	P2	N3
30	55	70	90	115	155

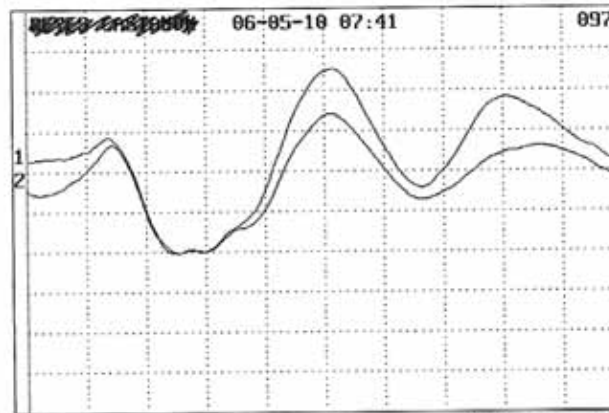
PATIENT NAME: ~~XXXXXXXXXXXX~~

PEVf.



OD

Ch #1 Montage ELBW-RGHT Tr A11 AvgSens 10.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz



PEVf

OT

Ch #1 Montage ELBW-RGHT Tr A11 AvgSens 10.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

♂ 2A. Gen Prematuro 1250 gr; Meningitis; hemorragia preroluntaria;
hidrocefalia; válvula deriv. v-p; hemiparesis espástica izquierda;
epilepsia; sospecha alteración visual.

	PEVp		
	LATENCIA	AMPLITUD	
DESMIELINIZACIÓN N. ÓPTICO	>	N	E.M. , persiste años, El retraso de la respuesta indica que mayoría de los axones están afectados
PÉRDIDA AXONAL	N	<	Lesión isquémica
NEUROPATIA ÓPTICA ISQUÉMICA	N/<	<	
ISQUEMIA RETINIANA	N	<	
LESIÓN COMPRESIVA	>	<	Desmielinización segmentaria+pérdida axonal
ALTERACIÓN MODERADA O SEVERA DE LA VISIÓN	N	N	Dx de neuritis óptica dudoso
COMPRESIÓN VÍAS VISUALES ANTERIORES	N/<	<	
GLAUCOMA	>	<	
ALBINISMO	N	<	Exceso entrecruzamiento fibras quiasma Asimetrías P100 interoculares
DIABETES			
VALPROICO			
ATAXIA FRIEDRICH			
CARENCIA B12	>		Desmieliniza n. óptico
NEUROPATIA ÓPTICA TÓXICA ALCOHOL-TABÁQUICA	N/<	<	
PAPIEDEMA			Afectación PEVp en fases tardías. Dx: En neuropatía óptica inflamatoria se alteran PEVp y f

Potenciales evocados visuales (PEV)

Utilidad clínica

PEV anómalo ante cualquier **alteración de la vía visual:** desde la retina hasta el córtex occipital.

✓ **Maculopatías**

✓ **Enfermedades del nervio óptico**

- ✓ Neuritis retrobulbar
- ✓ Papilitis
- ✓ Neuropatía óptica isquémica, tóxicas y metabólicas
- ✓ Compresión del nervio óptico
- ✓ Atrofia óptica

✓ **Opacidad de medios**

- ✓ PEV con estímulo **flash**
- ✓ Realizar también un **ERGf** para descartar patología retiniana extensa.
- ✓ El ERG es más sensible que los PEV a la opacidad de medios:
 - ✓ Se produce una reducción más marcada de la amplitud de las ondas en el ERG

Potenciales evocados visuales (PEV)

Maculopatías

- ✓ Afectaciones de **ausencia o retraso de P100 (damero reversible)** en las enfermedades retinianas: son secundarias a la **pérdida de agudeza visual**.
- ✓ Efectuar valoración conjunta con el **pERG** sobre todo en **estadios tempranos** de maculopatías (fondo de ojo normal):
 - ✓ Diagnóstico diferencial entre **maculopatías (afectación ERGp)** y enfermedades desmielinizantes del **n. óptico (afectación PEVp con ERGp normal)**

	ERGp	PEVp	
	N	Retrasado/Ausencia	Desmielinización del n. Óptico Bloqueo total fibras n.Óptico Buen Px para recuperación visual
	Disminución de amplitud/Ausencia	Retraso/Ausencia	Atrofia nervio óptico, afectación axonal y degeneración retrógrada de las cels ganglionares. Mal Px para recuperación visual
	Disminución de amplitud/Ausencia	N	Maculopatía

- ✓ **ERGf+PEVf:** ¿PEV ausente o de baja amplitud? **ERGf** simultáneo, que si aparece, confirma el correcto funcionamiento de la retina y localiza la **lesión por detrás del ojo**
- ✓ La **disminución de amplitud del ERGp** correlaciona bien con la **atrofia del n.óptico**

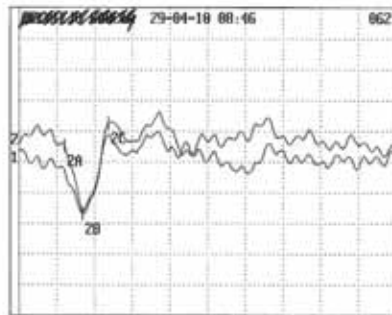
La retina humana se proyecta a ambos lados, ipsi y contralateral, de la corteza

	PEVp	
LESIÓN RETROQUIASMÁTICA MONOHEMISFÉRICA	P100 normal	la vía visual del hemisferio opuesto transmite impulsos suficientes para producir latencia normal
LESIÓN PREQUIASMÁTICA EN SITIO INDEFINIDO	anomalía PEVp monocular	(esclerosis múltiple, enfermedad retiniana, medios de refracción, lesión compresiva nervio óptico)
LESIÓN BILATERAL INDETERMINABLE (RETINA, NERVIO ÓPTICO, RADIACIONES ÓPTICAS):	PEVp alterado binocular	defecto bilateral de conducción (degeneraciones retinianas, tumor quiasma óptico, enfermedad de generativa del SNC, lesiones bilaterales de las radiaciones ópticas como gliomas del cuerpo calloso posterior)
LESIONES RETROQUIASMÁTICAS BILATERALES CON COEXISTENCIA DE LESIÓN PREQUIASMÁTICA MONOCULAR	Latencias alargadas Un ojo de mayor latencia (>3DS).	Lesiones retroquiasmáticas bilaterales tienen diferencias de latencia interocular en límites normales

Potenciales evocados visuales (PEV)

La **neuropatía óptica secundaria a enfermedad desmielinizante**:

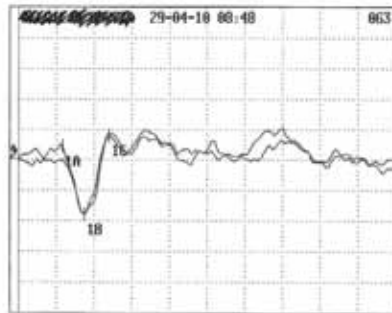
- ✓ indicación **príncipeps** PEV tipo pattern-reversal
- ✓ **retraso en la latencia** de la onda P100
 - ✓ no se correlaciona con la pérdida de agudeza visual
 - ✓ persiste una vez recuperada la visión
- ✓ alteraciones de la amplitud poco marcadas.
- ✓ la **pérdida visual** se correlaciona mejor con las variaciones en la **amplitud** de la onda P100.
- ✓ es útil en el diagnóstico de **neuritis subclínicas** (la afectación electrofisiológica precede al cuadro clínico).
- ✓ gran utilidad en el diagnóstico de **esclerosis múltiple**



Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr A11 AvgSens 5.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

MEASUREMENTS

Trace	Markers	DLat.	Damp.	Dist.	NCV	Area
2- 2 2A (	60ms)-2B (	84ms)	24ms	-10.9uV		126.9uVms
2- 2 2B (	84ms)-2C (	118ms)	34ms	14.6uV		200.6uVms
2- 2 2C (	118ms)-2A (	60ms)	-58ms	-3.7uV		336.4uVms

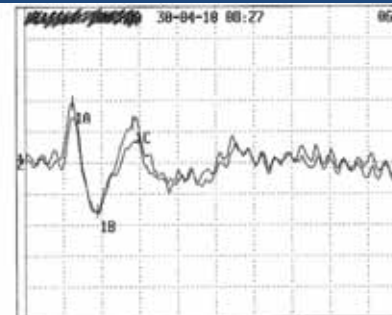


Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr A11 AvgSens 5.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

MEASUREMENTS

Trace	Markers	DLat.	Damp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A (	58ms)-1B (	87ms)	29ms	-11.1uV		176.4uVms
1- 1 1B (	87ms)-1C (	120ms)	33ms	12.8uV		213.0uVms
1- 1 1C (	120ms)-1A (	58ms)	-62ms	-1.7uV		346.3uVms

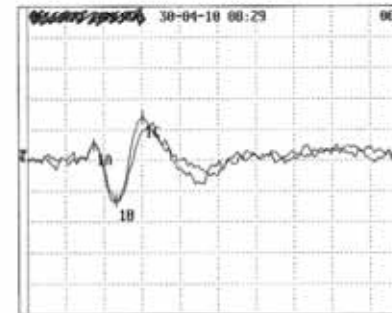
♀ 46A. 5º episodio de PEV. Alteración visual compatible con N.O.



Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr A11 AvgSens 5.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

MEASUREMENTS

Trace	Markers	DLat.	Damp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A (	62ms)-1B (	94ms)	32ms	-17.4uV		356.5uVms
1- 1 1B (	94ms)-1C (	141ms)	47ms	14.1uV		349.2uVms
1- 1 1C (	141ms)-1A (	62ms)	-79ms	3.3uV		827.8uVms



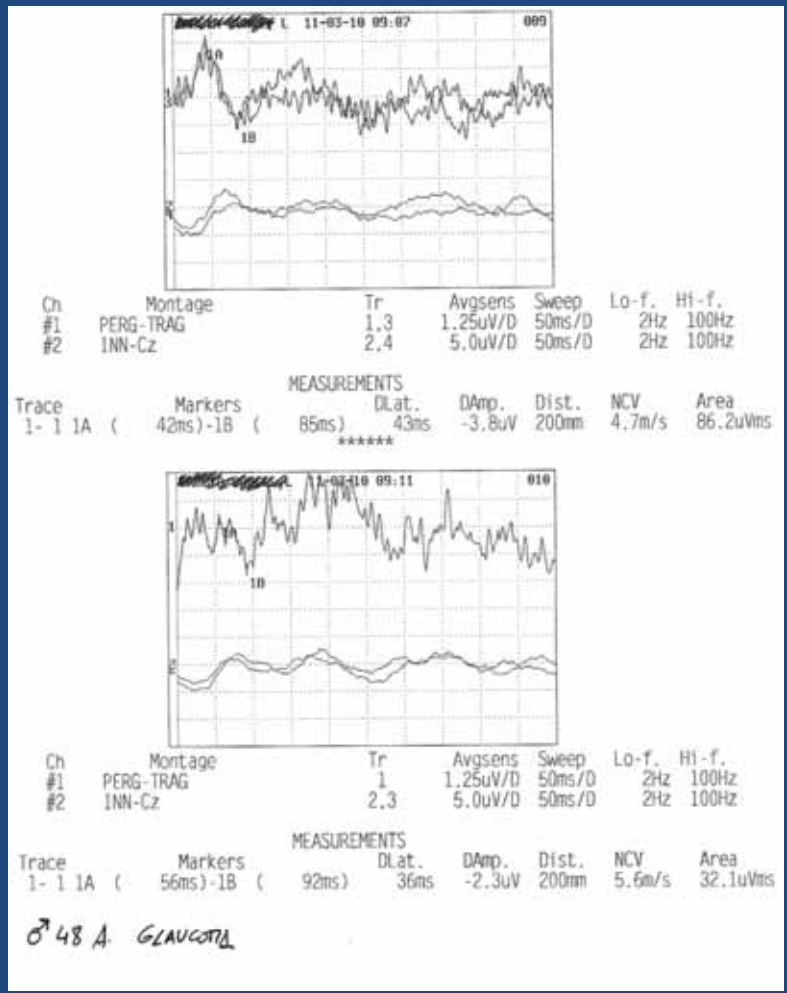
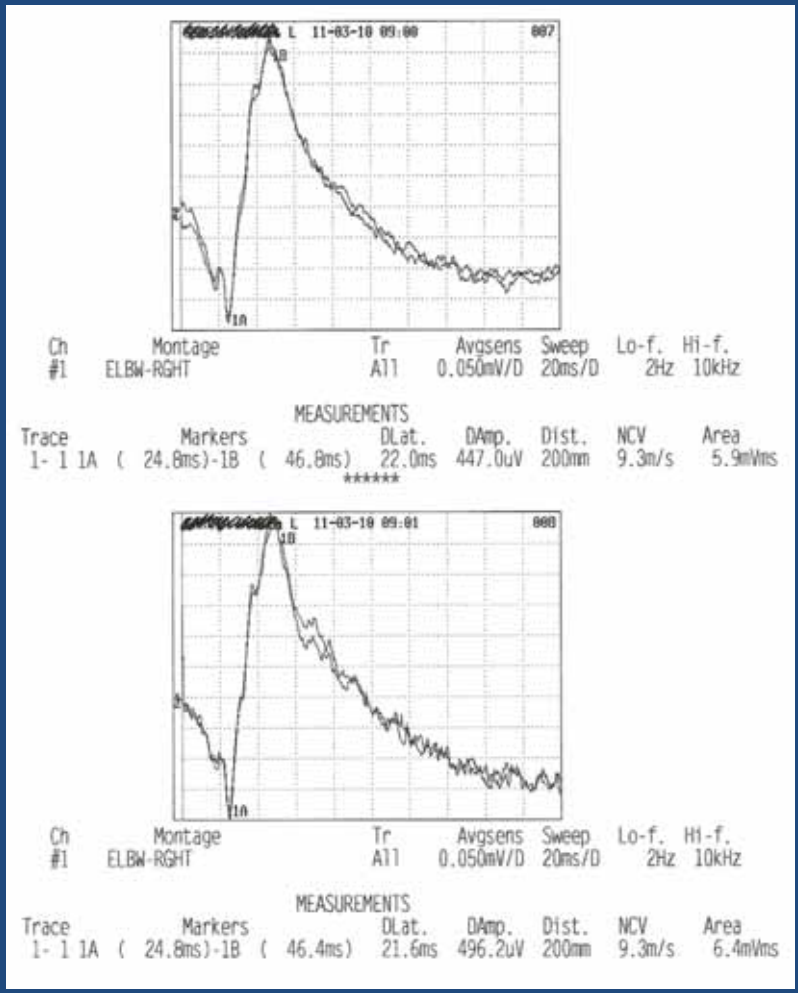
Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr A11 AvgSens 5.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

MEASUREMENTS

Trace	Markers	DLat.	Damp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A (	87ms)-1B (	116ms)	29ms	-8.9uV		146.8uVms
1- 1 1B (	116ms)-1C (	151ms)	35ms	13.4uV		238.4uVms
1- 1 1C (	151ms)-1A (	87ms)	-64ms	-4.5uV		308.2uVms

♀ 26A. N.O. probable Exp. Domiciliarmente.

- ✓ **PEV monocular anormal:** defecto de conducción de una u otra vía prequiasmática
- ✓ En **alteraciones bilaterales** no se puede localizar la lesión:
Suficiente nº de axones sanos pero otros afectados: velocidad de conducción normal, cambios de amplitud, y menos alteraciones de latencia
- ✓ **Enfer. compresivas:** pérdida axonal y desmielinización: aumento de latencia y disminución de amplitud
- ✓ **Retraso de P100** respecto a la normalidad: brote anterior de neuritis óptica
- ✓ **Pico P100 no identificable:** varios brotes de neuritis óptica en el pasado
- ✓ **P100 desdoblada:** neuritis óptica que ha afectado a una parte de las fibras
- ✓ **PEV plano:** sin respuesta: grave afectación de la retina y/o vía óptica con gran pérdida visual o ceguera.
- ✓ **PEV supranormal o hiperamplio:** proceso NRL general tipo afecciones convulsivantes.
- ✓ **Alteración PEV+AV+Campo Visual:** no se puede precisar la patología: posible afectación de los medios transparentes, retina o vía óptica.



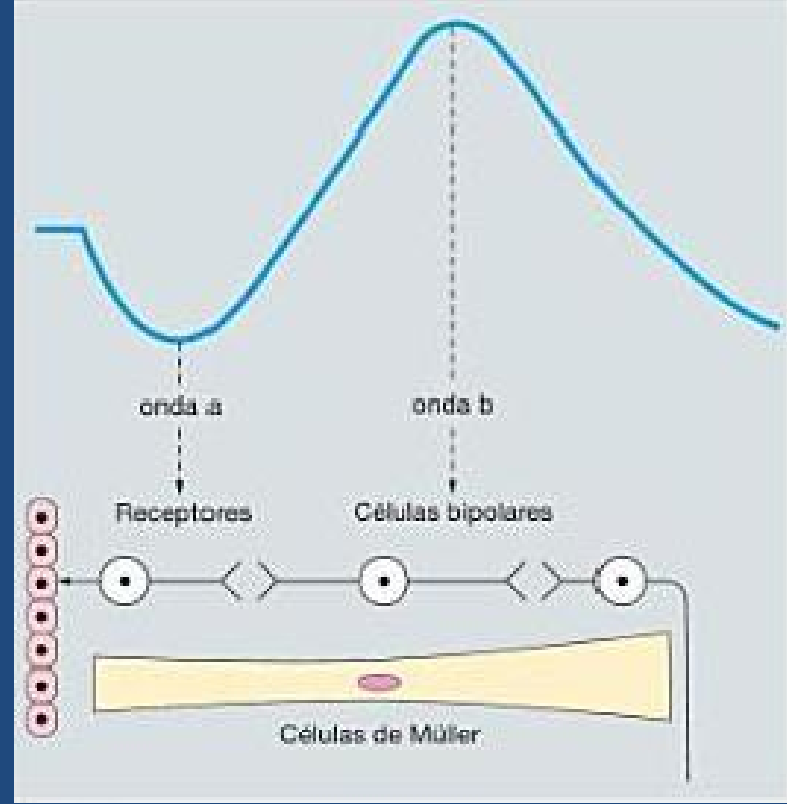
Electrorretinograma flash (ERGF)

ERGF

- ✓ Potencial de **acción** retiniano
- ✓ Respuesta eléctrica en masa de los **fotorreceptores** (conos y bastones) y células no neuronales de la retina (**cels bipolares**)
- ✓ Las células **ganglionares no participan** en el ERG flash.

ERGF

- ✓ El ERG detecta alteraciones retinianas muy **extensas**: indica función retiniana general.
- ✓ Las lesiones del **nervio óptico y células ganglionares** generalmente **no afectan** al ERG flash
- ✓ **No es** una prueba adecuada para el estudio de **maculopatías**.



ERGf: el potencial

Es una onda polifásica **registrada en la córnea**:

Onda 'a': conos y bastones, (-)

Onda 'b': cels **bipolares**, cels de Müller, (+). Depende de los fotorreceptores funcionales. Aumenta con la **adaptación** a la oscuridad y la **intensidad estímulo** luminoso: intervienen conos-bastones dependiendo de las condiciones de estímulo.

Onda e: (potenciales **oscilatorios**) en estimulaciones muy prolongadas

ERGf: Ondas “a” y “b”

- ✓ **Amplitud** : >350 microvoltios
 - ✓ La amplitud varía según las condiciones
 - ✓ **Amplitudes escotópicas** duplican o triplican a las amplitudes fotópicas.

- ✓ **Latencias**:
 - La onda **a**: 20 ms
 - La onda **b**: 40-45 ms
 - ✓ Latencia menor con **intensidad del estímulo mayor**

ERGf: dualidad retiniana

Conos: visión fotópica (discriminación del color), diurna, morfoscópica, cromática, responden a largas longitudes de onda.

Bastones: visión escotópica (sombras de blanco-negro), nocturna, sensibles a cortas longitudes de onda

Luz intensa: visión **solo fotópica** porque los bastones se adaptan y no trabajan o bien son superados por las señales procedentes de los conos.

Con **luz de débil** intensidad, la retina solo tiene valor **escotópico**.

La retina tiene capacidad dual de respuesta

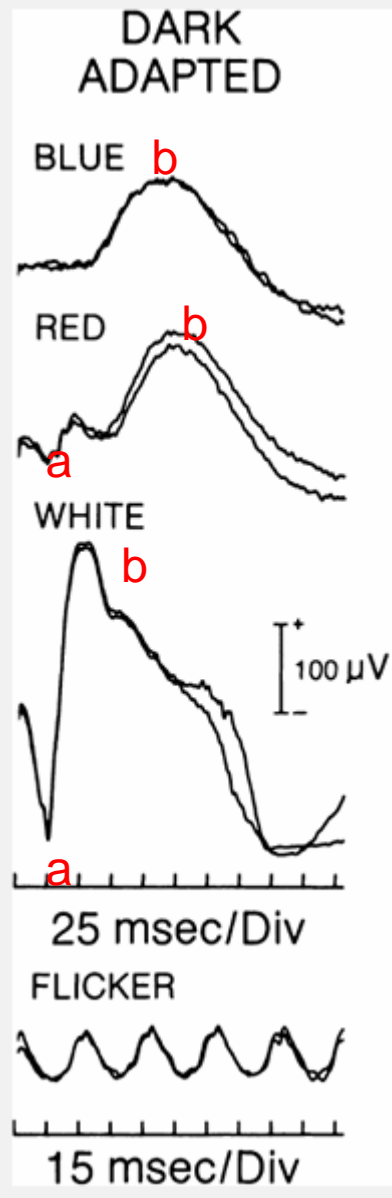
✓ SISTEMA ESCOTÓPICO:

- ✓ Bastones
- ✓ Responde a la iluminación débil
- ✓ Blancos y grises
- ✓ **Onda b2**: actividad de los bastones despolarizando las células bipolares

✓ SISTEMA FOTÓPICO

- ✓ Conos
- ✓ Responde a luz intensa
- ✓ **Capta colores**
- ✓ **Ondas a, e y b1.**

ERGf Escotópico

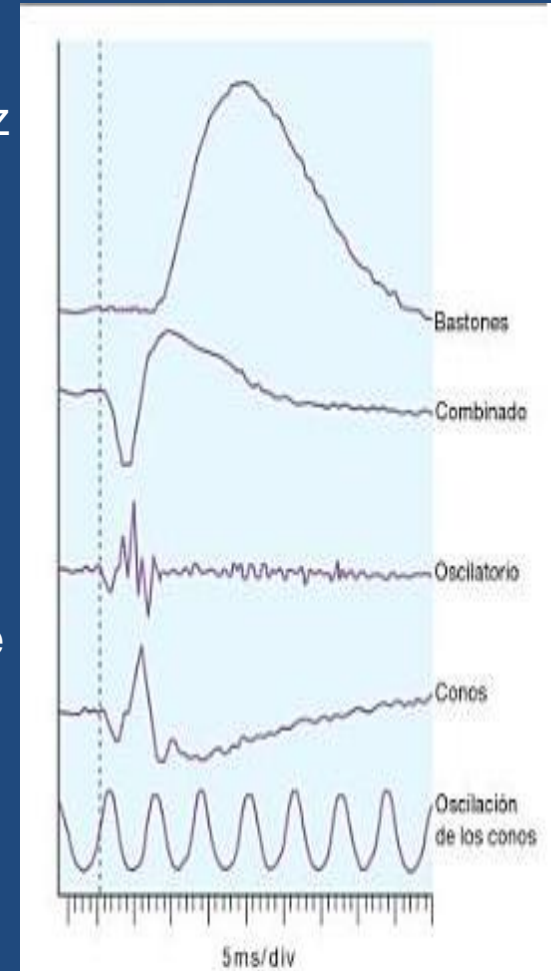


Respuesta de bastones: destello de luz blanco o azul, gran onda 'b' y onda 'a' pequeña o no registrable.

Respuesta combinada de bastones y conos: destello de luz muy brillante, ondas 'a' y 'b' muy prominentes.

Potenciales oscilatorios: destellos brillantes combinando los parámetros de registro; en la parte ascendente de la onda b; generadas por cels de la retina interna.

Trazado escotópico (de los bastones). Retina bien adaptada a la oscuridad + luz blanca estímulo: trazado fotópico más onda b2: La **respuesta escotópica depende de las condiciones de adaptación a la oscuridad.**

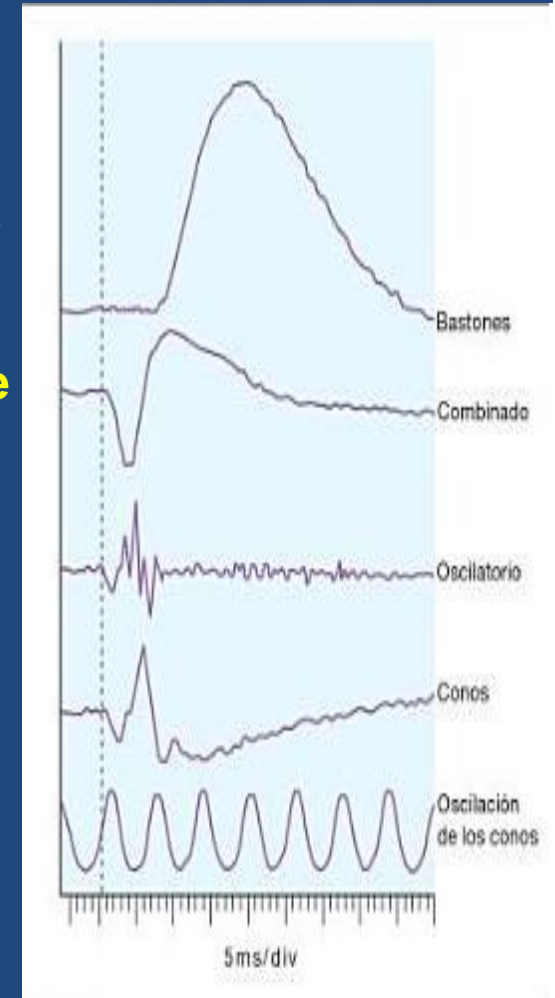


ERGf fotópico



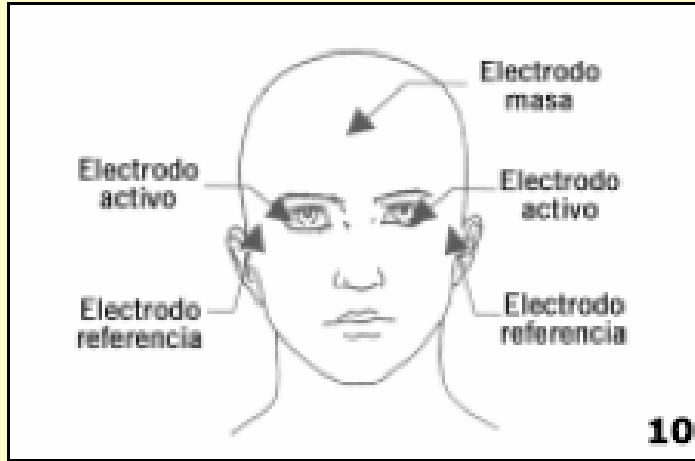
Trazado fotópico de los conos: Retina bien adaptada a la luz + luz blanca estímulo: ondas a, e y b1, de forma que la **respuesta de los conos no depende de las condiciones de adaptación**

Parpadeo de los conos: se aíslan conos con estímulos parpadeantes de **30 Hz**, los **bastones no pueden responder**. Medida de la amplitud y del tiempo implícito de la onda b de los conos, La respuesta de los conos se desencadena hasta los **50Hz**.



ERGf: Las *ondas 'e' o potenciales oscilatorios* :

- ✓ Aparecen en la **cresta ascendente de la onda b**
- ✓ Respuestas de **alta frecuencia 100-160Hz** (filtros 100-1000Hz)
- ✓ Se forman en las **capas medias** de la retina (células **amacrinas**)
- ✓ Se correlacionan con la **irrigación** de esta zona.
- ✓ Anormales en **retinopatía isquémica y diabética**.



*Figura 10.
Colocación de los
electrodos en el ERG flash,
idéntica al mfERG*



REGISTRO ERGf

- ✓ **Adaptación** previa a la oscuridad de 30 minutos
- ✓ Electrodo corneal **activo** y electrodo cutáneo de **referencia** en sien ipsilateral (muy poca contaminación del PEV cortical).
- ✓ Campana de **Ganzfeld, flash** estroboscópico
- ✓ Protocolo ISCEV:
 - ✓ respuesta de bastones, (escotópica)
 - ✓ respuesta combinada (antes respuesta máxima), (escotópica)
 - ✓ potenciales oscilatorios, (escotópica)
 - ✓ respuesta de conos a flash único (fotópica tras un periodo de 10 minutos de adaptación a la luz para saturar los bastones)
 - ✓ Respuesta flicker (fotópica idem)

Las ondas del potencial ERGf

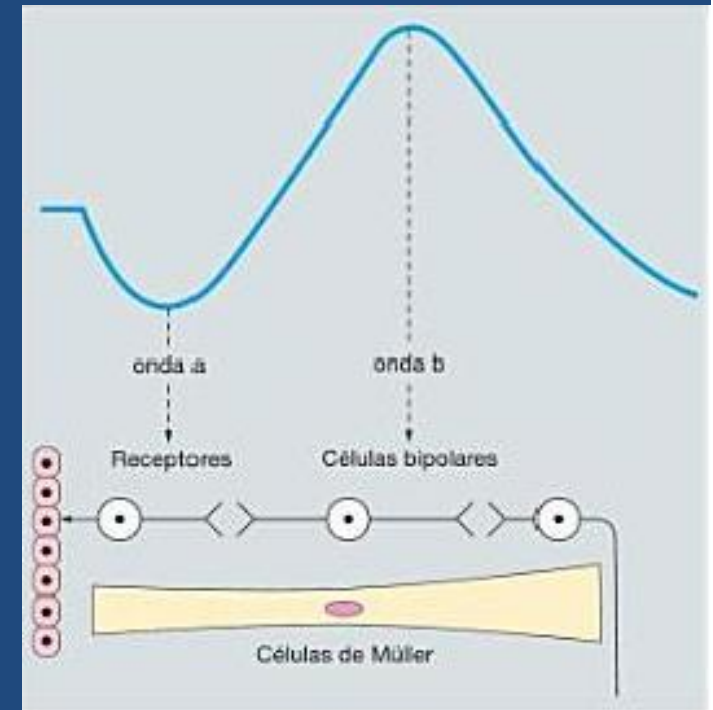
(amplitud a/b)	Amplitud a	Amplitud b	Frr	C. Bipolares
Trazado n-p	>	N	Irritados	N
Trazado n-n	>	<	Irritados	>lesionadas
Electronegativo	Presente onda a	ausente	presentes	anuladas

Estimulaciones con luz monocromática roja, azul y amarilla.

(Luz m-c)	ERG	ONDAS	LONGITUD DE ONDA (nm)
ROJA	Fotópico puro (conos)	a, e b1	650
AZUL	Escotópico puro (bastones)	b	450
AMARILLA	Mixto	Hiato b1-b2	580

UTILIDAD CLÍNICA

- ✓ Distrofias difusas de fotorreceptores.
- ✓ Retinosis pigmentaria y síndromes asociados
- ✓ Distrofias de conos y bastones
- ✓ Distrofias coriorretinianas destacan la **atrofia gyrata**,
- ✓ La **coroideremia**
- ✓ Las alteraciones vitreoretinianas hereditarias:
Retinosquisis juvenil ligada al sexo
- ✓ Síndrome de **Goldmann-Favre**
- ✓ En las **enfermedades inflamatorias**
- ✓ En la **retinocoroidopatía de Birdshot**
- ✓ En el **síndrome de múltiples puntos blancos evanescentes**.
- ✓ En la **retinopatía externa zonal aguda (AZOOR)**



UTILIDAD CLÍNICA

✓ Las alteraciones **vasculares** retinianas

✓ **Fármacos**

✓ Los antipalúdicos de síntesis.

✓ Los aminoglucósidos intravítreos

✓ La vigabatrina,

✓ El sildenafil.

✓ Los cuerpos extraños intraoculares de hierro o de cobre

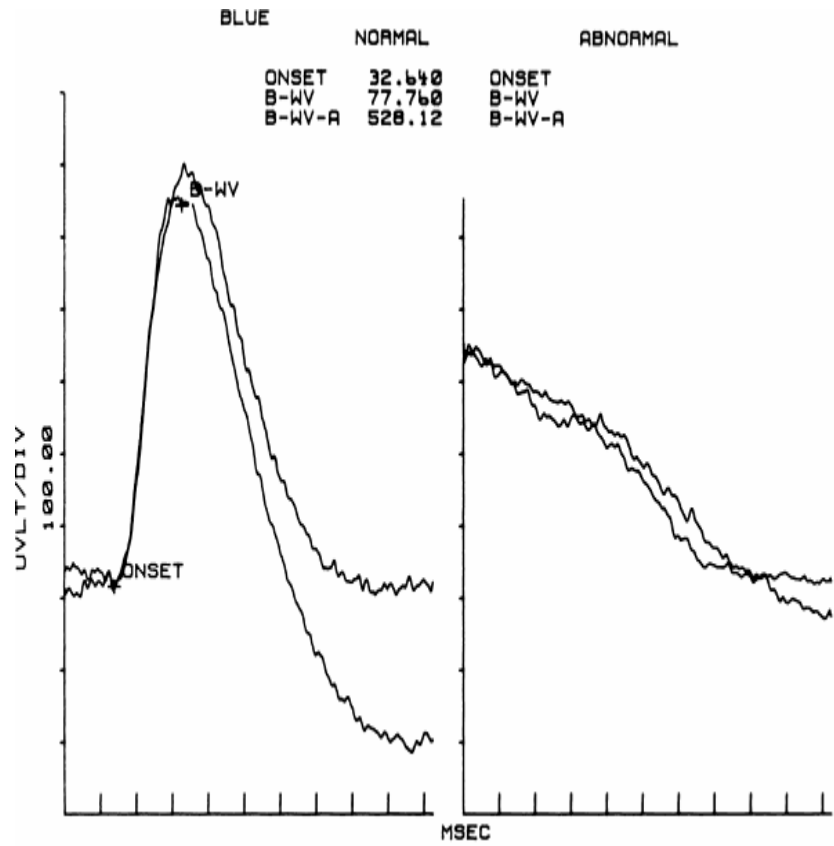
✓ La **avitaminosis A**

✓ Las lesiones del **nervio óptico y células ganglionares** generalmente **no afectan** al ERG flash.

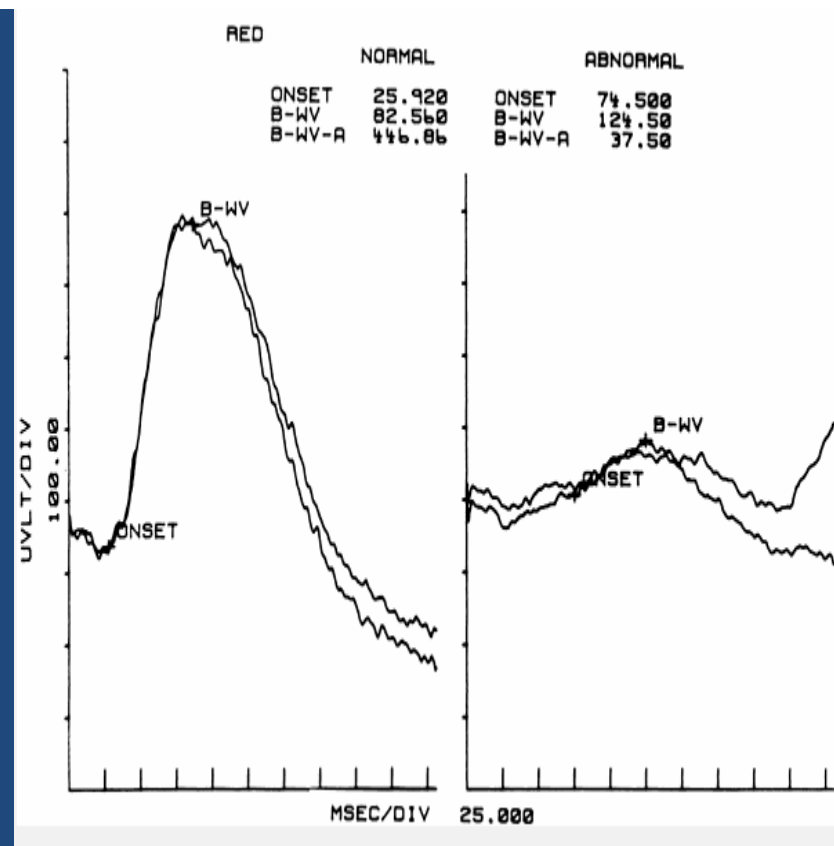
✓

✓ En el **desprendimiento** de retina

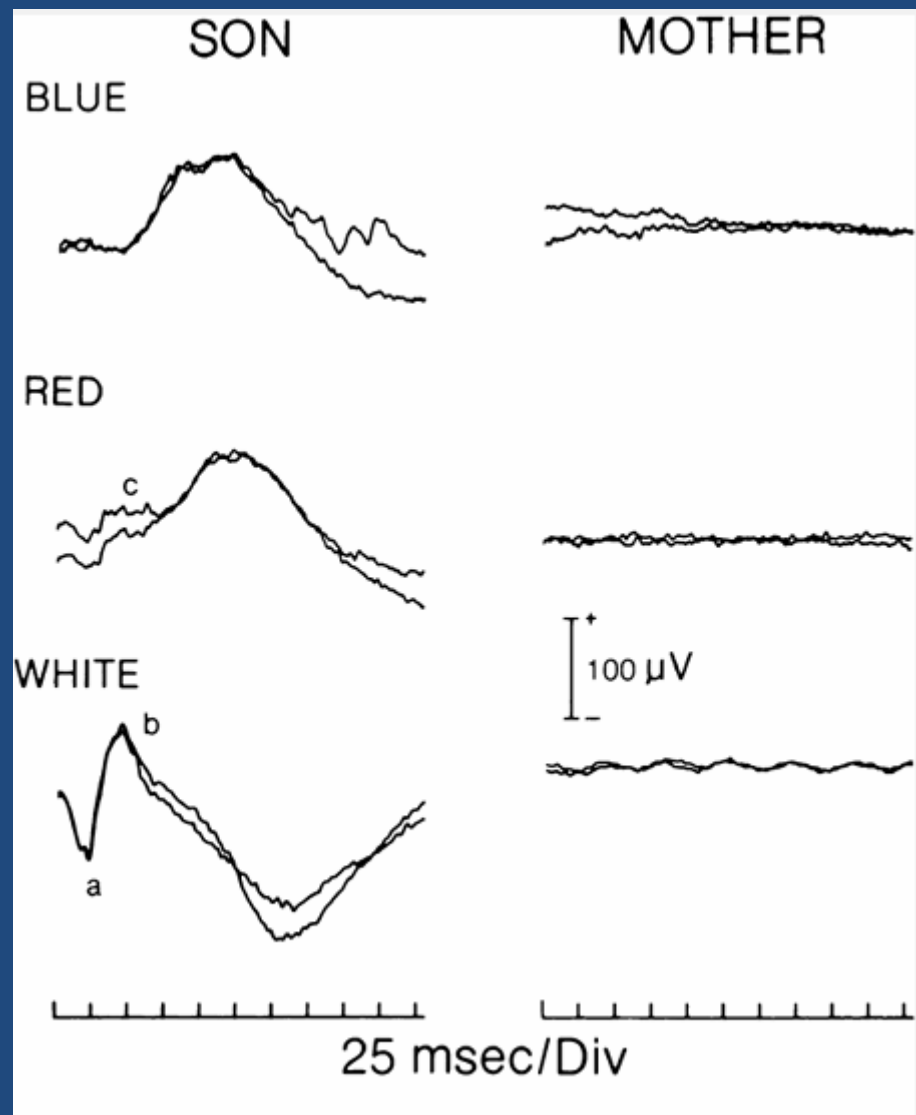
✓ La retinopatía asociada al **cáncer** (CAR) (pulmón y endometrio)



00-70-1000M Qf

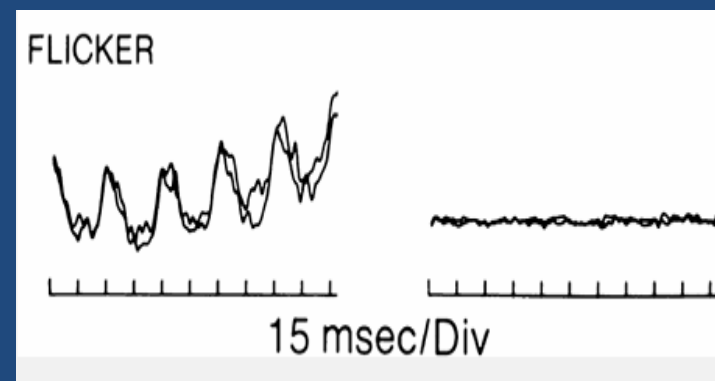


NORMAL vs RETINOPATIA DIABÉTICA: problemas de visión nocturna y visión atenuada. Onda b casi ausente para flash azul y muy pequeña para rojo: **grave deterioro del sistema de bastones**



ERG flash. Madre (a la derecha) con **retinitis pigmentaria**, su visión central indemne, visión periférica muy afectada. Nictalopía.

El hijo 15 años, fondo de ojo normal, agudeza visual normal. ERG escotópico muestran la amplitud de la onda b pequeña, en particular a la luz roja y blanca, lo que sugiere una disfunción bastones . Flicker normal, indicando la función normal de los conos.



Electrorretinograma patrón (ERGp)

Electrorretinograma patrón (ERGp)

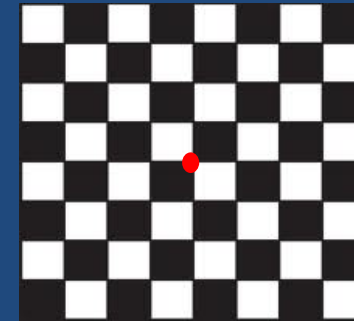
✓ ERGp:

- ✓ respuesta **foveal**
- ✓ función **macular** : células **ganglionares**

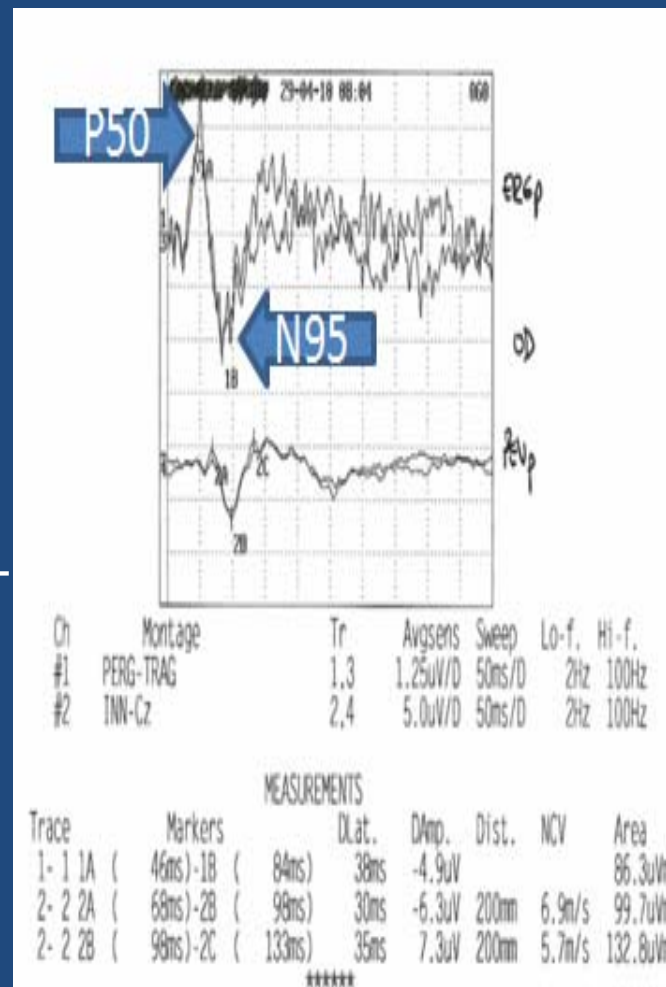
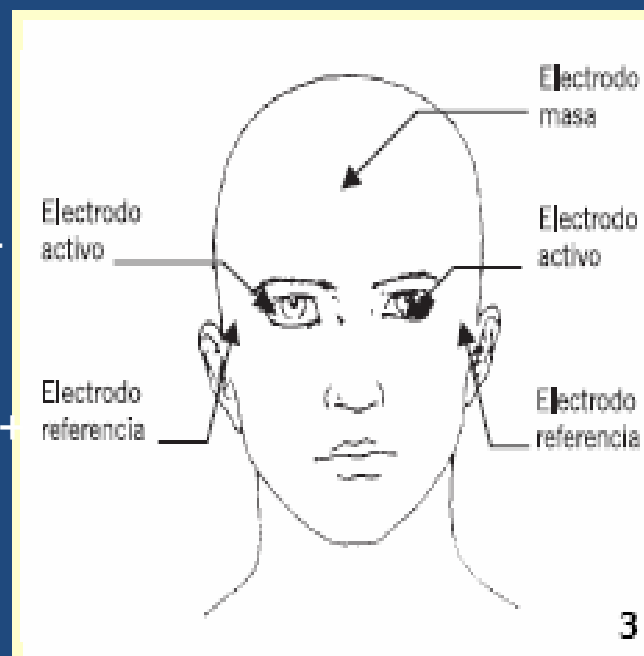
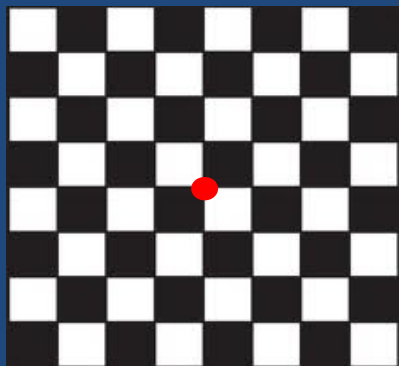
✓ ERGf:

- ✓ respuesta retiniana en masa: **retina global**.
- ✓ Frr y Cél. **bipolares**

✓ Más **PEVp**: **neuropatías vs maculopatías**.



ERGp



Registro ISCEV (Sociedad Internacional de Electrofisiología Clínica para la Visión)

- ✓ **Binocularmente**
- ✓ Sin midriasis
- ✓ **refracción adecuada** a la distancia de la pantalla
- ✓ **Punto** de fijación en el centro de la pantalla
- ✓ **Electrodos:**
 - ✓ Electro activo: 2 electrodos en la córnea o en la conjuntiva bulbar inferior :
 - ✓ fibras conductoras finas, láminas de oro o de garaba (línea media, pegado a esclerótica/córnea)
 - ✓ Se fijan 2 electrodos de referencia en el canto externo de cada ojo
 - ✓ Un electrodo masa en la frente.
- ✓ Obtener unas 150 a 200 respuestas para aumentar la relación señal-ruido.



ERGp

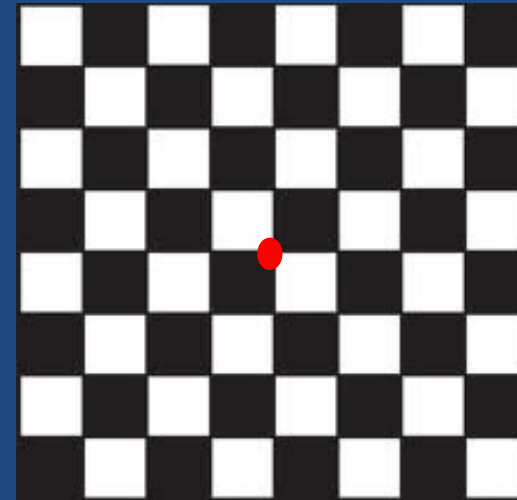
Binocularmente:

- ✓ Reduce el **tiempo** de exploración a la mitad
- ✓ Facilita la **fijación** visual por el ojo normal cuando la agudeza del otro ojo está alterada
- ✓ Registro **sincrónico**: comparación real entre ambos ojos
- ✓ Minimiza la fijación inconsistente por **aburrimiento**
- ✓ Hay muy poca **contaminación** cruzada
- ✓ Electrodo de **referencia: Sien** ipsilateral porque se detecta muy poca contaminación del PEV cortical

Estímulo

✓ Frecuencia espacial.

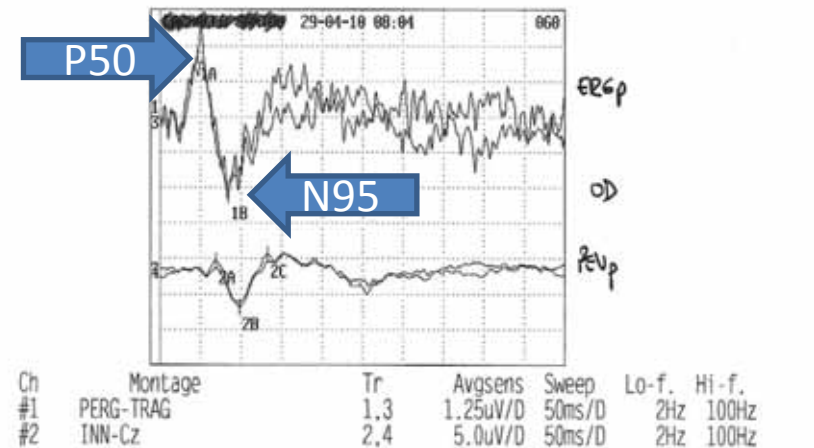
- ✓ Cuadrados **pequeños**:
 - ✓ frec espacial **alta**
 - ✓ estímulo región **foveal**
- ✓ Cuadrados de **gran tamaño**:
 - ✓ frec espacial **baja**
 - ✓ zona retiniana **periférica**



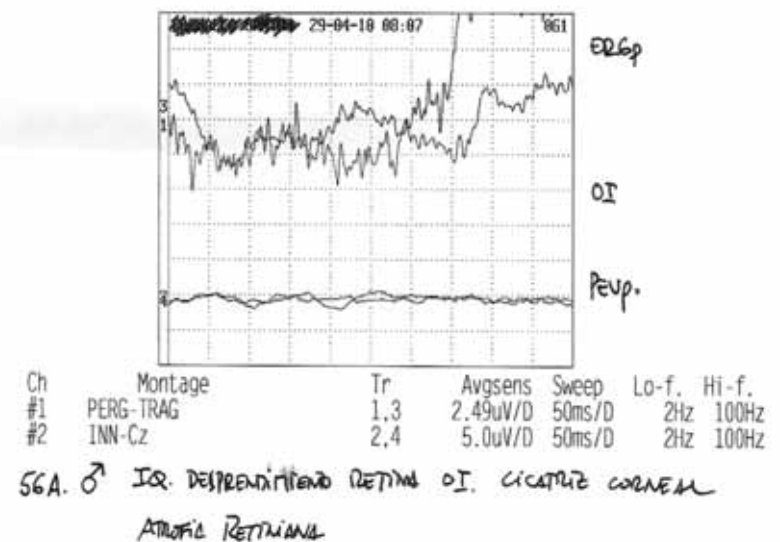
ERGP

La respuesta que obtenemos mediante el **ERGP transitorio** consiste en:

- ✓ **(N35)** habitualmente no se estudia
- ✓ **(P50)** : onda a: 50 milisegundos
- ✓ **(N95)**: onda b: 95 milisegundos

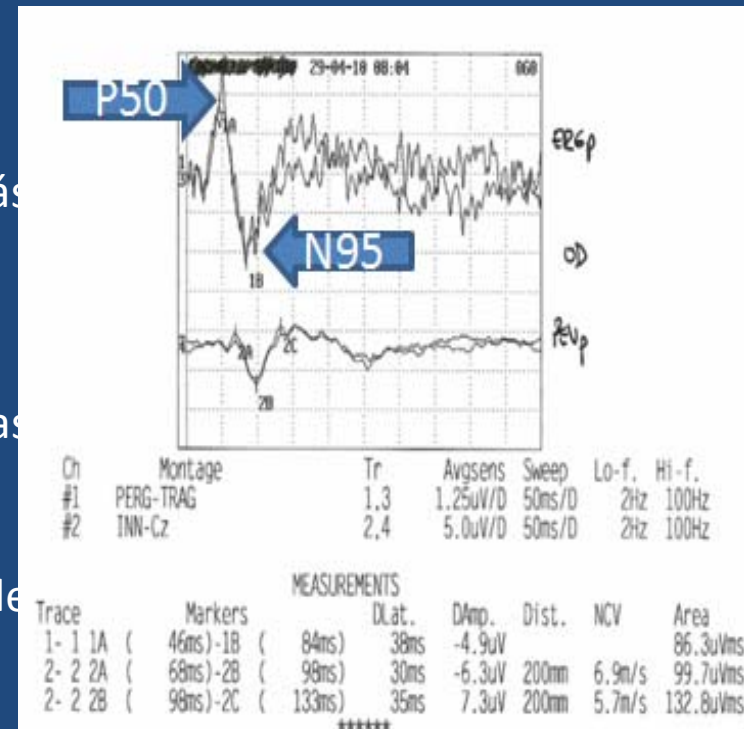


MEASUREMENTS							
Trace	Markers	DLat.	Damp.	Dist.	NCV	Area	
1- 1 1A	(46ms)-1B	(84ms)	38ms	-4.9uV		86.3uVms	
2- 2 2A	(68ms)-2B	(98ms)	30ms	-6.3uV	200mm	6.9m/s	99.7uVms
2- 2 2B	(98ms)-2C	(133ms)	35ms	7.3uV	200mm	5.7m/s	132.8uVms



Potencial ERGp

- ✓ **Onda N95**: células **ganglionares**
- ✓ **Onda P50** : células **ganglionares** (70%), capas más externas de la retina y **fotorreceptores** maculares.
 - ✓ Es un índice de la **función macular**.
- ✓ Es imprescindible la **integridad** de las capas retinianas que preceden a las cels ganglionares
- ✓ Habitualmente valoramos la **amplitud y latencia** de las ondas P50 y N95



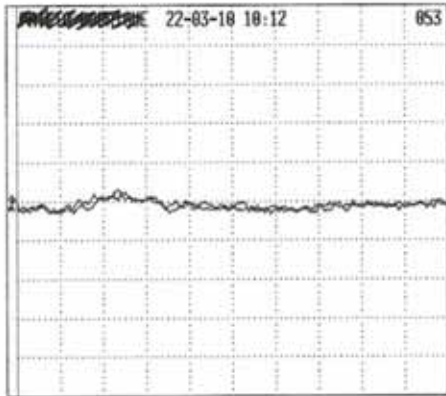
Parámetros

	LATENCIA	AMPLITUD	RELACIÓN
Onda P50 (onda a)	40-60 ms	> 3,5 mcv	Iluminación del estímulo
Onda N95 (onda b)	90-100 ms		Contraste

ERGp: utilidad clínica

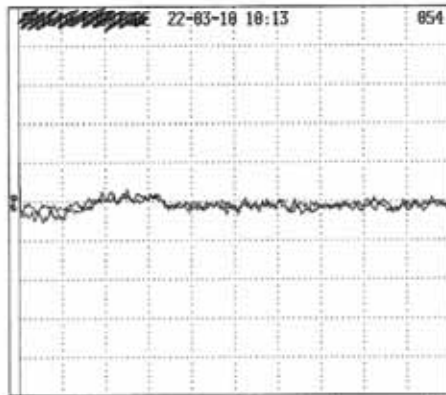
- ✓ Evalúa la función **macular** y la función de las células **ganglionares** de la retina
- ✓ En **lesiones maculares**:
 - ✓ el **ERGf es normal**
 - ✓ **ERGp**: Retraso de **latencia, ausente o deprimido**
- ✓ **Disfunción de células ganglionares**:
 - ✓ **ERGp**: **Reducción N95** con preservación de P50
- ✓ Severa enfermedad del **nervio óptico** con participación **axonal** y degeneración **retrógrada** de las **células ganglionares**:
 - ✓ **ERGp ausente o notablemente deprimido**

PATIENT NAME: ~~XXXXXXXXXX~~



ECG f.
OD

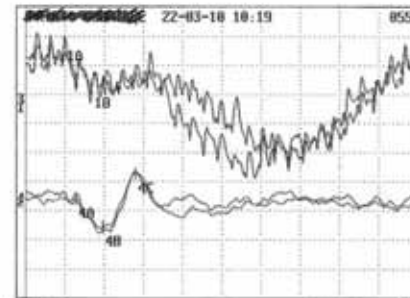
Ch	Montage	Tr	AvgSens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	ELBW-RGHT	A11	0.050mV/D	20ms/D	2Hz	10kHz



ECG f.
OI

Ch	Montage	Tr	AvgSens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	ELBW-RGHT	A11	0.050mV/D	20ms/D	2Hz	10kHz

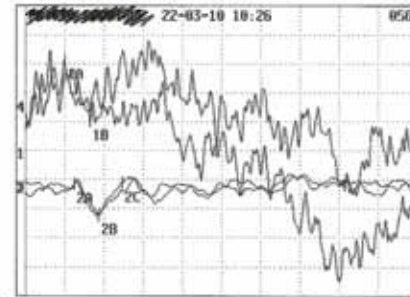
♀ 74A.



ECG P
OD
REV

Ch	Montage	Tr	AvgSens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	PERG-TRAG	1,3	1.25uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz
#2	INN-Cz	2,4	5.0uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz

Trace	Markers	MEASUREMENTS				Dist.	NCV	Area
		DLat.	Dist.	Area	Area			
1- 1 1A	(49ms)-1B (84ms)	35ms	2.0uV	200mm	5.7m/s	42.3uVms		
4- 4 4A	(64ms)-4B (98ms)	34ms	-4.9uV	200mm	5.9m/s	111.9uVms		
4- 4 4B	(98ms)-4C (140ms)	42ms	9.1uV	200mm	4.8m/s	168.4uVms		



ECG P
OI
REV

Ch	Montage	Tr	AvgSens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	PERG-TRAG	1,4	1.25uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz
#2	INN-Cz	2,3	5.0uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz

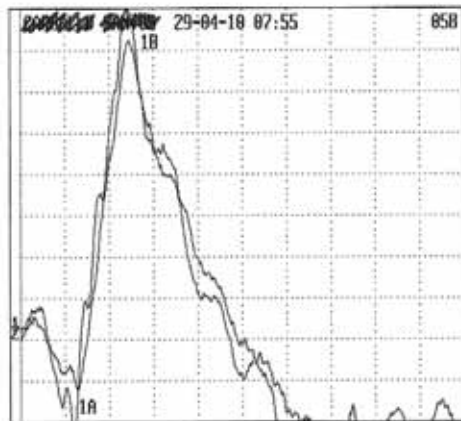
Trace	Markers	MEASUREMENTS				Dist.	NCV	Area
		DLat.	Dist.	Area	Area			
1- 1 1A	(50ms)-1B (82ms)	32ms	2.6uV	200mm	6.2m/s	39.8uVms		
2- 2 2A	(62ms)-2B (93ms)	31ms	-5.5uV	200mm	6.5m/s	95.8uVms		
2- 2 2B	(93ms)-2C (123ms)	30ms	5.6uV	200mm	6.7m/s	97.2uVms		

UTILIDAD CLÍNICA

- ✓ Valoración **Px** de la neuritis óptica, de las compresiones del n. óptico, Dx de atrofas ópticas y maculopatías, ambliopías y glaucoma, y verificación de la fijación visual en pacientes con PEV anormales.
- ✓ Retina periférica: Distrofia de los receptores (retinosis pigmentaria, amaurosis de Leber), Distrofias de la corio-retina (coroidemia)
- ✓ Defectos congénitos estacionarios: monocromatismo, hemeralopía congénitas (enfermedad de Oguchi, Fundus Albi punctatus)
- ✓ Alteraciones vasculares: retinopatía diabética, trombosis arteria central de la retina
- ✓ Enfermedades infecciosas: retinopatía rubeólica
- ✓ Intoxicaciones: metalosis, intoxicaciones medicamentosas (cloroquina, y fenotiacinas)
- ✓ Desprendimiento de retina
- ✓ Retina central: Distrofias del epitelio pigmentario (enfermedad de Best, enfermedad de Stargardt), distrofia de conos, distrofia de Sorby, drusas dominantes, degeneración macular senil
- ✓ Cataratas

Utilidad clínica

- ✓ **Maculopatías**
- ✓ **Retinopatías mas extensas**
- ✓ **Enfemedades del nervio óptico:** con degeneración retrógrada de las células ganglionares asociada



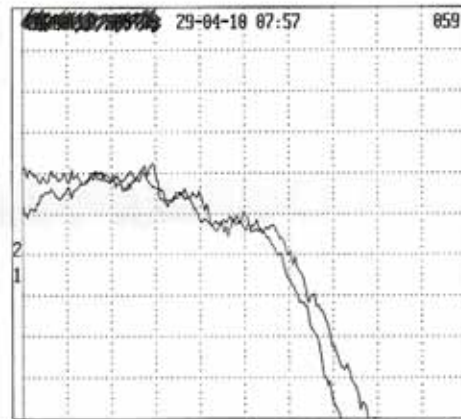
ERG p

OD

Ch #1 Montage ELBW-RGHT Tr A11 AvgSens 0.050mV/D Sweep 20ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 10kHz

MEASUREMENTS

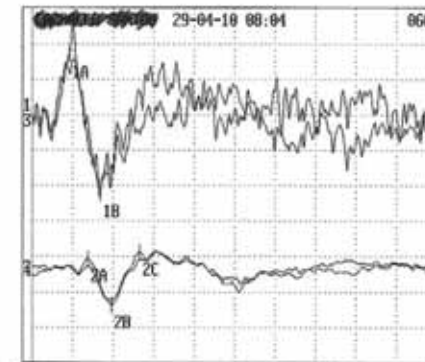
Trace	Markers	DLat.	DAmp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A	(24.4ms)-1B (48.0ms)	23.6ms	514.7uV	200mm	8.5m/s	6.9mVms



ERG p

OI

Ch #1 Montage ELBW-RGHT Tr A11 AvgSens 0.050mV/D Sweep 20ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 10kHz



ERG p

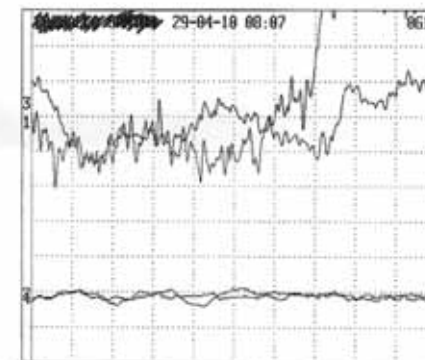
OD

Peup

Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr 1.3 AvgSens 1.25uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz
 #2 Montage INN-Cz Tr 2.4 AvgSens 5.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

MEASUREMENTS

Trace	Markers	DLat.	DAmp.	Dist.	NCV	Area
1- 1 1A	(46ms)-1B (84ms)	38ms	-4.9uV			86.3uVms
2- 2 2A	(68ms)-2B (98ms)	30ms	-6.3uV	200mm	6.9m/s	99.7uVms
2- 2 2B	(98ms)-2C (133ms)	35ms	7.3uV	200mm	5.7m/s	132.8uVms



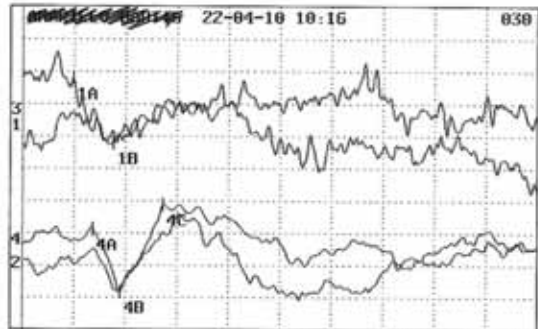
ERG p

OI

Peup.

Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr 1.3 AvgSens 2.49uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz
 #2 Montage INN-Cz Tr 2.4 AvgSens 5.0uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

56A. ♂ IQ. DESPRENDIMIENTO RETINA OI. CICATRIZ CORNEAL
 ATROFIC RETINIANAL



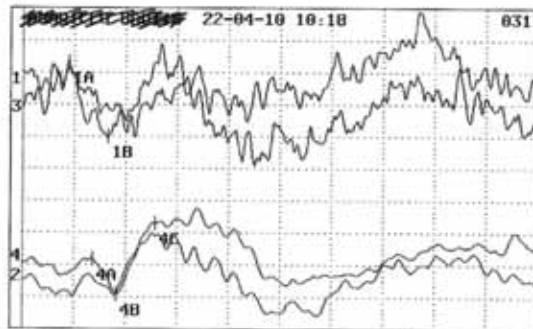
ERGp

OD

PEUp

Ch	Montage	Tr	AvgSens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	PERG-TRAG	1.3	1.25uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz
#2	INN-Cz	2.4	5.0uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz

Trace	Markers	DLat.	DAmplitude	Dist.	NCV	Area	
1- 1 1A (	49ms)-1B (	88ms)	39ms	-2.5uV	200mm	5.1m/s	66.8uVms
4- 4 4A (	68ms)-4B (	95ms)	27ms	-9.6uV	200mm	7.4m/s	122.1uVms
4- 4 4B (	95ms)-4C (	136ms)	41ms	13.5uV	200mm	4.9m/s	257.1uVms



ERGp

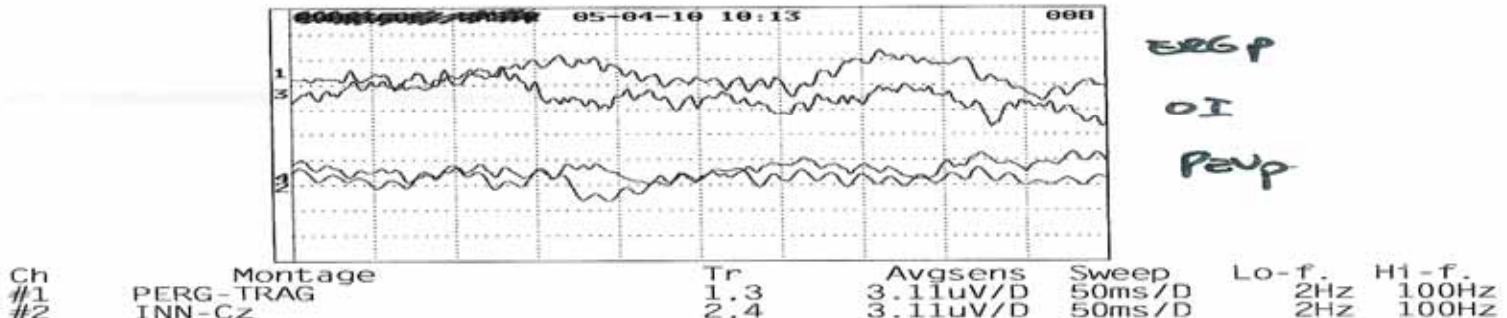
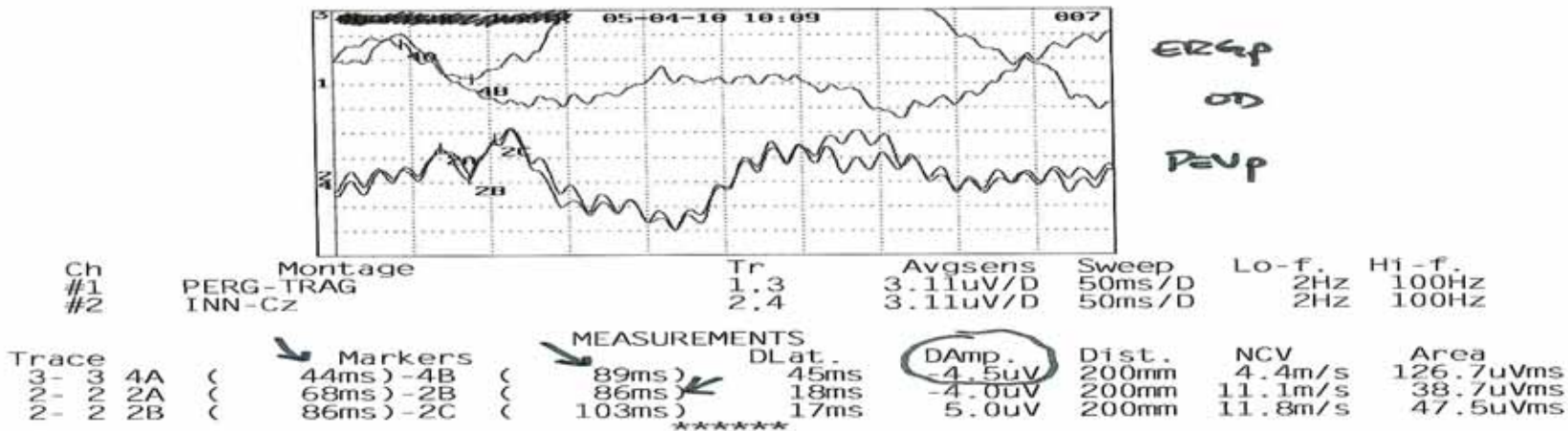
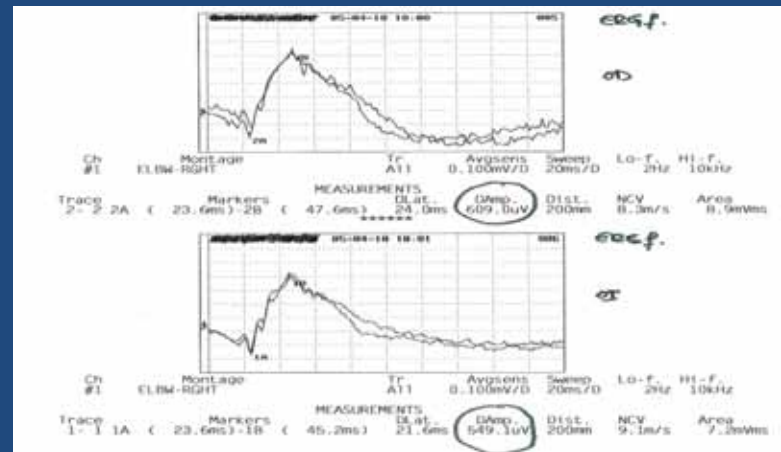
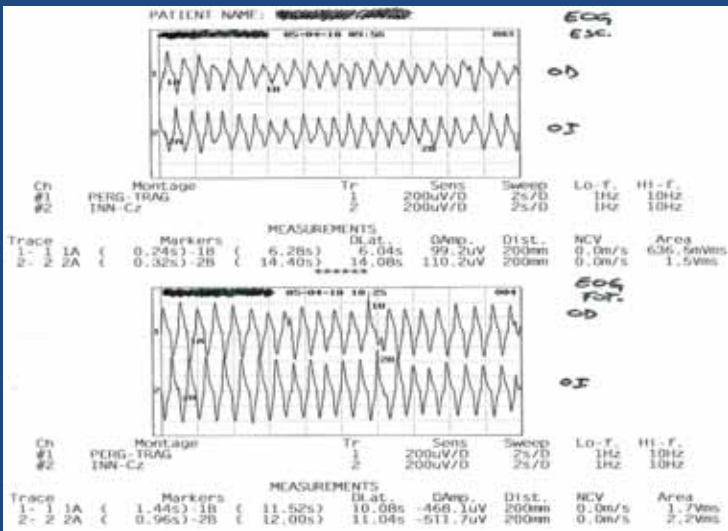
OI

PEUp

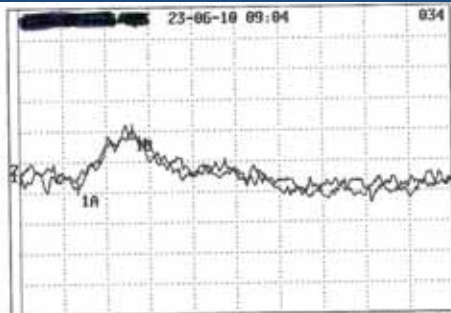
Ch	Montage	Tr	AvgSens	Sweep	Lo-f.	Hi-f.
#1	PERG-TRAG	1.3	1.25uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz
#2	INN-Cz	2.4	5.0uV/D	50ms/D	2Hz	100Hz

Trace	Markers	DLat.	DAmplitude	Dist.	NCV	Area	
1- 1 1A (	44ms)-1B (	82ms)	38ms	-2.9uV	200mm	5.3m/s	71.3uVms
4- 4 4A (	68ms)-4B (	91ms)	23ms	-5.5uV	200mm	8.7m/s	60.0uVms
4- 4 4B (	91ms)-4C (	129ms)	38ms	11.0uV	200mm	5.3m/s	234.0uVms

♀ 25A. KC: ↓ 4V OI ; FO (N) ; AP, AF : ∅
ERGp (N)



OI = COMO UNA NUBE POR EL OI
 LESION MACULAR 2 meses evolucion
 FO: ELEVACION MACULAR + TRIPLEMENACION

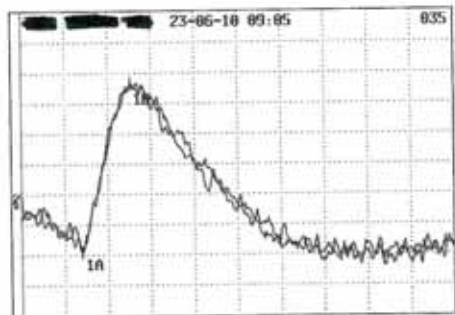


ERG f.

OD

Ch #1 Montage ELBW-RGHT Tr A11 Avgsens 0.050mV/D Sweep 20ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 10kHz

MEASUREMENTS
 Trace 1- 1 1A (26.8ms)-1B (52.0ms) 25.2ms
 DLat. 25.2ms
 DAmplitude 93.8uV
 Dist. 200mm NCV 7.9m/s Area 1.4mVms



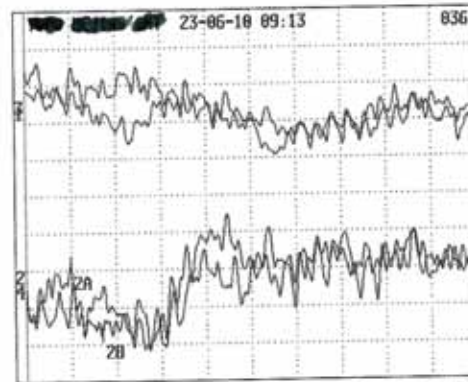
ERG f.

OD

Ch #1 Montage ELBW-RGHT Tr A11 Avgsens 0.050mV/D Sweep 20ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 10kHz

MEASUREMENTS
 Trace 1- 1 1A (28.0ms)-1B (50.0ms) 22.0ms
 DLat. 22.0ms
 DAmplitude 276.9uV
 Dist. 200mm NCV 8.9m/s Area 3.5mVms

S. MARTIN. Dependimiento de retina OD hacia 6 años



ERG p

OD

OI

Ch #1 Montage PERG-TRAG Tr 1.3 Avgsens 1.25uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

Ch #2 Montage INN-Cz Tr 2.4 Avgsens 1.25uV/D Sweep 50ms/D Lo-f. 2Hz Hi-f. 100Hz

MEASUREMENTS
 Trace 2- 2 2A (49ms)-2B (84ms) 35ms
 DLat. 35ms
 DAmplitude -2.3uV
 Dist. 200mm NCV 5.7m/s Area 63.3uVms

PRUEBAS NEUROFISIOLÓGICAS PARA EXPLORAR LA VISIÓN

Servicio Neurofisiología. Hospital U. Infanta Cristina. Badajoz. Sesión general. Marzo 2011