

1-1-2015

Construcción del protocolo de procedimiento clínico del examen electrorretinograma cromático de la clínica de optometría de La Universidad de La Salle

Tatiana González Mehecha
Universidad de La Salle

Paola Andrea Yule Sánchez
Universidad de La Salle

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>

Citación recomendada

González Mehecha, T., & Yule Sánchez, P. A. (2015). Construcción del protocolo de procedimiento clínico del examen electrorretinograma cromático de la clínica de optometría de La Universidad de La Salle. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/147>

This Trabajo de Grado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**CONSTRUCCION DEL PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICO DEL
EXAMEN ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO DE LA CLINICA DE
OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

ESTUDIANTES

GENIS TATIANA GONZÁLEZ MAHECHA

PAOLA ANDREA YULE SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA OPTOMETRÍA
BOGOTA D.C.**

2014

**CONSTRUCCION DEL PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICO DEL
EXAMEN ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO DE LA CLINICA DE
OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

ESTUDIANTES

GENIS TATIANA GONZÁLEZ MAHECHA

PAOLA ANDREA YULE SÁNCHEZ

DIRECTOR

DR. ELKIN SANCHEZ MONTENEGRO OD MSc PhD (c)

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA OPTOMETRÍA
BOGOTA D.C.**

2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO
Dr.

JURADO
Dr.

CIUDAD Y FECHA: _____

DEDICATORIAS

A Dios, por su infinito amor, por estar siempre a mi lado y por permitirme compartir este logro con las personas que amo. Sin Ti nada sería posible.

A mis padres Marcos Y Lilia y a mis hermanos, a quienes amo con todo mi corazón, ellos han sido mi motivación para continuar luchando por lo que quiero, han confiado en mí y me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, gracias a ellos por darme la oportunidad de hacer de este sueño una realidad.

Genis Tatiana González Mahecha

A Dios por guiarme por el buen camino, por darme fuerzas para seguir y no decaer afrontando las adversidades sin perder nunca mi meta, ni desfallecer en el intento.

Este logro es para mis padres Nilson Yule y Jene Sánchez por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y sobre todo por enseñarme el camino correcto.

A mis hermanos, quienes han sido y son mi motivación.

A mi madrina por el amor que me da, por los cuidados y por llevarme siempre en sus oraciones, y a mis tías Ana y Rosana que han sido un apoyo incondicional durante toda mi etapa universitaria.

Paola Andrea Yule Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su incondicionalidad, por darme la fortaleza necesaria y por ser mi guía para continuar luchando en este largo proceso y gran paso en mi vida. Al Doctor Elkin Sánchez Montenegro, por su gran ayuda, Colaboración, paciencia y orientación para la culminación de este trabajo de grado.

Genis Tatiana González Mahecha

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado. A la universidad de la Salle por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional. A mis profesores por brindarme sus conocimientos y en especial a mi director de tesis Dr. Elkin Sánchez, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Paola Andrea Yule Sánchez

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 Anatomía y fisiología básica de la retina	17
2.2 Fotorreceptores.....	19
2.3 Visión del color.....	21
2.3.1 Color y espectro visible.....	21
2.3.2 Distribución retiniana de neuronas específicas del color.....	23
2.4 Defectos de la visión cromática.....	23
2.4.1 Defectos congénitos de la visión cromática.....	25
2.4.2 Defectos adquiridos de la visión cromática.....	28
2.4.3 Clasificación de los defectos adquiridos de la visión cromática.....	28
2.5 Pruebas de discriminación de colores para caracterizar la visión anormal de color	30
2.5.1 Prueba Farnsworth D-15.....	30
2.5.2 Prueba de Farnsworth –Munsell.....	31
2.5.3 Láminas de Ishihara.....	33
2.5.4 Lanas de Holmgren.....	34
2.5.5 Anomaloscopio de Nagel.....	36
3. ELECTROFISIOLOGIA	37
3.1 Historia de la Electrofisiología.....	37
4. ELECTORRETINOGRAMA	38
4.1 Electrorretinograma Cromático.....	39
4.2 Origen fisiológico.....	39
4.2.1 Bases eléctricas.....	40
4.2.2 Orígenes de las ondas.....	41
5. ELECTRODOS	42
5.1 Categorías de los electrodos.....	42
5.1.1 Electrodos de registro o activos.....	43
5.1.2 Electrodos de referencia o pasivos.....	46

5.1.3 Electrodo de tierra o de masa.....	46
5.2 Estabilidad de electrodos.....	47
5.3 Limpieza de electrodos.....	47
6. ESTIMULOS LUMINOSOS.....	47
6.1 Características de los estímulos luminosos.....	48
7. REQUISITOS TECNICOS PARA LA REALIZACION DEL ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO SEGÚN LA ISCEV.....	50
7.1 Estimulación de la luz.....	50
7.2 Electrodo de la piel.....	50
7.3 Fuente de luz.....	51
8. INDICACIONES CLINICAS PARA LA REALIZACION DEL ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO.....	51
8.1 Maculopatías.....	52
8.1.1 Enfermedad de Stargardt.....	52
8.1.2 Degeneración macular asociada con la edad.....	53
8.1.3 Coroidopatía serosa central.....	54
8.1.4 Edema macular quístico.....	55
8.1.5 Edema macular diabético.....	55
8.1.6 Distrofias de conos.....	56
8.2 Retinopatías más extensas.....	57
8.2.1 Retinosis pigmentaria.....	57
8.2.2 Uveítis posteriores.....	58
8.3 Enfermedades del nervio óptico.....	59
8.3.1 Neuritis óptica desmielinizante.....	59
8.3.2 Neuropatía óptica isquémica.....	60
8.3.3 Neuropatía óptica de Leber.....	61
8.3.4 Atrofia óptica dominante.....	62
8.4 Toxicidad por medicamentos.....	62
9. OBJETIVOS.....	64
9.1 Objetivo general.....	64

9.2 Objetivos específicos.....	64
10. METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	64
10.1 Metodología.....	64
10.2 Materiales.....	66
11. EQUIPO MONPACK 3	66
11.1 Características.....	67
11.2 Programa “visión monitor system”.....	68
11.2.1 Encendido del sistema	68
11.2.2 Menú de examinación	69
11.2.3 Barra de control.....	71
11.2.4 Control de navegación.....	73
11.2.5 Control de calidad.....	74
11.2.6 Vista previa de la impresión	74
11.2.7 Información del paciente.....	75
12.RESULTADOS	77
12.1PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICA DEL EXAMEN ELECTRORRETINOGRAMA CROMATICO DE LA CLINICA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, PASOS PRINCIPALES DE BIOSEGURIDAD.....	77
12.1.1 Elementos necesarios para aplicar las medidas de bioseguridad en el consultorio de Electrorretinografía	79
12.1.2 Normas de bioseguridad del consultorio.....	79
12.1.3 Normas de bioseguridad para la realización del Electrorretinograma cromático.....	80
12.1.4 Limpieza y desinfección.....	81
12.2 PROTOCOLO DE PROCEDMIENTO CLINICO DEL EXAMEN ELECTRORRETINOGRAMA CROMATICO DE LA CLINICA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE.....	82
12.2.1 Preparación del equipo	84
12.2.2Limpieza y desinfección del Equipo Monpack y de los electrodos.....	84
12.2.3 Preparación del paciente.....	85

12.2.3.1	Indicaciones previas.....	85
12.2.3.2	Dilatación pupilar.....	86
12.2.3.3	Iluminación fotópica.....	86
12.2.3.4	Anestesia tópica.....	86
12.2.3.5	Ubicación de electrodos.....	87
12.2.3.6	Ubicación del paciente	89
12.2.3.7	Fijación.....	89
12.2.4	Registro del Electrorretinograma Cromático.....	90
12.2.4.1	Registro de luz blanca	90
12.2.4.2	Registro de luz roja	90
12.2.4.3	Registro de luz verde	91
12.2.4.4	Registro de luz azul	92
12.2.5	Análisis y entrega de resultados.....	93
12.2.5.1	Mapa de ondas	93
12.2.5.2	Grupo promedios.....	96
12.2.5.3	Interpretación de resultados.....	96
12.2.5.4	Interpretación de resultados con valores aproximados para el Erg Cromático.....	117
 13.CONCLUSIONES.....		127
14. RECOMENDACIONES GENERALES		129
15. RESTRICCIONES		130
16. BIBLIOGRAFIA.....		130
17. ANEXOS.....		134

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características fisiológicas de los fotorreceptores	19
Tabla 2. Clasificación de los observadores con deficiencia al color	26
Tabla 3. Clasificación de Verriest de los defectos adquiridos de la visión cromática	29
Tabla 4. Características de los estímulos luminosos	48
Tabla 5. Indicaciones clínicas para la realización del ERG Cromático	52
Tabla 6. Pasos principales de Bioseguridad	78
Tabla 7. Pasos para la realización del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma Cromático de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle.	83
Tabla 8. Ubicación de electrodos en el amplificador y en el paciente	87
Tabla 9. Interpretación de resultados del Monpack 3	95
Tabla 10. Interpretación de resultados del ERG Cromático	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Células y capas de la retina	18
Figura 2. Características morfológicas de fotorreceptores	20
Figura 3. Espectro Electromagnético	22
Figura 4. Test de Farnsworth D-15	31
Figura 5. Test de Farnsworth Munsell	32
Figura 6. Test de Ishihara	34
Figura 7. Lanas de Holmgren	35
Figura 8. Anomaloscopio	36
Figura 9. Rutas local (A) y remota (B) que siguen las corrientes extracelulares generadas en la retina	40
Figura 10. Forma básica del ERG, con sus ondas a y b	41
Figura 11. Ubicación correcta de electrodos en el paciente	43
Figura 12. Electrodo de cúpula	45
Figura 13. Electrodo tipo Beckman	45
Figura 14. Enfermedad de Stargardt	53
Figura 15. Fondo de ojo de un paciente con edema macular quístico	55
Figura 16. Distrofia de conos	57
Figura 17. Retinosis pigmentaria	58
Figura 18. Estadío agudo de una neuropatía óptica de Leber	61
Figura 19. Retinopatía por Cloroquina	63
Figura 20. Equipo Monpack 3	66

Figura 21. Dimensiones del equipo 3	67
Figura 22. Ventana principal de “Vision Monitor”	68
Figura 23. Icono para ingresar al examen de ERG	69
Figura 24. Icono para ingresar al ERG Cromático	69
Figura 25. Registros para el ERG Cromático	70
Figura 26. Registro de color blanco del ERG Cromático	71
Figura 27. Barra de control	71
Figura 28. Vigilancia por vídeo	72
Figura 29. Control de navegación	73
Figura 30. Control de calidad	74
Figura 31. Vista de impresión del registro obtenido del ERG Cromático	75
Figura 32. Información del paciente	76
Figura 33. Electrodo tipo lente de contacto	84
Figura 34. Crema exfoliante	85
Figura 35. Amplificador	88
Figura 36. Ubicación correcta de electrodos en el paciente	89
Figura 37. Registro de luz blanca	90
Figura 38. Registro de luz roja	92
Figura 39. Registro de luz verde	93
Figura 40. Registro de luz azul	93
Figura 41. Mapa de ondas, registro de luz blanca	94
Figura 42. Mapa de ondas, registro de luz roja, verde y azul	96

RESUMEN

La electrofisiología ocular es la ciencia que estudia los fenómenos eléctricos en los animales y en el hombre, a través del registro de la actividad neuronal especializada para la integración y difusión de eventos eléctricos. Esta evalúa la integridad de las vías visuales, desde los fotorreceptores hasta la corteza visual en el cerebro mediante un grupo de exámenes basados en la bioelectricidad que general los fotorreceptores y otras células de la retina, esta se compone de tres exámenes a saber: el Electrooculograma(EOG), potenciales visuales evocados(VEP), y Electrorretinograma (ERG); éste último es un examen que permite detectar oportuna y tempranamente enfermedades de la retina y de esta manera facilita el correcto seguimiento, evaluando la función de los fotorreceptores y otras células retinianas (Lam, 2005).

La Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle cuenta en su portafolio de servicios con varias pruebas de Electrofisiología, en este proyecto se abordó específicamente el Electrorretinograma Cromático, es una prueba electrofisiológica objetiva que evalúa la visión del color, permite detectar la existencia de alguna alteración, así mismo permite diferenciar defectos adquiridos entre defectos congénitos y estimar la severidad de la misma, ya sea leve, moderada o severa. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo fue la construcción del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma Cromático para el servicio de Electrofisiología Ocular de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle.

La metodología empleada para la realización de este protocolo se basó en los parámetros de ISCEV (International Society for Clinical Electrophysiology of vision) y se estandarizó cada uno de los pasos del protocolo según esta guía para ser adaptado al quipo Monpack 3, así mismo fueron consideradas las siguientes fases, una fase de planificación donde se incluyeron los temas que están presentes en este trabajo, una fase de consenso en la cual se recolectó y se seleccionó la información necesaria para el desarrollo de este proyecto, y por último una fase de revisión donde se realizó una prueba piloto con 10

pacientes. Para garantizar mayor seguridad y fiabilidad al momento de realizar esta prueba, también se elaboró un instructivo de bioseguridad específico para la correcta realización del examen Electrorretinograma Cromático en la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle, según el protocolo de las conductas básicas en bioseguridad elaborado por el Ministerio de Salud en el año 1997.

1.INTRODUCCION

Un protocolo clínico es de finido como el conjunto de recomendaciones sobre los procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos más adecuados a utilizar ante todo enfermo con un determinado cuadro clínico o problema de salud, el cuál surge ante la necesidad de reducir la variabilidad injustificada en la práctica clínica y mejorar la calidad del proceso asistencial (Ochoa, 2011). Así mismo es un instrumento de aplicación y orientación eminentemente práctico, ilustrando los pasos esenciales en el manejo diagnóstico; por esta razón es pertinente y perentorio la construcción de protocolos ya que garantiza precisión y validez en los resultados obtenidos, ayuda a promover seguridad en el paciente y da cumplimiento a los requerimientos de Ley.

La característica más relevante de un protocolo es la de ser una herramienta que ayuda a la toma de decisiones, facilita y favorece la enseñanza en el manejo de esta tecnología, además de tipificarse como ayuda educativa para estudiantes y profesionales Optómetras que se desempeñen en el programa de Optometría de La Universidad de La Salle. Para que realmente un protocolo pueda ser una ayuda en la práctica se precisan dos condiciones; la primera, que oriente mediante recomendaciones explícitas, es decir, una ayuda orientativa para saber qué hacer, y por otro lado que tenga credibilidad ante los profesionales y usuarios que los vayan a utilizar, la segunda, que sea manejable, el cual requiere que el documento sea lo más breve y organizado posible.

Ochoa (2011), señala múltiples ventajas por la cual acudir a un protocolo clínico:

- Permite mejorar el estado del conocimiento sobre alternativas terapéuticas y la historia natural de los problemas de salud, obligándolos a una continua actualización.

- Proporciona un marco común de actuación, que permite igualar las condiciones en que se presta la atención institucional, haciendo comparables los resultados de diferentes centros.
- Proporciona a los profesionales seguridad legal ante demandas.
- Permite identificar y asignar el papel de cada uno de los profesionales sanitarios implicados en la asistencia de un determinado problema de salud.
- Es una poderosa herramienta educativa para residentes y profesionales de salud en formación.
- Cuando se diseña y aplica correctamente permite obtener resultados más confiables de los pacientes.

Esta es la razón por la cual se hace posible la construcción del protocolo de procedimiento clínico, el cual pretende dar recomendaciones, sugerencias o reglas estándares a cerca de la realización del mismo. Para la realización de ello se recurrió a las directrices de la ISCEV (International Society for Clinical Electrophysiology of Vision) en la estructuración de dicho documento, cuyo objetivo principal fue la construcción del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma Cromático para el servicio de Electrofisiología ocular de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle.

Dicho documento cumple con la normatividad vigente para ser documentado y presentado ante el personal responsable para la implementación en la Clínica de Optometría, así mismo debe ser tenido en cuenta por estudiantes y profesionales que se desempeñen en este programa de la Universidad de La Salle, con el fin de dar orientación y ayuda en la toma de decisiones y de esta manera garantizar resultados confiables que lleven a correctos diagnósticos en circunstancias clínicas específicas, con el fin de mejorar la efectividad clínica y la calidad de la asistencia para garantizar la validez del mismo.

2.MARCO TEORICO

2.1 Anatomía y fisiología básica de la retina

La retina es una estructura laminar, comprende una porción neurosensorial y el epitelio pigmentario retiniano. La retina se extiende desde la papila hasta la ora serrata, y después continua en sentido anterior a través de la pars plana, como dos monocapas, el epitelio no pigmentado y el epitelio pigmentado, que llega hasta el cuerpo ciliar(Pulido, 2002).

El neuroepitelio está compuesto por nueve capas descritas a continuación en dirección postero-anterior:

1. Capa de fotorreceptores: Se constituye por los segmentos externos de los fotorreceptores responsables de la transducción luminosa a estímulo nervioso (Purves,2006)
2. Capa limitante externa: Junto con la limitante interna constituyen el soporte glial mediado por las células de Müller; son fundamentalmente sustancia blanca intraretiniana. La limitante externa atraviesa el cilio del fotorreceptor.
3. Capa nuclear externa: Compuesta por los núcleos de los fotorreceptores, tienen un axón unipolar que constituirá la plexiforme externa (Purves,2006)
4. Capa plexiforme externa: Compuesta por la sinapsis de los fotorreceptores y las células bipolares; en ella están inmersas las células horizontales cuya función es la integración de campos receptivos originados en los fotorreceptores y favorecer la conexión interplexiforme.
5. Capa nuclear interna: Está constituida por las células bipolares, amacrinas y horizontales; su actividad eléctrica depende fundamentalmente de la integridad de la arteria centra de la retina y son el origen eléctrico de los potenciales oscilantes.

6. Plexiform interna: Constituida por la sinapsis entre las células bipolares y las células ganglionares; en ella están inmersas las células amacrinas que favorecen la conexión interplexiforme (Purves,2006).

7. Capa de células ganglionares: Está formada por células globulosas receptoras de la información proveniente de los campos receptivos de los fotorreceptores.

Estas células sintetizan la información visual en un nivel más complejo para transmitirlo por sus axones que constituirán el nervio óptico, quiasma y tracto llegando hasta el cuerpo geniculado lateral.

8. Capa de fibras del nervio óptico: Como se mencionó anteriormente lo constituyen los axones de las células ganglionares.

9. Capa limitante interna: Junto con la limitante externa constituyen el soporte glial mediado por las células de Müller; son fundamentalmente sustancia blanca intraretiniana. La limitante interna está en contacto con el cuerpo vítreo (Purves, 2006).

El neuroepitelio y el epitelio pigmentario constituyen 10 capas en total (Figura 1).

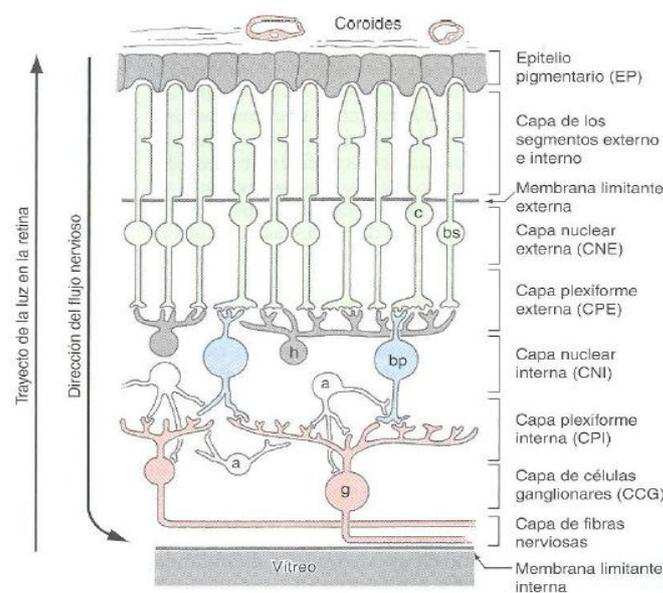


Figura 1. Células y capas de la retina
Fuente:Haines, 2007.

2.2 Fotorreceptores

Los fotorreceptores son células neuronales de la retina cuya función primaria es la conversión de la energía luminosa en señales eléctricas, proceso denominado como fototransducción.

La retina humana contiene dos tipos de fotorreceptores, los conos y los bastones, cuyo nombre deriva de su forma y cuyas propiedades funcionales se resumen en el cuadro 1. Existen 120 millones de bastones y 6 millones de conos, los bastones participan en la visión escotópica (nocturna), son encargados de la visión en las condiciones de baja luminosidad y su pérdida da, por lo tanto ceguera nocturna, así como disminución de la percepción de la forma y del movimiento de los objetos durante la visión diurna y los conos son responsables de la visión diurna y la falta de ellos se traduce en una ceguera funcional, se usan para la visión de los colores(Prado, 2006).

Tabla 1. Características fisiológicas de los fotorreceptores.

Conos	Bastones
Mayor sensibilidad a la luz	Sensibilidad a la luz dispersa
Visión diurna	Visión en condiciones de baja luminosidad (nocturna)
Mejor agudeza visual	Menor agudeza visual
Percepción de colores: 3 pigmentos: azul (pico de sensibilidad: 420 nm) verde (531 nm) rojo (558 nm)	1 pigmento: rodopsina (pico de sensibilidad: 500 nm) "luz verde azulada"

Fuente: Prado, 2006.

La estructura del fotorreceptores comprende varias partes principales: el segmento externo y el segmento interno, un cuerpo celular, un axón y un terminal axónico(Figura 2).

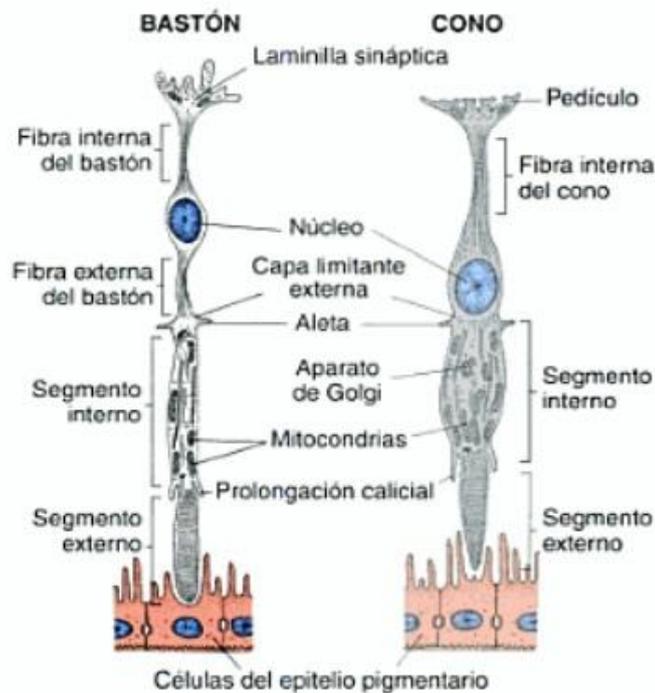


Figura 2. Características morfológicas de fotorreceptores.

Fuente: Prado, 2006.

Con los niveles más bajos de iluminación, los bastones son los únicos receptores activados. Esta percepción mediada por los bastones se denomina visión escotópica. La dificultad para efectuar discriminaciones visuales finas en condiciones de luz muy baja, donde solo está activo el sistema de los bastones es una experiencia frecuente. El problema es fundamentalmente la resolución escasa del sistema de los bastones (y, en menor medida, la pérdida de la percepción de color en la luz tenue, porque los conos no participan en grado importante) (Purves et al, 2006).

A medida que aumenta la iluminación, los conos se vuelven cada vez más dominantes para determinar lo que se ve y son el determinante principal de la percepción bajo condiciones relativamente brillantes, como iluminación normal de interiores o la luz solar. La contribución de los bastones a la visión desaparece por completo en la denominada visión fotópica, dado que su respuesta a la luz se satura, esto es, el potencial de membrana de los bastones

individuales ya no varía en función de la iluminación porque todos los canales están cerrados. La visión mesópica se desarrolla con niveles de luz en los que contribuyen tanto los bastones como los conos. Es por esto que la visión normal esta mediada por el sistema de los conos, y que la perdida de función de los conos es devastadora (Purves et al, 2006).

Los conos se localizan en el centro de la retina, hay tres clases de células cónicas, conocidas como receptores I, II y III, cada una con fotosensibilidad a los pigmentos azul/amarillo, verde y rojo respectivamente. Estas sensibilidades resultan de la absorción de diferentes longitudes de onda de luz reflejada de los pigmentos de color. Los bastones celulares están situados mayormente en la periferia de la retina y permiten la visión nocturna en un nivel de luz bajo, la percepción del brillo y la capacidad de distinguir las formas y las formas básicas (Bailey, 2010).

2.3 Visión del color

El color es un fenómeno puramente sensorial y no un atributo físico. La conciencia humana del color surge de experiencias visuales subjetivas en las que se atribuyen nombres a las sensaciones. El acuerdo entre las personas para determinar el color deriva de una aceptación táctica de que ciertas sensaciones pueden ser descritas con certeza con nombres de color (Adler, 1994).

El color como tal no existe en los objetos, sino que es una experiencia, un evento psicológico, ya que las diferentes formas de distribución de la luz carecen de todo color y tan solo se convierten en color, cuando pasan por el mecanismo visual y es registrado como tal en el cerebro.

2.3.1 Color y espectro visible

Las sensaciones de color no se corresponden exactamente con el espectro visible, sino que están determinadas fundamentalmente por la longitud de onda o la composición espectral de la luz; las longitudes de onda visibles aisladas,

llamadas luces monocromáticas, se denominan habitualmente por las sensaciones de color que evocan cuando se observan aisladas. Isaac Newton fue el primero que señaló el arco iris de colores visible en el espectro solar y supuso, correctamente, que los componentes individuales de la mezcla del espectro estaban de alguna forma relacionados con diferentes estímulos de unidades fotorreceptoras en el ojo, proporcionando la base para el estímulo físico que evoca la sensación de color (Adler, 1994).

Las longitudes de onda individuales así expuestas constituyen el denominado espectro visible. Las sensaciones que esas longitudes de onda individuales evocan se conocen como colores espectrales (Figura 3).

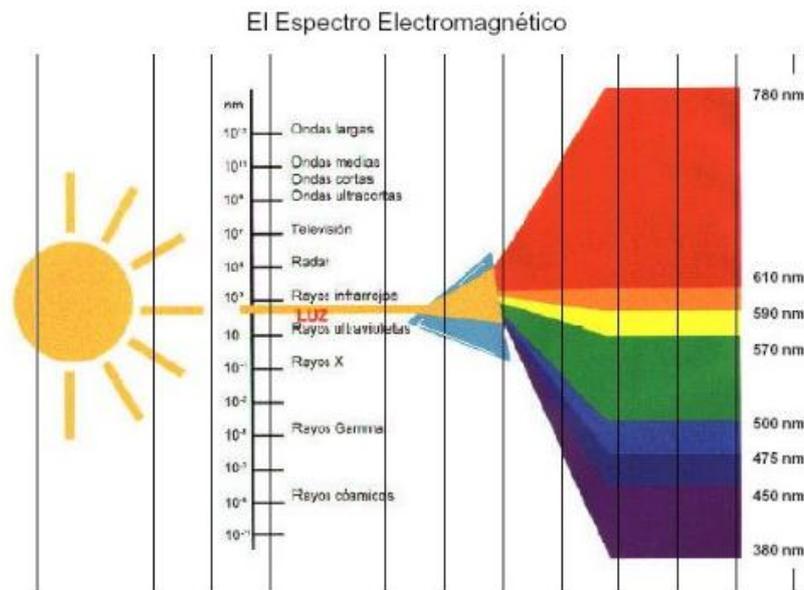


Figura 3. Espectro electromagnético

Fuente: Laszlo, 2011.

Los colores del espectro visible fácilmente reconocibles incluyen la luz violeta con una longitud de onda de 430 nm, la luz azul de 460 nm, la luz verde de 520 nm, la luz amarilla de aproximadamente 575 nm, la luz naranja de 600 nm y la luz roja de 650 nm; las longitudes de onda que están entre estos valores producen sensaciones de color que se denominan con nombres compuestos, como azul-verdoso o amarillo-verdoso (Adler, 1994).

2.3.2 Distribución retiniana de neuronas específicas del color

Las propiedades tricromáticas de la visión en color humana son fácilmente demostrables a los 20 o 30 grados del punto de fijación, más allá de este límite de visión del color se creía que sólo existía lo dicromático y lo monocromático; sin embargo, un trabajo reciente ha demostrado que, cuando se establecen las posibilidades para la sumación espacial pueden demostrarse todas las propiedades esenciales de la visión de color tricromático en la periferia del campo visual; aunque son necesarias grandes áreas contiguas para demostrar este fenómeno, uno sabe de su propia experiencia que una extensión amplia, como el cielo, que tiene un color azul uniforme, puede ser identificada certeramente como azul cuando se observa solamente desde áreas del campo visual periférico (Adler, 1994).

La densidad de los conos de la retina cae bruscamente fuera de la fóvea, pero hay conos de tres variedades, aunque en número mucho más pequeño, en todo el camino de la ora serrata; el centro de la fóvea es el único que tiene la mayor densidad espacial de conos, y mosaico puro de conos rojos y verdes, con conos azules que son eliminados de la población fotorreceptora entre el grado central 1/8 del campo visual (Adler, 1994).

Aunque no se es consciente de ello, todos los seres humanos tienen una pequeña área de ceguera azul situada en el punto de fijación; esto puede demostrarse muy fácilmente midiendo las sensibilidades espectrales con pequeños objetos de prueba; este fenómeno psicofísico se denomina pequeña tritanopía de campo e iguala exactamente el área de conos sensibles a longitudes de onda corta ausente, tanto en la retina humana como en la retina de primates (Adler, 1994).

2.4 Defectos de la visión cromática

Hay dos tipos reconocidos de la deficiencia de la visión en color, en la mayoría de los casos es hereditaria (congénita), mientras que otras son adquiridas, principalmente causadas por enfermedad ocular o neurológica, toxicidad por

medicamentos o exposición a ciertos solventes; en todos los casos, la deficiencia de visión en color en sus diversas formas es el resultado de la anomalía en una o más de las longitudes de onda de color del cono en la retina que causan sensibilidades diferentes (Bailey, 2010).

La diferencia de color es el resultado de la comparación de la actividad de los fotorreceptores cónicos por otros procesos neurales de la retina y el cerebro; en la visión en color normal esto puede resultar en varios cientos de miles de variaciones percibidas en color. En la deficiencia de visión en color dicromática congénita el número puede ser menor de 100 variaciones de color (Bailey, 2010).

Esta información puede contener cualquier combinación de los tres colores:

- Rojo para sensibilidad de onda larga
- Verde para sensibilidad de onda media
- Azul para sensibilidad de onda baja

Dando por resultado hasta cerca de 17000 variaciones o tonalidades perceptibles. Los casos congénitos de la deficiencia de visión en color son casi exclusivos de los discernimientos del rojo/verde y son en su mayoría binoculares. Es importante tener en cuenta que las personas con defectos congénitos de la visión en color no son inmunes a los defectos adquiridos de la visión en color (Bailey, 2010).

La deficiencia de la visión en color puede ser parcial o total:

- Incapacidad parcial: Se denomina Protanomalia, Deuteranomalia o Tritanomalia.
- Incapacidad total: Se denomina protanopia, deuteranopia o tritanopia.

- Protano= rojo
- Deuterano= verde
- Tritano= azul

- **Características principales de los protanopes**

Presentan el espectro acortado en el extremo rojo, generalmente confunde el rojo con el negro, grises y verde oscuro, castaño oscuro y todos los tonos oscuros en general. Una dificultad adicional es la confusión del azul con el violeta o púrpura (Pretel, 2008).

- **Características principales de los deuteranopes**

El verde lo aprecian como gris, los tonos púrpuras son vistos como grises confundiéndolo con frecuencia con el verde; el verde claro es confundido con el rojo, azul y castaño oscuro. Distinguen el azul, el violeta y el púrpura (Pretel, 2008).

- **Características principales de la Tritanopes**

El sujeto iguala el amarillo, con el azul complementario de más débil pureza. Hay confusión del amarillo-verdoso con el gris y el rosa púrpura. Se confunde el amarillo con el violeta y el anaranjado con el rojo púrpura. El amarillo y el azul son iguales con el gris, suele distinguir el rojo y el verde (Pretel, 2008).

2.4.1 Defectos congénitos de la visión cromática

Los defectos congénitos o heredados de la visión cromática suelen ser binoculares, simétricas y no cambian con el tiempo (Adler, 1994).

Las deficiencias heredadas en la visión de colores ha subdividido en grupos según los modelos en los que los colores se suelen confundir (cuadro 3). Se representan dos grandes grupos: aquel en el que los rojos y verdes se confunden entre sí y aquel en el que se confunden los azules y amarillos. Existen dos variedades principales de confusión rojo/verde, una llamada protán, y la otra deután; la tercera (tritán) es el tipo de defecto congénito en el que predominan confusiones del azul y del amarillo. Los defectos congénitos

en la visión del color subdividirán, además, en tricromacias anómalas, dicromacias y monocromacias (Adler, 1994).

- **Tricómatas anómalos:** Son los que necesitan tres colores primarios para obtener la gama completa de color, pero que no aceptan las igualaciones hechas por los que tienen visión normal.
- **Los dicrómatas:** Usan solo dos colores primarios para igualar cualquier luz coloreada dentro de su espectro de visión, y aceptarán todas las igualaciones hechas por los normales.
- **La monocromacia:** Es un término que se usa de forma algo confusa, habiéndose aplicado a dos entidades diferentes. Los bastones monocromáticos son los que tienen una ausencia congénita completa de función del cono, mientras que los monocromáticos de cono azul no tienen función de cono rojo o verde, aunque parecen tener pigmentos retinianos tanto para bastones como para conos azules.

Esta última patología es peculiar y tiene rasgos similares a los del dicromático, mostrando una necesidad de dos primarios para hacer una igualación metamérica a los niveles mesópicos de la adaptación retiniana a la luz (Adler, 1994).

Tabla 2. Clasificación de los observadores con deficiencia al color

Clasificación de los observadores con deficiencia al color			
	Deficiencia al rojo	Deficiencia al verde	Deficiencia al azul
Tricómatas anómalos	Protanomalia	Deuteranomalia	Tritanomalia
Dicrómatas	Protánope	Deuteránope	Tritánope
Monocrómatas	Monocromáticos conos azul / Monocromáticos bastones		

Fuente: Adler, 1994.

Sujetos con dicromacia completa tiene sólo dos tipos de conos, cada uno con características normales de sensibilidad espectral, y el tercer tipo está ausente. Los protánopes son dicromáticos que tienen conos verdes y azules normales, pero carecen de conos con pigmentos sensibles a longitudes de onda larga. Por el contrario, los deuteránopes tienen conos rojos y azules normales, pero carecen de conos que contengan el pigmento sensible a las longitudes de onda media (Adler, 1994).

Aunque estos sujetos parecen tener un número de conos normal, los conos que deberían haber contenido una determinada variedad de pigmento, rojo o verde, han sido genéticamente determinados para contener la variedad complementaria. Los tricómatas anómalas tienen tres clases de conos, que contienen tres pigmentos diferentes, pero el pigmento en uno de los tres tiene una absorción espectral anómala (Adler, 1994).

Los individuos protanómalos, por ejemplo, carecen de pigmento normal sensible al rojo, pero en su lugar tienen conos cuyo pigmento absorbe en una zona del espectro más parecida a la de la variedad de la sensibilidad normal a la longitud de onda media. Así, las curvas de absorción espectral de sus conos rojo y verde se parecen más (Adler, 1994).

Los trastornos heredados de la visión de color se comprenden ahora bastante bien, son el resultado de una ausencia o alteración congénita de uno o más de los fotopigmentos de los conos. Autores han confirmado la hipótesis de que los defectos congénitos de la visión en color de las variedades comunes son producidas por alteraciones en los genes que codifican los fotopigmentos sensibles al rojo y al verde (Adler, 1994).

Los defectos de la visión al color son producidos por deleciones de los genes de los pigmentos rojo o verde, o por formación de genes híbridos que comprenden porciones de los genes de ambos pigmentos, rojo y verde, resultando de un sobre cruzamiento desigual entre genes (Adler, 1994).

2.4.2 Defectos adquiridos de la visión cromática

Los defectos adquiridos de visión al color, las denominadas discromatopsias, son diferentes de las deficiencias congénitas de visión de color en varios aspectos. Los defectos adquiridos en la visión de color son evidentes para el observador, mientras que las deficiencias congénitas no suelen serlo. Además, los defectos pueden ser monoculares o intensamente asimétricos, o pueden incluso variar de una parte de una parte del acampo visual a otra (Adler, 1994).

Los defectos adquiridos suelen asociarse con disminuciones de la agudeza visual, cambios en la adaptación a la oscuridad, discriminación del parpadeo o todos ellos. Las deficiencias adquiridas están causadas por diversas patologías que lesionan la retina, el nervio óptico o la corteza visual. Enfermedades tóxicas, vasculares, inflamatorias, neoplásicas, desmielinizantes y degenerativas son todas ellas causas bien conocidas de alteraciones adquiridas de la visión en color (Adler, 1994).

El daño causado por estas enfermedades es muy poco selectivo, y los modelos de defecto de discriminación de matiz causado por enfermedades adquiridas son totalmente diferentes de los producidos por las anomalías congénitas, heredadas en la composición de los ftopigmentos. Como consecuencia, las pruebas de visión de color que estaban preparadas para el estudio de defectos congénitos del color producen resultados algo confusos cuando se aplican a pacientes con enfermedades adquiridas (Adler, 1994).

2.4.3 Clasificación de los defectos adquiridos de la visión cromática

En un intento de poner orden a la confusión causada por el alto grado de diferentes hallazgos encontrados en pacientes con defectos de visión de color adquiridos, Verriest propuso una clasificación basada en observaciones empíricas extensas sobre la naturaleza de los trastornos de visión del color encontrados en enfermedades oculares y neurológicas. Su clasificación se

basó, sobre todo, en el uso de la prueba de Farnsworth-Munsell de 100 matices (Adler, 1994). (Tabla 3).

Tabla3. Clasificación de Verriest de los defectos adquiridos de la visión cromática

Clasificación de Verriest de los defectos adquiridos de la visión cromática			
Nombre	Nombres alternativos	Defecto de discriminación según la prueba de Farnsworth-Munsell	Agudeza visual
Tipo I	Rojo-verde/ adquirida tipo protán	Confusión de leve a grave del rojo y del verde con pequeña o nula pérdida del amarillo.	Reducción moderada a intensa
Tipo II	Rojo-verde/ adquirida, tipo deután	Confusión de media a intensa del rojo y del verde, y pérdida ligera de la discriminación del azul/amarillo	Reducción moderada a intensa
Tipo III	Azul-amarillo/ adquirido, tipo tritán	Confusión de leve a moderado del azul y del amarillo con menor afectación de la discriminación rojo/verde (pseudoprotanomalía)	Reducción normal a moderada.

Fuente: Adler, 1994.

Tres grandes tipos de defectos adquiridos de la visión en color, llamados tipos I, II y III, están incluidos en esta clasificación. Las primeras dos variedades estas asociadas con un eje principal de discriminación de color defectuoso en la región roja-verde del diagrama de Farnsworth-Munsell, parecido a los modelos encontrados para las variedades de alteraciones del color en protán y deután.

- El tipo I es protán, y se manifiesta como una pérdida adquirida de discriminación entre rojos y verdes, con poca o ninguna pérdida de

discriminación azul-amarilla. Esta variedad de defectos del color se asocia también a discriminaciones moderadas a intensas de la agudeza visual (Adler, 1994).

- El tipo II de defectos de la visión de color se dice que es tipo dentán, y comprende confusiones ligeras y graves de rojos y verdes con una simultánea, pero más moderada, pérdida de discriminación entre azules y amarillos. De nuevo, el tipo II se suele asociar con reducciones de moderadas a fuertes de la agudeza visual (Adler, 1994).
- El tercer tipo de defectos adquiridos de la visión de color en la clasificación de Verriest, tipo III, se dice que es un tipo tritán, y se manifiesta por confusiones medias a moderadas de azul y amarillo con un más débil, e incluso inexistente, deterioro de la discriminación rojo-verde. En este tercer tipo de defecto del color, la agudeza visual puede ser normal o estar sólo ligeramente reducida (Adler, 1994).

2.5 Pruebas de discriminación de colores para caracterizar la visión anormal de color

2.5.1 Prueba Farnsworth D -15

Este se aplica mediante el principio de comparación, está compuesto por 16 pastillas de colores escogidas en el atlas de Munsell de forma que los intervalos entre tonos sean aproximadamente iguales, así como la luminosidad y la saturación. Todas las pastillas llevan un número de orden en el reverso: P para la pastilla de referencia y de 1 a 15 para el resto de las pastillas (Pretel, 2008).

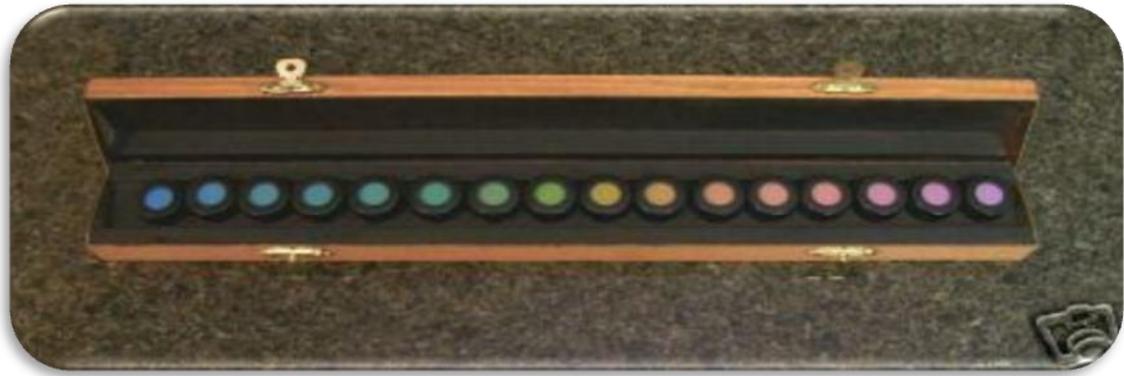


Figura 4. Test de Farnsworth D-15

Fuente: Pretel, 2008.

El test se lleva a cabo sobre una mesa de exploración cuya superficie se tonos mate. Se apaga la luz de la sala donde se realice el test, iluminando las pastillas de colores mediante un punto de luz situado a 30 cm, tipo c y de 1150 lux, evitan luces fluorescentes o lámparas de tungsteno (Pretel, 2008).

Si el paciente usa corrección óptica, éste se realiza con ella, salvo que los cristales sean coloreados. En dicho caso se corrige con déficit visual mediante lentes correctoras no coloreadas. Se explora cada ojo por separado y se comprueba cualquier alteración repitiendo el test. No existe tiempo límite para la realización del mismo. Para la realización del test, las pastillas de colores se disponen en desorden sobre la mesa, salvo la pastilla de referencia que se deja dentro del estuche, se instruye al paciente para que ordene, a partir de la pastilla de referencia, el resto de pastillas por similitud cromática (Pretel, 2008).

2.5.2 Prueba de Farnsworth – Munsell

La prueba de 100 matices de Farnsworth-Munsell se puede usar para valorar tanto la naturaleza como la extensión de la visión de color defectuosa. Es fundamentalmente una medida cualitativa de la visión de color, que es incapaz, sin embargo, de hacer distinciones sutiles entre tipos similares de defectos de color, como anomalías extremas de tricromacía contra dicromacías puras, pero que aporta una información muy útil. La prueba consiste en una serie de 85 fichas coloreadas (15 colores del diseño original de la prueba han sido ya eliminados) (Adler, 1994).

El test es más extenso en su aplicación, pero más fiable que el Farnsworth D-15. Ofrece un método simple para examinar la discriminación del color, ofrece datos que se pueden aplicar en muchos problemas psicológicos en industriales, de la visión del color. Se utiliza para medir las zonas de confusión del color y para detectar defectos del color, puede inspeccionar la calidad del color, los grados del color, su tinte y mezcla, además determina el tipo de grado del defecto al color (Pretel, 2008).



Figura5. Test de Farnsworth Munsell
Fuente: Luque, 2001.

En la primera caja el tono de las fichas varía del rosa al amarillo, en la segunda del amarillo al azul verdoso, en la tercera del azul verdoso al azul, y en la cuarta del azul al rosa pasando por el púrpura.

Para la realización del test debe utilizarse luz natural para lograr mejores resultados, el objetivo del test es ordenar los botones de colores de acuerdo a la tonalidad, para que el paciente entienda fácilmente se le pide que tome el botón que más se le parezca al botón muestra, luego que coloque un botón semejante al anterior y así sucesivamente hasta terminar, el tiempo de realización del test va de dos a tres minutos, si el paciente comete pocas transposiciones, los errores pueden ser calculados, en este caso no es necesario graficarlos, si se cometen muchos errores es necesario hacer un gráfico modelo que contiene las anotaciones de cada botón, la anotación de los

botones está dada por la secuencia numeral de los botones vecinos (Pretel, 2008).

2.5.3 Láminas de Ishihara

Consiste en una serie de 38 láminas en total, las cuales están destinadas a suministrar una valoración rápida y exacta de la deficiencia congénita de la visión cromática. Se deben utilizar en una habitación con luz natural adecuada, la utilización directa de la luz solar o del alumbramiento eléctrico puede ocasionar alguna discrepancia en los resultados debido a los matices de color. Si es necesario emplear solamente luz eléctrica hay que hacerlo tratando de conseguir, en lo posible un efecto de luz natural. Las láminas deben situarse a la distancia de trabajo de 75 cm del paciente de manera que el plano del papel forme un ángulo con la línea visual (Pretel, 2008).

La valoración de la lectura de las láminas 1 a 21 determina la valoración de la normalidad o anormalidad de la visión cromática. Si se ha leído 17 o más láminas adecuadamente, la visión cromática puede considerarse normal. Si solamente se han leído 13 o menos laminas, la visión cromática puede considerarse alterada. Sin embargo, referente a la lámina 18, 19, 20, y 21 solamente aquellos que han leído los números 5, 2, 45 y 47 y los que han leído más fácilmente que los de las láminas 14, 10, 13 y 17 pueden considerarse anormales (Pretel, 2008).

Si el paciente en las láminas 14 y 15 lee el número 5 y 45 respectivamente presenta alteración al rojo-verde, en la lámina 16 los pacientes presentan Protanopia y Protanomalia severa, leerán el número 6, en la Protanomalia leve ambos números seran leídos, pero el número 6 se verá más nítido que el 2, en la Deuteranomalia severa solo será leído en número 2, en la Deuteranomalia leve ambos números se leen pero el número 2 es más nítido que el 6 (Pretel, 2008).

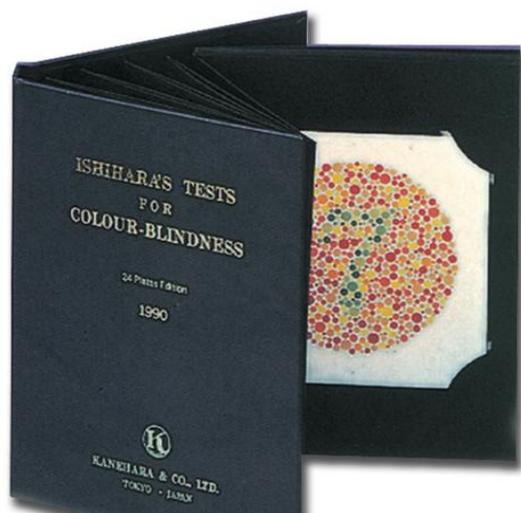


Figura 5 Test de Ishihara.

Fuente: Pretel, 2008.

Es raro encontrar personas cuyas respuestas normales registradas estén entre 14 y 16 láminas. La lectura correcta de todas las láminas indicará una visión cromática normal. Si existe discrepancia en una de las lecturas, habrá que recurrir a la serie completa de láminas para poder diagnosticar una deficiencia daltónica (Pretel, 2008).

2.5.4 Lanitas de Holmgren

Es un test que tiene como principio el igualamiento, fue uno de los test más utilizados pero en la actualidad no es muy común su aplicación debido a que han salido test más modernos. Consiste en un conjunto de lanitas de varios colores que el paciente debe identificar y ayudar (Pretel, 2008).

El test se lleva a cabo sobre una superficie blanca. Se apaga la luz de la sala y se ilumina las madejas de colores mediante un punto de luz situado a 30 cm, tipo c y de 1150 lux. Se evitan luces fluorescentes o lámparas de tungsteno. Si el paciente es portador de corrección óptica se realiza con la misma, salvo que los cristales sean coloreados. Se explora cada ojo por separado y se comprueba cualquier alteración repitiendo el test. No existe límite de tiempo para la realización (Pretel, 2008).

En el test aparecen 40 madejas de lana enumeradas de 1 al 40, tres más que sirven de referencia y están marcadas con distintas letras según el color: verde (A), violeta (B), rojo (C). Se ponen las 40 madejas juntas y se agrupan las 10 madejas cuyo tono se parezca más al color marcado con la letra A (verde), de las 30 restantes hay que seleccionar 5 que se asemejen con la madeja marcada con la letra C (rojo), se repite la operación con las 25 madejas restantes y se selecciona 5 que se parezcan a la marcada con la letra B (violeta) (Pretel,2008).



Figura 6. Test de Holmgren
Fuente: Pretel, 2008

Los resultados del test son los siguientes: si el paciente opta por colores azules o violetas en la prueba del rojo quiere decir que presenta un problema de ceguera al rojo (protanope). Si el paciente opta por colores grises o cafés oscuro en la prueba del color verde quiere decir que posee un problema de ceguera al verde (deuteranope). Si el paciente opta por colores verdes o amarillos en la prueba del color violeta presentará ceguera al violeta (tritanope) (Pretel, 2008).

2.5.5 Anomaloscopio de Nagel

El Anomaloscopio fue designado por primera vez para el uso clínico por Nagel en 1907. Permite apreciar la gravedad de las alteraciones congénitas o adquiridas, además define entre Protanopia, Deuteranopia, Protanomalia y Deuteranomalia. Es uno de los medios más perfectos para reconocer los trastornos de la visión cromática. Son aparatos que utilizan colores espectrales obtenidos a partir de la luz blanca, descompuesta mediante prismas, así mismo permiten el estudio de todos los parámetros de la visión cromática: tonalidad, saturación y luminancia (Pretel,2008).

Existen dos modelos de anomaloscopio:

Tipo I: Para el déficit rojo-verde.

Tipo II: Para el déficit azul-amarillo.



Figura 7. Anomaloscopio

Fuente: Gracia, 2010.

Se trata de un aparato muy preciso debido a la utilización de colores espectrales y no pigmentarios (estos últimos son los presentes en los modelos anteriores). Tiene como desventaja que es un aparato muy costoso y exige colaboración por parte del paciente (Pretel,2008).

3. ELECTROFISIOLOGIA

La electrofisiología ocular es la ciencia que estudia los fenómenos eléctricos en los animales y en el hombre, a través del registro de la actividad neuronal especializada para la integración y difusión de eventos eléctricos. Esta evalúa la integridad de las vías visuales, desde los fotorreceptores hasta la corteza visual en el cerebro mediante un grupo de exámenes basados en la bioelectricidad que general los fotorreceptores y otras células de la retina, esta se compone de tres exámenes a saber: el Electrooculograma(EOG), potenciales visuales evocados(VEP), y Electrorretinograma (ERG) (Lam, 2005).

La Electrofisiología ocular permite un estudio global del funcionamiento de las estructuras responsables de la información visual sensorial. La retina es considerada como una prolongación periférica del cerebro y presenta, como toda estructura nerviosa, potenciales de reposo y potenciales de acción (Varela, 2006).

3.1 Historia de la electrofisiología

Desde la antigüedad se comenzó a ahondar mucho acerca de la anatomía humana, desde Pitágoras de Samos, Acmaeon de Crotona, Hipócrates y Aristóteles, quienes intentaban de diferentes formas hallar la explicación científica al funcionamiento de los órganos, hasta Galeano, Leonardo Da Vinci y Versalius, quienes concluyeron que el cerebro controlaba todos los órganos, por medio de estímulos (las teorías explicaban que estos estímulos eran de aire), o Isaac Newton quien adoptó la hipótesis de que los estímulos eran “vibraciones etéreas conducidas por los nervios” (Heckenlively et al, 2006).

Alrededor de 1780 cuando Luigi Galvani, un médico y profesor Italiano en Bologna, comenzó a hacer estudios, en ranas, produciendo contracciones en sus músculos, y así llegó a la conclusión de la “existencia de una electricidad real inherentemente animal, que se inicia por sí misma en los órganos vivos sin ninguna ayuda externa”. En 1840 Emil Du Bois Reymond, descubrió que en

nervios y heridas, existen corrientes eléctricas, y llegó a hacerse una herida en su propio brazo para medir las corrientes eléctricas que de forma natural emitía el cuerpo al lesionarse. Fue así como comenzó la historia de la electrofisiología y como desde 1840, los científicos descubrieron los impulsos eléctricos en el cuerpo humano (Heckenlively et al, 2006).

4. ELECTORRETINOGRAMA

El Electrorretinograma (ERG), es un examen que mide la respuesta eléctrica producida por las células retinianas sensibles a la luz; conos y bastones. El ERG de campo completo es una respuesta en masa generada por las células a través de la retina entera en respuesta a destellos. Los conos aportan del 20 a 25% y los bastones del 75 a 80% del ERG con destellos de luz blanca y en condiciones de adaptación a la oscuridad (Ojeda, 2006).

El ERG de campo completo se genera principalmente por la actividad de los conos y bastones extramaculares. La mácula central contiene aproximadamente 450.000 conos que corresponden al 7% del total de la población retiniana de conos. Por lo tanto, las anomalías que sólo afectan la mácula central no tienen una representación significativa en el ERG de campo completo (Ojeda, 2006).

Los fotorreceptores en respuesta a la estimulación generan un componente inicial corneal negativo u onda "a" del ERG, en tanto que las células de Müller son las responsables del componente tardío positivo u onda "b". El ERG de campo completo es útil en la detección del compromiso de la función de conos y bastones. Los pacientes con alteración visual por atrofia óptica o enfermedades corticales tienen preservado el ERG de campo completo en respuesta al destello (Ojeda, 2006).

4.1 Electrorretinograma Cromático

El Electrorretinograma Cromático es un exámen que mide la respuesta eléctrica producida por las células retinianas sensibles a la luz, principalmente los conos. El Electrorretinograma Cromático es una prueba objetiva que evalúa la visión del color, permite descartar y así mismo dar un diagnóstico temprano y oportuno de cualquiera alteración de estas células (Metrovision, 2011).

Esta prueba permite básicamente reconocer si existe alguna alteración de la visión del color y diferenciar defectos congénitos entre defectos adquiridos, así mismo permite estimar la severidad de ésta, ya sea leve, moderada o severa e igualmente si existe asimetría de la alteración de un ojo comparado con el otro (Metrovision, 2011).

4.2 Origen fisiológico

Cuando un ojo adaptado a la oscuridad se expone a un estímulo luminoso de larga duración y nivel fotópico se observan largas secuencias de respuestas electrofisiológicas reproducibles. En la oscuridad los Fotorreceptores se encuentran despolarizados, el EPR de la retina tiene un potencial estable llamado de referencia, las células adyacentes a los fotorreceptores se encuentran según su naturaleza, despolarizadas (bipolares OFF) o hiperpolarizadas (bipolares ON), y las células ganglionares presentan un ritmo de descarga aleatorio de sus potenciales de acción (Kolb, 2003).

Las ondas del ERG representan la sumación de la actividad eléctrica de las células de la retina. El origen fisiológico de un registro del ERG depende de:

- El estado de adaptación de la retina (escotópico o fotópico).
- Intensidad y duración del estímulo.
- Tipo de estímulo (Flash o flicker).
- Color del estímulo (Blanco o de diferente color).

4.2.1 Bases Eléctricas

El ERG se registra mediante un electrodo extracelular activo posicionado en la cornea, en el humor vítreo o a distintos niveles en el interior de la retina. El registro extracelular de la actividad eléctrica de tejidos vivos es posible cuando las corrientes eléctricas se propagan a través de una matriz extracelular con resistencia eléctrica (Noell, 1954; Brown, 1968).

En la retina de los vertebrados, los fotorreceptores están dispuestos en paralelo, por lo tanto su flujo de corriente se suma y difunde también en paralelo dando lugar a una fuerte corriente extracelular radial desde la capa nuclear interna hacia el EPR. De igual forma las corrientes extracelulares del resto de células de la retina se suman si se dirigen radialmente. Por lo contrario las corrientes laterales se anulan ya que la disposición de la retina es totalmente simétrica. Por lo tanto cuando un estímulo luminoso homogéneo alcanza toda la retina, solamente se forman las corrientes extracelulares radiales. Estas corrientes fluyen a través de distintas vías. Se puede hablar de dos rutas principales:

- Una ruta local (A)
- Una ruta remota (B). (Figura 9) (Varela, 2006).

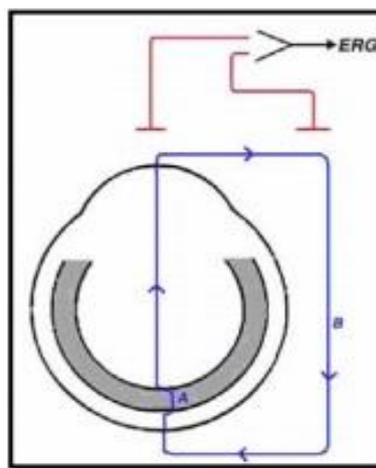


Figura 9. Rutas local (A) y remota (B) que siguen las corrientes extracelulares generadas en la retina.

Fuente: Varela, 2006.

En la ruta A, la corriente permanece dentro de la retina, mientras que la corriente que fluye por la ruta B abandona la retina a través del humor acuoso y del segmento anterior del ojo volviendo a la retina a través de la esclera, la coroides y el EPR. La corriente inducida por estímulos luminosos que fluye por la vía B (remota) puede ser registrada de manera no invasiva con electrodos extraoculares (Varela, 2006).

4.2.3 Orígenes de las ondas

Los Electrorretinogramas obtenidos en diferentes especies son claramente diferentes en amplitud, latencia y forma debido a diferencias propias de la especie, en particular a la distinta densidad de conos y de bastones en sus retinas, pero también son distintos debido a factores técnicos como la duración e intensidad del estímulo y el método de recogida de las respuestas (Varela, 2006).

Latencia: Tiempo en milisegundos que tarda en aparecer la respuesta.

Amplitud: Tamaño de la respuesta en microvoltios.

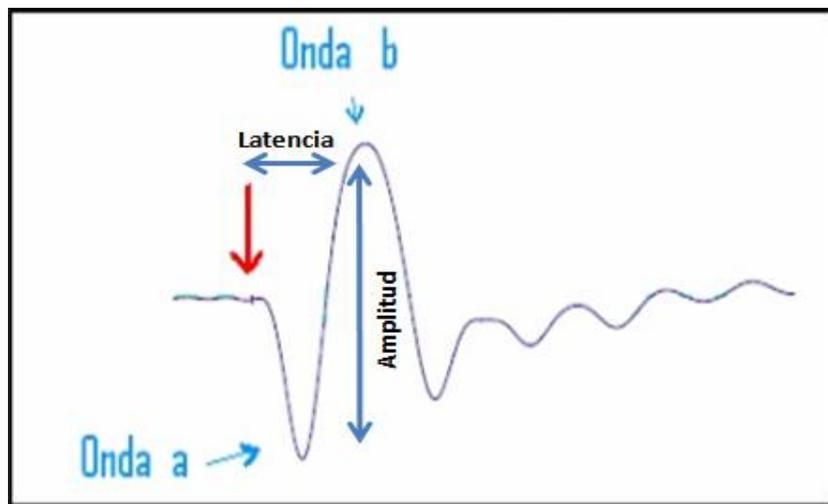


Figura 10: Forma básica del ERG, con sus ondas a y b. La flecha roja representa el inicio del estímulo.

Fuente: Varela, 2006.

A continuación describiremos los orígenes de las ondas A, B y C no por su orden de aparición en el ERG (latencia), sino por su lugar de origen en la retina

comenzando por su capa más distal; el EPR, lugar en donde se origina la onda C (Steinberg et al., 1970).

- **Onda C:** Esta onda se origina del EPR. Se hicieron registros intracelulares del EPR y se vio que en respuesta a la luz se obtenía una onda con idéntica forma y temporalidad que la onda C. Cuando la retina es separada del EPR solo proporciona ERGs con onda A y B normales pero sin onda C (Varela, 2006).
- **Onda A:** Esta onda, grande negativa se origina en los segmentos internos de los fotorreceptores y por lo tanto en la retina externa.
- **Onda B:** La onda B positiva nace en la retina interna y concretamente en células bipolares y células de Müller (Coco, 2009).

5. ELECTRODOS

Los electrodos miden las variaciones de campos eléctricos creados por los generadores biológicos y establecen el enlace entre estos y los instrumentos de procesado. Son una parte importante del equipo electrorretinográfico, ya que frecuentemente son el origen de variaciones o de disfunciones, por su degradación (Oxidación, polarización, conexiones defectuosas, etc.) (Varela, 2006).

5.1 Categorías de los electrodos.

Existen 3 categorías de electrodos: de registro o activos, de referencia o pasivos y de tierra o de masa. La señal se recoge entre el de referencia que se coloca lo más cerca posible de la fuente que origina la señal, y el de referencia que sirve como referencia eléctrica. El electrodo de tierra evita perturbaciones eléctricas uniendo el paciente al aparato. Las mediciones se realizan entre el electrodo de registro (variable según el estímulo) y el de referencia (no varía sea cual sea el estímulo) (ISCEV, 2008).

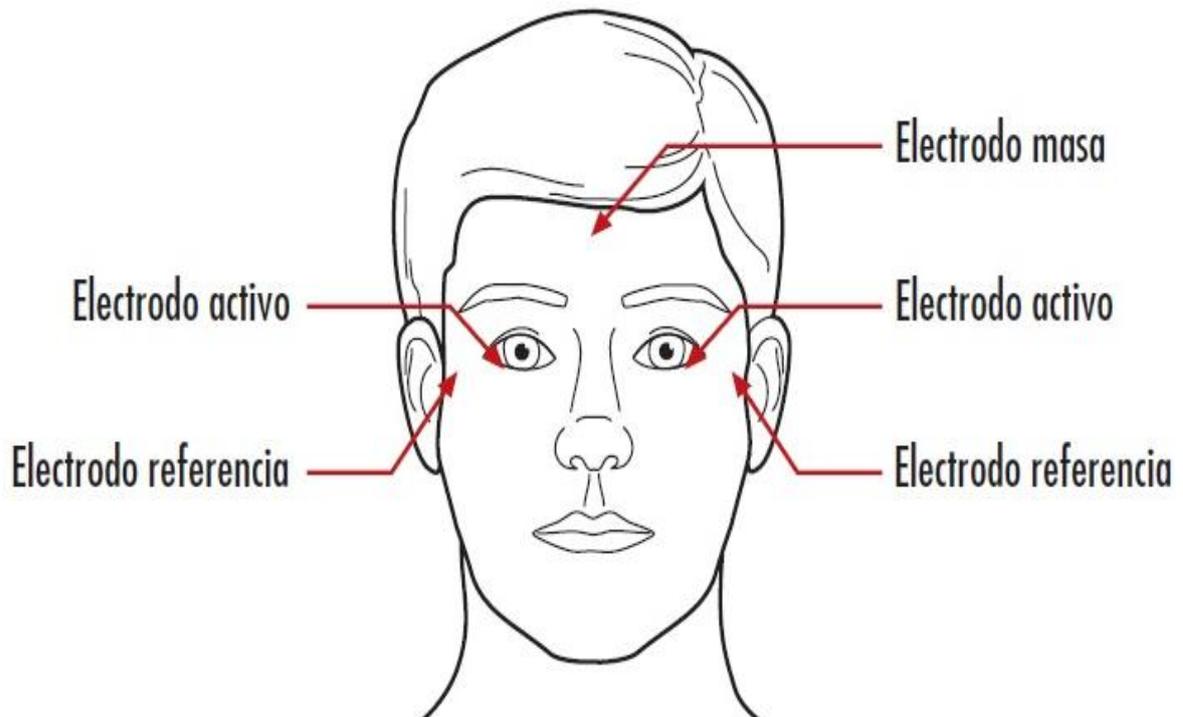


Figura 11. Ubicación correcta de electrodos en el paciente.
Fuente: Catalá, 2005.

5.1.1 Electrodos de registro o activos

Los electrodos que contactan la córnea o cerca de la conjuntiva bulbar deben ser utilizados para el registro estándar de campo completo (ERG). Estos incluyen electrodos tipo lente de contacto, fibras y láminas conductoras, electrodos de bucles conjuntivales (Marmor, 2008).

Los electrodos tipo lente de contacto proporcionan mayor amplitud, mayor estabilidad al momento de la prueba y registros más estables, tales electrodos deben ser transparentes en el centro, con una abertura óptica lo más grande posible e incorporar un dispositivo que mantenga los párpados apartados de la superficie de la córnea (Marmor, 2008).

La superficie de la córnea debe estar protegida durante el uso con soluciones conductoras iónicas no irritantes y no alérgicas que son relativamente no viscosas (no más viscosas que la metilcelulosa 0,5%). Soluciones muy viscosas pueden atenuar la amplitud de la señal. Los usuarios deben ser conscientes que la

amplitud de la señal podría reducirse si se utilizan otro tipo de electrodos (Marmor, 2008).

La anestesia tópica es necesaria para los electrodos tipo lente de contacto, pero puede no ser necesaria para otros tipos de electrodos corneales o conjuntivales. Es necesario que todos los electrofisiólogos dominen los requisitos técnicos del electrodo que elijan para realizar la prueba, como por ejemplo asegurar el contacto ocular, garantizar la adecuada impedancia del electrodo, asegurarse de que las formas de onda son comparables con las del ERG estándar, y definir los valores normales y la variabilidad por su propio laboratorio.

Los ERG registrados con el electrodo activo en la piel tienen amplitudes bajas y niveles de ruido más altos. Estos no cumplen con el estándar ISCEV pero pueden proporcionar información útil en ciertas situaciones clínicas (Marmor, 2008).

Normalmente los electrodos de registro son monopolares, pero los hay bipolares en cuyo caso incorporan una parte activa y otra de referencia (Jacobson, 1999; Sandberg, 1977).

- **Electrodo de Cúpula**

Son electrodos con diámetro de 10 mm, contruidos en aleación de plata y cloruro de plata. Son reutilizables. La extensión del cable es generalmente de 1 metro, no requiere esterilización, solo desinfección con Yodopovidona. Debe utilizarse un gel conductor al fijarlo en la piel del paciente previamente exfoliado. Debe sujetarse con cinta adhesiva (Figura 12).



Figura 12. Electrodo de cúpula.

- **Electrodo tipo Beckman**

Son electrodos con diámetro de 8 mm, contruidos en aleación de plata y cloruro de plata. Son reutilizables, su particularidad radica en la reducción del ruido con la obtención de los registros gracias a su sistema de adhesivo de fijación, localizado en un anillo que bordea el electrodo.

La extensión del cable es generalmente de 1 metro, no requiere esterilización, solo desinfección con Yodopovidona, debe utilizarse gel conductor al fijarlo en la piel del paciente previamente exfoliado. Este tipo de electrodo es ideal en Electrooculograma (Figura 13).



Figura 13. Electrodo tipo Beckman.

5.1.2 Electrodo de referencia o pasivos

Los electrodos de referencia pueden ser incorporados en el lente de contacto, ensamblados para hacer contacto con la conjuntiva "electrodos bipolares". Esta es la configuración eléctrica más estable. Como alternativa los electrodos pueden ser colocados cerca del reborde orbitario temporal, como una referencia para el ojo correspondiente, estos son similares a los utilizados en electrocardiografía. La frente no es ideal como sitio de referencia debido al riesgo de contaminación de la señal. El uso de otras posiciones de referencia se desvía de esta norma (Marmor, 2008).

Es importante siempre utilizar el mismo tipo de electrodos y colocarlos en las mismas posiciones ya que existen variaciones, sobre todo en la amplitud de los trazados del ERG obtenidos en función del tipo de electrodo de registro utilizado, así como la posición del mismo con respecto al de referencia (ISCEV, 2008; Sandberg, 1996).

- **Electrodo Jet**

Es un electrodo desechable estéril que consiste en una lente que se adapta a la cornea y que lleva un fino anillo de oro en su interior para la conexión de la cornea, este tipo de electrodo tiene la desventaja de interferir con el campo visual y disminuir la cantidad de estímulo que llega a la retina. Requiere anestesia corneal (Mohidin, 1997; Lam, 2005).

5.1.3 Electrodo de tierra o de masa

Son electrodos que deben estar en contacto con la piel, debe unirse a un punto indiferente y conectarse a tierra. Típicamente se colocan en la frente o el oído. La piel debe estar limpia y con una pasta conductora adecuada o un gel se asegura una buena conexión eléctrica (Marmor, 2008).

5.2 Estabilidad de los electrodos

El voltaje de los electrodos en ausencia del estímulo luminoso debe ser estable. Algunas referencias de electrodos pueden necesitar estar hechos de material no polarizado para conseguir esta estabilidad (Marmor, 2008).

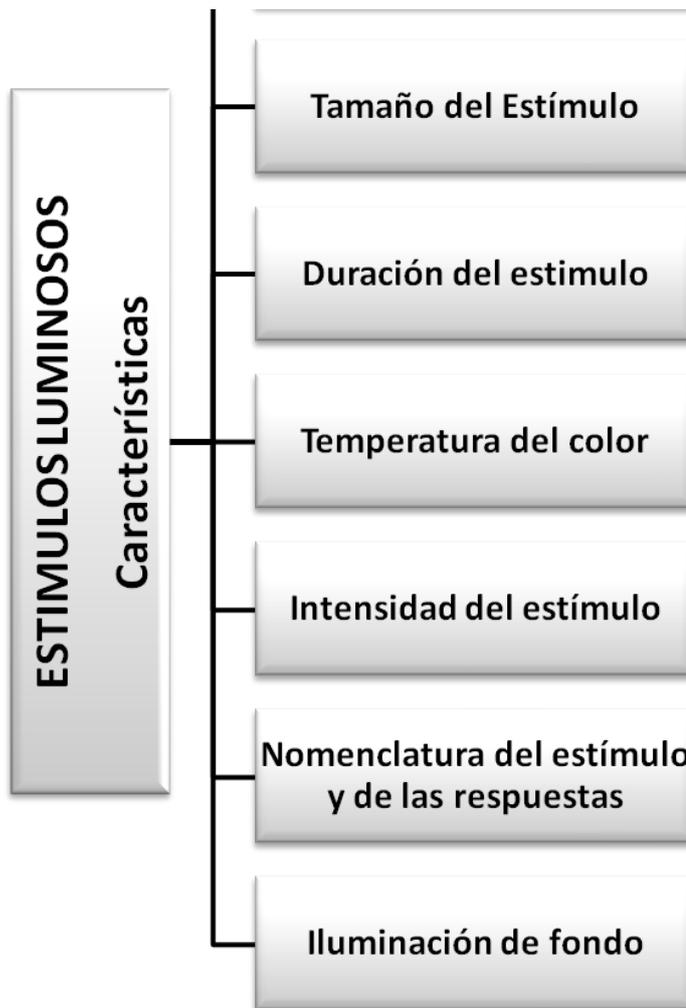
5.3 Limpieza de los electrodos

El registro del ERG cromático implica la exposición de los electrodos corneales a las lágrimas y la potencial exposición de los demás electrodos a la sangre, si existe alguna abrasión en la superficie de la piel. Los electrodos (si no son desechables) deben ser cuidadosamente limpiados y esterilizados después de cada uso para prevenir cualquier transmisión de agentes infecciosos. El protocolo de limpieza debe seguir las recomendaciones del fabricante y los estándares nacionales para los dispositivos que están en contacto con la piel y con la lágrima.

6. ESTIMULOS LUMINOSOS

En el proceso de obtención del Flash-ERG es fundamental la estimulación luminosa de la retina mediante flashes de luz que provoquen cambios en la polaridad eléctrica de las membranas celulares de las neuronas retinianas. Durante esta fase de estimulación es necesario controlar una serie de parámetros como son: el tipo de estimulador luminoso, las características del estímulo (duración, longitud de onda, intensidad) y la iluminación de fondo como lo son blanca, roja, verde y azul (*ver tabla 4*).

Tabla 4. Características de los estímulos luminosos.



Fuente: Elaboración propia.

6.1 Características de los estímulos luminosos

• Estimulador luminoso

El Flash –ERG puede realizarse mediante estimulación monocular, utilizando flashes estroboscópicos focales o miniGanzfel, o bien mediante estimulación binocular utilizando un estimulador de campo completo en forma de cúpula.

• Tamaño del Estímulo

En el ERG debe ser utilizado un estímulo de campo completo (Ganzfeld). Con flashes focales, el área de iluminación retinal no es uniforme, y su alcance no

es fácil de conocer. Se utilizan estimuladores tipo cúpula, con estos se hace fácil la medida de la luminancia, el alcance y la uniformidad del estímulo (Marmor, 2008).

- **Duración del estímulo**

El ERG se basa en estímulos flash con duraciones que son considerablemente más cortos que el tiempo de integración de cualquier fotorreceptor. Por lo tanto, los estímulos deben consistir de destellos que tienen una duración máxima de 5 ms (Marmor, 2008).

- **Temperatura del color**

Según los protocolos de la ISCEV, el Flash Stimuli debe tener una temperatura de color cerca a los 7000°K, y deben ser usados con cúpulas o difusores de color blanco. Los filtros de colores pueden ser usados para realzar la separación entre conos y bastones, pero esto no es parte de los estándares.

- **Intensidad del estímulo**

La intensidad luminosa del estímulo o “luminancia del flash” se mide en candelas fotópicas por segundo por metro cuadrado ($\text{cd} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$). Estos parámetros pueden variar según el protocolo que utilicemos para el registro, así, para obtener el ERG Según el estándar de la ISCEV tendremos que ajustar las intensidades del flash y de la luz de fondo del siguiente modo:

- Para la estimulación de bastones : $0,01 \text{ cd} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$
- Para el resto de respuestas: $3,0 \text{ cd} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$ (estándar flash)
- La adaptación fotópica y la iluminación de fondo: $30 \text{ cd} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$

- **Nomenclatura del estímulo y de las respuestas**

Tanto el tipo de estimulación utilizado como la respuesta que obtenemos, los denominados según el tipo de adaptación y la iluminancia del flash en $\text{cd} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$. Por ejemplo, la respuesta con adaptación a la oscuridad y flash de $3,0 \text{ cd} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$ se denomina “ERG 3.0 escotópico”. A veces se añaden términos como “respuesta de bastones” o “respuesta máxima de conos y bastones”.

- **Iluminación de fondo**

Además de producir flashes, el estimulador debe ser capaz de producir una luz de fondo constante, a través de todo el campo, para una buena adaptación de la luz. Debe ser usado fondo de 17 a 34 cd/m². Algunas veces puede ser usado un fondo cromático, pero no en el ERG estándar (ISCEV, 2007).

7. REQUISITOS TECNICOS PARA LA REALIZACION DEL ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO SEGÚN EL ISCEV

7.1 Estimulación de la luz

- Campo de Estimulo

Dado que el Electrorretinograma es una respuesta de la retina, es importante la estandarización de iluminación de manera uniforme en todo el campo visual.

- Objetivos de fijación

La esfera de difusión deben tener objetivos que inducen a la fijación en posición primaria de mirada.

7.2 Electrodo de la piel

- Material

Los electrodos deben ser de un material relativamente no polarizable tal como cloruro de plata o de oro.

- Colocación de los electrodos

La piel se debe limpiar con aceite, alcohol o exfoliante. Los electrodos deben colocarse con un gel conductora.

- Limpieza

Si no se usan electrodos desechables, deben ser limpiados después de cada uso para prevenir la transmisión de agentes infecciosos. El protocolo de

limpieza debe seguir las normas vigentes para los dispositivos que hacen contacto con la piel y que será mencionado más adelante.

7.3 Fuente de Luz.

- Luminosidad

La Iluminación puede ser proporcionada por una o varias lámparas y producir luz blanca visible, se sitúa de modo que ilumine completamente el campo. La esfera debe estar iluminada uniformemente desde el punto de vista del paciente. Se deben evitar las áreas de intensidad focal o sombras.

- Ajuste

Se debe ajustar la fuente de luz para el uso de filtros u otros medios, lo cual permite la calibración de la unidad. Esta variación de intensidad del estímulo tendrá que estar disponible si los pacientes están con pupilas dilatadas y sin dilatar.

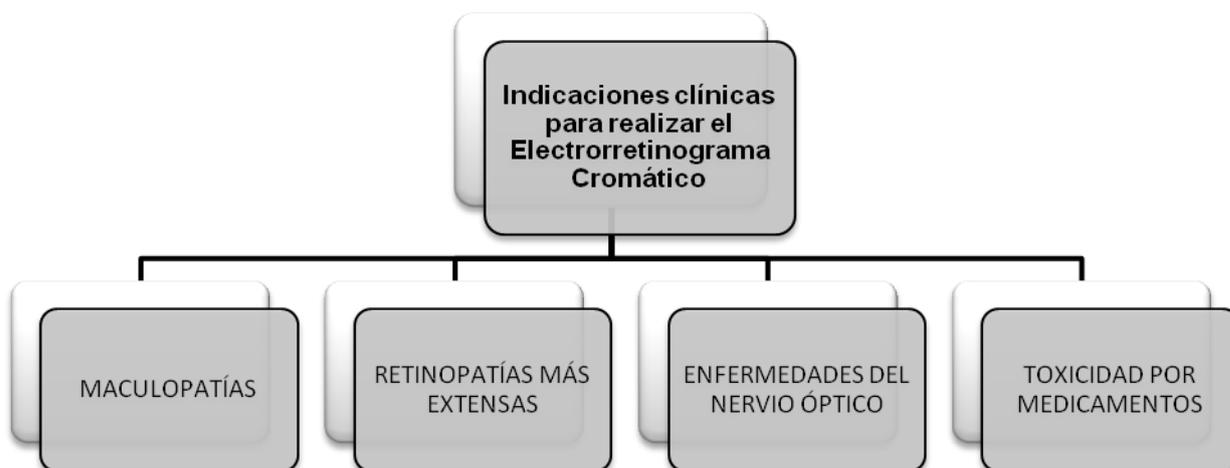
- Calibración

La luminancia producida por el estimulador de campo completo se debe medir en cd/m² con un fotómetro para que cumpla las normas internacionales de las mediciones fotométricas. La base de la curva de luminosidad fotópica. ISCEV recomienda que en el futuro, los fabricantes de estimuladores proporcionar un fotómetro adecuado como parte del equipo.

8. INDICACIONES CLÍNICAS PARA REALIZAR EL ELECTORRETINOGRAMA CROMÁTICO

El ERG cromático está indicado en patologías de retina que comprometen la visión del color. Se han clasificado estas alteraciones en cuatro grupos: 1. Maculopatías. 2. Retinopatías más extensas. 3. Enfermedades del nervio óptico. 4. Retinopatías por toxicidad de medicamentos (*ver Tabla 5*).

Tabla 5. Indicaciones clínicas para la realización del ERG Cromático



Fuente: Elaboración propia.

8.1 Maculopatías

8.1.1 Enfermedad de Stargardt

Es una enfermedad heredada de forma autosómica recesiva producida por la mutación del gen ABCA4, que codifica una proteína que sólo se manifiesta en la retina y tiene una función transportadora a través de la membrana de las células fotorreceptoras. Es la segunda retinopatía congénita más frecuente. Se da 1 de cada 10000 casos. Tiene como característica provocar pérdida progresiva de la visión que se inicia desde la niñez. Los síntomas más comunes son visión borrosa, zonas ciegas en el campo visual (escotomas), dificultad para adaptarse a penumbras, deterioro progresivo de la visión central, y disminución de la capacidad de percibir los colores. La pérdida de la visión central puede estar acompañada de síntomas así como de evidencias electrofisiológicas de una disfunción de conos (Coco, 2010).

En el fondo de ojo se aprecia fragmentos ricos en lípidos que se acumulan en la capa del EPR por debajo de la mácula, los cuales aparecen como manchas

amarillentas. Los fragmentos de lípidos se llaman lipofuscina, y en los casos avanzados de la enfermedad esta acumulación progresiva causa atrofia de la macula y del EPR (Coco, 2010).



Figura 14. Enfermedad de Stargardt.

Fuente: Catalá, 2005.

La edad de comienzo de la pérdida visual y la gravedad de pérdida visual son generalmente mayores en pacientes con lesiones amarillentas muy extendidas en el fondo ocular. Las posibilidades de encontrar cambios en el ERG y el EOG son mayores también en pacientes con signos y síntomas de Distrofia de Conos y Bastones. Por ello, los estudios electrofisiológicos van a tener valor pronóstico, sobre todo en pacientes jóvenes en los que las lesiones amarillentas son todavía mínimas. Estos pacientes presentan también de forma más frecuente lesiones secundarias a traumatismos oculares, y así se han descrito la aparición de complicaciones graves, por lo que se aconseja evitar los traumatismos directos en la medida de lo posible (Coco, 2010).

8.1.2 Degeneración Macular Asociada con la edad

La degeneración macular asociada a la edad (DMAE) es una enfermedad que lesiona progresivamente el centro sensitivo de la retina (mácula) y, por tanto, el centro del campo visual. Es la principal causa de pérdida de visión central en el mundo en la población mayor de 55 años en países desarrollados occidentales y afecta notablemente a la calidad de vida de las personas que la padecen.

Una rápida pérdida de la visión central es síntoma frecuente de que la persona padece de degeneración macular en ambos ojos, se puede encontrar indicios de esta enfermedad, como líneas rectas que se ven distorsionadas, ver palabras borrosas, problemas para detallar y áreas oscuras o vacías en el centro de la visión (López, 2005).

La DMAE tiene dos formas de presentación, la degeneración macular húmeda o exudativa y la degeneración macular seca o atrófica. La forma atrófica se caracteriza por la pérdida gradual del EPR bajo el área macular. Esto lleva al desarrollo de parches de atrofia que lentamente van creciendo y coalesciendo, conformando un área geográfica donde, por transparencia, es posible visualizar los vasos coroideos e incluso la esclera. La forma exudativa tiene como principal expresión el desarrollo de vasos de neoformación bajo la retina, con la consiguiente exudación de líquido, lípidos y otros constituyentes del plasma, además de sangramiento subretinal y fibrosis posterior (López, 2005).

En la forma húmeda la disminución de la visión es mucho más rápida y se debe a que la zona macular ha sido invadida bruscamente por vasos sanguíneos formados desde la profundidad de la retina. Es fundamental el diagnóstico precoz de la DMAE para aumentar la efectividad del tratamiento, pues en gran parte va a depender del tamaño y la gravedad de la lesión (Kansky, 2004).

8.1.3 Coroidopatía serosa central

La Coroidopatía serosa central es una enfermedad idiopática, que se produce por un desprendimiento seroso bien circunscrito de la retina sensorial por una acumulación de líquido por debajo de la retina (EPR), la causa de esta afección se desconoce. El paciente reporta un punto ciego borroso y oscuro en el centro de la visión, distorsión de las líneas rectas y que los objetos parecieran ser más pequeños o estar más alejados de lo que realmente están (Kansky, 2004).

La mayoría de los pacientes recupera buena visión sin tratamiento, aunque por obvias razones no se recuperara la visión de antes. La enfermedad reaparece en aproximadamente la mitad de todos los pacientes y tiene un pronóstico

igualmente bueno. En raras ocasiones, los pacientes desarrollan cicatrices permanentes que causan daño a la visión central (Kansky, 2004).

8.1.4 Edema macular quístico

El edema macular quístico (EMQ) es una patología indolora, que se produce a nivel de la mácula, provocada por una inflamación donde múltiples áreas quísticas de líquido aparecen en la retina central, en su mayoría en la capa plexiforme externa. El principal signo del EMQ, es la pérdida de la agudeza visual, pero en muchas formas de esta patología puede pasar inadvertido o sin sintomatología. Se produce por diferentes causas, la más común es como consecuencia de una complicación en el postoperatorio de cirugía de catarata (Archivos de la sociedad Española oftalmológica, 2007). (Figura 15).

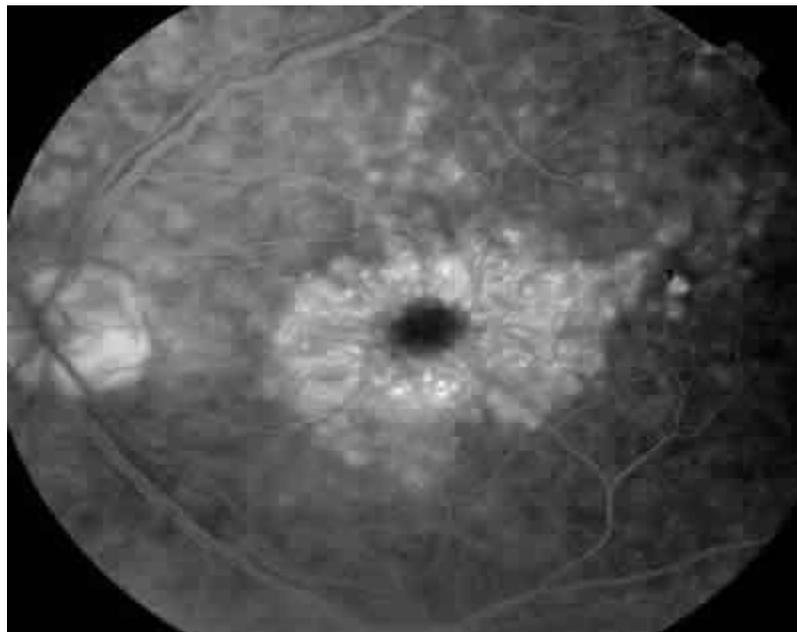


Figura 15. Fondo de ojo de un paciente con edema macular quístico.
Fuente: Archivos Sociedad Española Oftalmológica, 2007.

8.1.5 Edema macular diabético

El edema macular diabético representa la primera causa de pérdida visual en los pacientes con diabetes, se clasifica en edema macular focal y difuso. Puede

aparecer o no en cualquiera de los estadios de la retinopatía diabética, aunque es más frecuente en los más severos y en Diabetes Mellitus tipo 2. Se manifiesta porque el paciente nota una pérdida progresiva y paulatina de la visión central. La retinopatía diabética consiste en un acúmulo de fluido en la mácula a partir de microaneurismas (pequeñas dilataciones de capilares), a partir de capilares anómalos o a partir de la capa del epitelio pigmentario (separa la retina de la capa vascular del ojo o coroides) (Archivos de la sociedad Española oftalmológica, 2007).

8.1.6 Distrofia de conos

Las distrofias de conos son un subgrupo genéticamente heterogéneo de distrofias coriorretinianas hereditarias caracterizadas por degeneración progresiva de todos los conos de la retina con preservación de la función de bastones en casos de distrofias puras de cono (DC), y con afectación más tardía del sistema de bastones en el caso de las distrofias de conos y bastones (DCB) (Rosa, 2009).

Los individuos afectados de distrofia de conos y bastones sufren inicialmente de fotofobia, disminución de la visión, ceguera a colores y escotomas centrales en el campo visual. En algunos existe palidez del disco y apariencia granular del EPR macular, mientras que en otros aparece la maculopatía en ojo de buey típica. En estadios avanzados se observa atrofia central, pero lo que es más importante comienza a aparecer signos y síntomas de Retinosis Pigmentaria con ceguera nocturna y pigmentación en espículas en la periferia de la retina (Coco, 2009).

En distrofias de conos en estadios iniciales, el ERG es obligado pues nos permitirá diferenciar una distrofia de conos de una distrofia macular, de forma que en la Distrofia de Conos las pruebas fotópicas estarán afectadas de forma marcada, mientras que en las distrofias maculares las pruebas fotópicas pueden ser normales o estar sólo levemente afectadas (Coco, 2009).

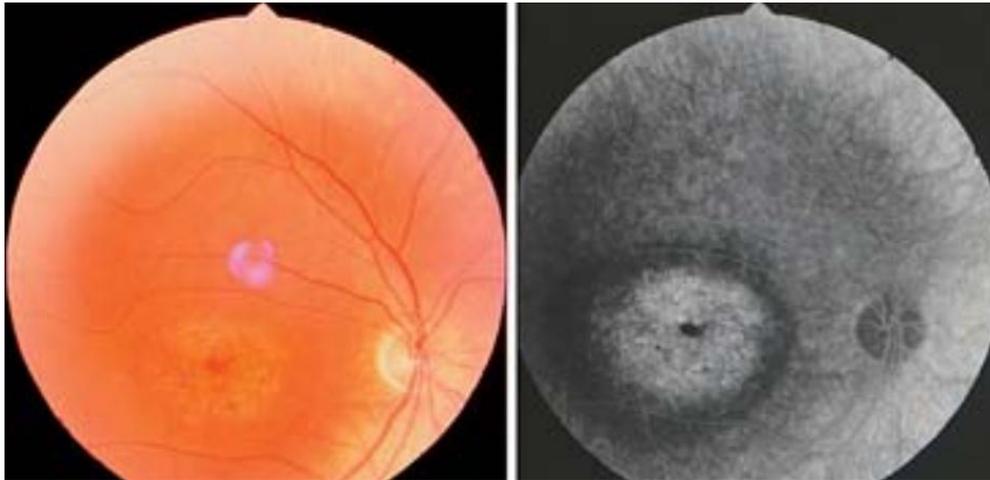


Figura 16. Distrofia de conos.
Fuente: Coco, 2010.

Además, el ERG nos permitirá distinguir entre DC y DCB, ya que en la última observaremos, además de una afectación importante de las pruebas fotópicas, una disminución más o menos marcada de la onda b también en el ERG escotópico (Coco, 2009).

8.2 Retinopatías más extensas

8.2.1 Retinosis pigmentaria

La Retinosis Pigmentaria (RP) produce una grave disminución de la capacidad visual, y en muchos casos conduce a la ceguera, es de carácter degenerativo, genético y hereditario cuya consecuencia es una gran disminución de la visión debido a la muerte progresiva de las células oculares de la retina denominadas "fotorreceptores". El síntoma más frecuente y precoz en un paciente que tenga RP es la ceguera nocturna, así como también la disminución del campo visual, y en casos muy avanzados disminución de la visión, también pueden hallarse alteración de la percepción de los colores, fotopsias y deslumbramientos (Strettoi, 2010).

El 50% de las Retinosis Pigmentarias no son hereditarias, hay un tipo de Retinosis Pigmentaria que se hereda con carácter recesivo, ligado al sexo, (la transmiten las madres, pero sólo la padecen los hijos varones), que es la más severa, y que produce una gran invalidez visual en la 3ª y 4ª década de la vida, se calcula que anualmente aparecen 6 casos por cada millón de habitantes (Strettoi, 2010). (Figura 17)

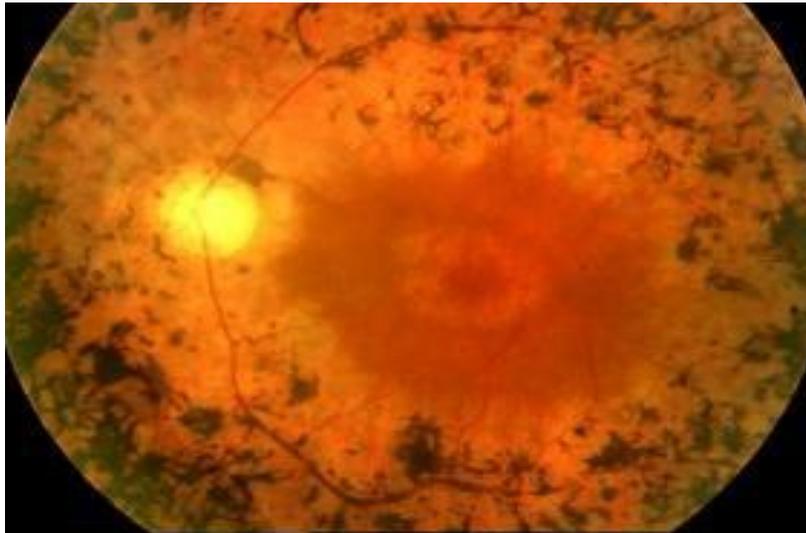


Figura 17. Retinosis pigmentaria
Fuente: Strettoi, 2010

8.2.2 Uveítis Posteriores

La uveítis posterior es una inflamación intraocular que afecta la parte posterior del ojo, entre ella la coroides, la retina y la porción posterior del cuerpo vítreo e incluye, por tanto, coroiditis, coriorretinitis, retinocoroiditis y vasculitis retiniana. Representa alrededor del 15% del total de las uveítis (Kansky, 2004).

Suelen afectar al mismo tiempo la retina suprayacente, causando disminución de la visión. Pueden darse dos tipos de reacción inflamatoria en la úvea:

- 1) Uveítis posteriores supurativas (agudas). Causadas por bacterias piógenas y a veces, por hongos. Son secundarias a cirugía ocular, traumatismos Una de las causas más frecuentes es *Cándida Albicans* en adictos a la heroína.
- 2) Uveítis posteriores no supurativas. Inflamación tisular crónica que se extiende a retina y generalmente a vítreo. (Kaufman, 2003; Kansky, 2004).

8.3 Enfermedades del nervio óptico

En las enfermedades del nervio óptico el Electroretinograma nos sirve como una prueba de apoyo diagnóstico y de tratamiento.

El nervio óptico no es un nervio periférico, sino un tracto de sustancia blanca del sistema nervioso central. Hay dos nervios ópticos, cada uno de los cuales conecta las retinas de cada globo ocular con áreas concretas dentro del encéfalo. Dado que la mayoría de nuestra percepción sensorial se basa en la visión, los nervios ópticos transportan la mayor parte de la información sensorial hacia el interior del encéfalo, donde se hace consciente. Por tanto las enfermedades que afectan el nervio óptico son causas frecuentes de ceguera. Como el SNC no suele responder a las lesiones produciendo nuevas células o reparando los axones, la ceguera por enfermedades del nervio óptico es irreversible (Kaufman, 2004).

8.3.1 Neuritis óptica desmielinizante

La desmielinización del nervio óptico, puede ser una alteración aislada que afecta a uno o a los dos ojos, o puede formar parte de una desmielinización más amplia de otras regiones del sistema nervioso. La presentación es con afectación visual subaguda, la molestia en un ojo o alrededor de él es frecuente y suele incrementarse con los movimientos oculares. La agudeza visual suele ser entre 20/60 y 20/200, raramente está tan disminuida como para no percibir la luz. La papila es normal en la mayoría de los casos, en el resto se presenta papilitis (Kaufman, 2003; Kansky, 2004).

Se puede observar palidez temporal de la papila en el otro ojo, indicativa de una neuritis óptica. La defecto de la visión cromática está siempre presente y con frecuencia peor de lo que sería esperar para el grado de afectación visual. El más frecuente defecto del campo visual es la depresión difusa de la sensibilidad en todos los 30° centrales, seguida de defectos arqueados, y escotomas centrales (Kaufman, 2003; Kansky, 2004).

El 75% de los pacientes recuperan una agudeza de 20/30 o mejor, pero a pesar de la recuperación de la agudeza visual, hay otros parámetros que suelen permanecer alterados, como la visión de colores, la sensibilidad al contraste y la apreciación del brillo de la luz (Kaufman, 2003; Kansky, 2004).

8.3.2 Neuropatía óptica isquémica

Es una lesión por infarto de la cabeza del nervio óptico que produce una severa alteración de la función visual. Es un proceso de instalación instantáneo, frecuentemente con una grave pérdida de la agudeza visual u una alteración del campo visual. Esta patología puede hacerse bilateral en un lapso entre cuatro meses y catorce años (Nogales et ál., 2005).

Según Malagón (2004), la NOI presenta edema del disco óptico y pérdida visual en un adulto mayor es más probable que sea de origen vascular que una inflamación. El cuadro oftalmoscópico se presenta como un disco pálido, edematoso, frecuentemente acompañado por hemorragia es astilla y pérdida visual. Gran número de pacientes con papilitis tiene pobre visual central, como buena periférica.

Micheli et ál.,(2003) clasifica la NOI como *arterítica* y *no arterítica*, y considera que la NOI anterior implica una lesión isquémica de la cabeza del nervio óptico. La NOI anterior no arterítica se asocia con frecuencia con hipertensión crónica, diabetes mellitus y otros factores de riesgo para arterosclerosis. La presencia de discos ópticos pequeños y sin excavación se considera un factor de riesgo adicional. En la clínica, la NOI anterior se presenta como una pérdida visual indolora aguda, disminución de la visión, defectos campimétricos y edema del disco óptico.

La NOI anterior arterítica es resultado de vasculitis, por lo general arteritis de células gigantes y se observa casi con exclusividad en los individuos de edad avanzada (Micheli et ál., 2003).

8.3.3 Neuropatía óptica de Leber

La neuropatía óptica hereditaria de Leber (NOHL) es una enfermedad rara, resultado de mutaciones del DNA. La mayoría de los pacientes son hombres en la tercera década de la vida. En los casos atípicos el cuadro puede afectar a mujeres y presentarse a cualquier edad entre los 10 y los 60 años. Por lo tanto el diagnóstico de NOHL debe considerarse en todos los pacientes con neuritis óptica bilateral, independientemente de la edad (Kaufman, 2003; Kansky, 2004).

La presentación es típicamente con una pérdida visual grave, unilateral, aguda e indolora. El otro ojo se afecta de forma similar al cabo de días o semanas, así mismo los signos que se presentan en algunos casos, la papila óptica suele ser completamente normal. En los casos típicos hay capilares dilatados sobre la superficie papilar que pueden extenderse a la retina adyacente, tortuosidad vascular y tumefacción de la capa de fibras nerviosas parapapilares. Los defectos del campo visual suelen consistir en escotomas centrocecales (Kaufman, 2003; Kansky, 2004). (Figura 18).



Figura 18. Estadío agudo de una neuropatía óptica de Leber.
Fuente: Kanski, 2004

8.3.4 Atrofia óptica dominante

La atrofia óptica dominante es la forma más común de atrofia óptica hereditaria. En los casos típicos la pérdida visual es lentamente progresiva e insidiosa, y se hace aparente hacia los 8 años de edad. El trastorno visual se descubre durante el examen muchas veces por otros motivos. La agudeza visual oscila entre 20/70 y 20/200 (Kansky, 2004).

Muchos pacientes presentan un déficit de la visión de los colores azul-amarillo, mientras que el defecto de la visión de colores tiene carácter generalizados en otros casos. El aspecto típico del disco se caracteriza por una región pálida con forma de cuña en la parte temporal. El resto del disco puede parecer relativamente normal o en algunos pacientes, muestra atrofia difusa. El defecto característico del campo visual es un campo central, sin embargo, el campo periférico suele ser normal. La mayoría de los pacientes con atrofia óptica dominante no presentan anomalías sistémicas asociadas (Kaufman, 2003; Kansky, 2004).

8.4 Toxicidad por medicamentos

Un número de medicamentos que se administran en dosis altas o durante largos periodos de tiempo puede producir degeneración de la retina con cambios pigmentarios. Algunos medicamentos tradicionales son tioridazina, clorpromazina, tamoxifeno, cloroquina e hidroxiclороquina. Estos son por lo general algunos medicamentos tomados en dosis altas por muchos años y puede llegar a dañar la retina y la producción de una retinopatía. Las lesiones del segmento posterior son importantes ya que puede aparecer una marcada pérdida de la visión, esta puede ser bilateral e irreversible y los campos visuales pueden mostrar escotomas centrales bilaterales (Omoti, 2006).

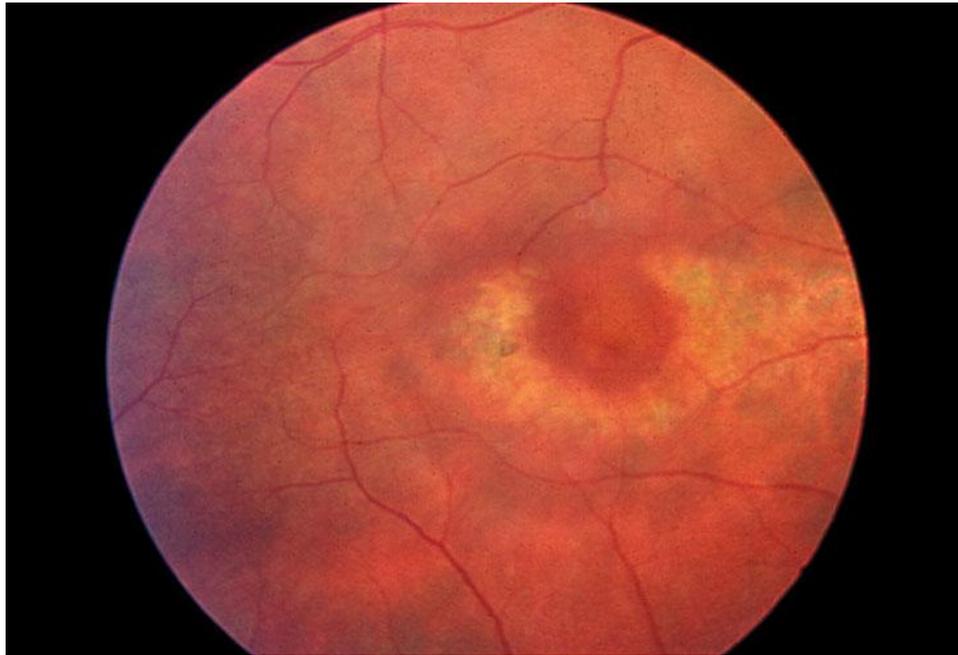


Figura 19. Retinopatía por Cloroquina.
Fuente: Donnell, 2011.

El tamoxifeno puede provocar retinopatía, depósitos corneales, catarata y neuritis óptica. Existen hallazgos de depósitos brillantes blanquecinos en la retina interna, alteraciones del epitelio pigmentario y edema de la mácula. La hidroxiclороquina también puede causar retinopatía, y en casos muy evolucionados como maculopatía en ojo de buey, así mismo pérdida de la visión (Garralda, 2008).

El signo más temprano de toxicidad puede ser la presencia asintomática de pigmento granular perifoveal asociado a pérdida del brillo foveal. Esto puede progresar a alteraciones pigmentarias más prominentes o a la configuración de "ojo de buey". La periferia de la retina también puede presentar una granularidad pigmentaria no específica asociada a una pérdida del reflejo foveal. En casos avanzados de toxicidad la apariencia de la retina puede parecer una degeneración tapetoretiniana avanzada con degeneración pigmentaria difusa, palidez del nervio óptico y atenuación vascular, dando una apariencia similar a la observada en pacientes con retinitis pigmentosa (Regillo, 2009).

9. OBJETIVOS

9.1 Objetivo general

Construcción del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma Cromático para el servicio de Electrofisiología Ocular de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle.

9.2 Objetivos específicos

- Estandarizar los pasos del Protocolo del examen Electrorretinograma cromático con base en la ISCEV (The International Society for Clinical Electrophysiology of vision) para adaptarlo al equipo Monpack 3.
- Elaborar un instructivo de bioseguridad específico para la realización del examen Electrorretinograma cromático.
- Realizar una prueba piloto con 10 pacientes de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle, aplicando el protocolo del examen Electrorretinograma Cromático, verificando su correcta secuencia en la práctica rutinaria.

10. METODOLOGIA Y MATERIALES

10.1 Metodología

Se estandarizó, construyó y verificó cada uno de los pasos del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma cromático para el servicio de Electrofisiología ocular de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle con los parámetros establecidos por la ISCEV acudiendo a los siguientes pasos:

1.Preparación del equipo

- Limpieza y desinfección del equipo Monpack 3 y de los electrodos

2.Preparación del paciente

- Indicaciones previas
- Dilatación pupilar
- Iluminación fotópica
- Anestesia tópica
- Colocación de electrodos
- Ubicación del paciente
- Fijación

3.Registros del ERG Cromático

- Luz blanca
- Luz roja
- Luz verde
- Luz azul

4.Análisis y entrega de resultados

- Mapa de Ondas
- Grupo promedio

Este protocolo fue aplicado a 10 pacientes con una edad mayor a 36 meses que acudieron a la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle a practicarse el examen de Electrorretinograma cromático, así mismo se realizó una revisión sistemática de los pasos fundamentales de bioseguridad según el protocolo de las conductas básicas en bioseguridad elaborado por el Ministerio de Salud en el año de 1997.

10.2 Materiales

Los materiales que se utilizaron para la realización del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma cromático de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle fueron los siguientes:

- Equipo Monpack 3.

11. EQUIPO MONPACK 3

El equipo Monpack 3 es un estimulador multifuncional que combina un único sistema compacto, para la evaluación de la función visual. El único estimulador con un diseño innovador, que utiliza el sistema Ganzfeld para realizar el EOG, ERG, VEP, ERG patrón, y mfERG. El Monpack 3 es compatible con los estándares internacionales de electrofisiología de la ISCEV (Metrovisión, 2011).

Debido a que la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle cuenta con este equipo, el protocolo del examen Electrorretinograma cromático se rige bajo los parámetros y especificaciones técnicas de éste, de tal modo es importante que el examinador tenga conocimiento de todo lo referente al mismo (Figura 20).



Figura 20. Equipo Monpack 3.

Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

El Monpack 3 incluye un sistema único de estimulación visual:

- En el centro alta resolución, alta luminancia, alta frecuencia.
- En la periferia 4 paneles de iluminación con una luz blanca, roja, verde y azul.

Parámetros del estímulo Ganzfeld: Luminancia de fondo: 0, 1, 10, 30, 100 cd/m², Intensidad máxima: 2.0cd·s m².

11.1 Características

- Alta iluminación 400cd/m² que permite obtener respuestas de gran amplitud, calidad óptima y tiempos reducidos de examinación.
- Control de la luminancia periférica, la cual elimina la contaminación de la señal en la toma de los registros con adaptación a la oscuridad.
- Distancia de estimulación ojo-pantalla de 30cm.
- Video: El Monpack 3 incluye 2 cámaras de video infrarrojo, de alta resolución.
- Dimensiones y peso del equipo: El peso del equipo es de 41,8 kilos.
- El monitor debe ser usado en un ambiente fresco, libre de polvo, y seco.

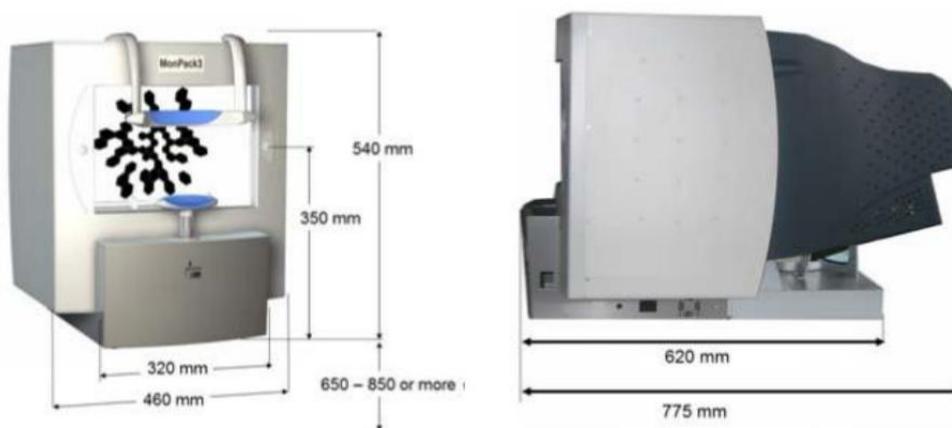


Figura 21. Dimensiones del equipo Monpack 3.

Fuente: Metrovisión, 2009.

11.2 Programa “vision monitor system”

A continuación se mostrará toda la información necesaria para operar el programa que utiliza el Monpack 3, sus diferentes modos y opciones de uso.

11.2.1 Encendiendo el sistema

1. Luego de encender el computador se debe hacer click en el icono “Vision Monitor” que aparecerá en el escritorio.
2. Se abrirá la ventana principal, del “Vision Monitor” y se mostrarán diferentes iconos que corresponden a los diferentes test que se pueden realizar con este sistema (Figura 22).

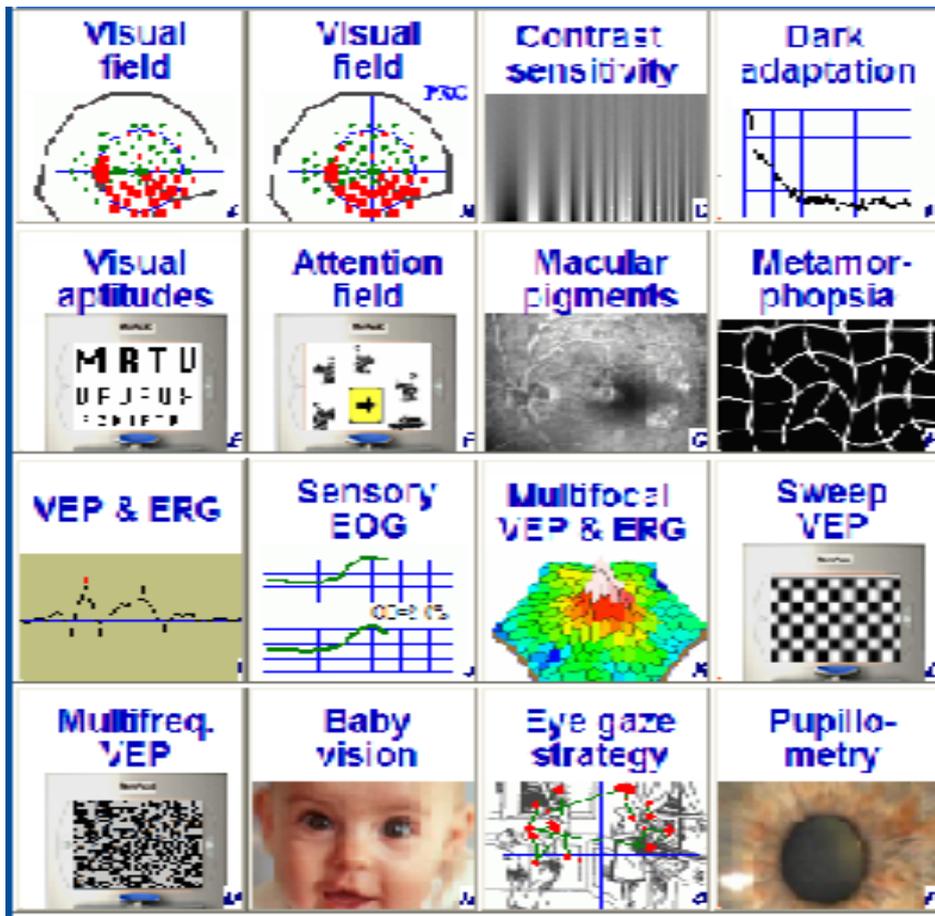


Figura 22. Ventana principal de “Vision Monitor”

Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

11.2.2 Menú de examinación

- Hacer “click” en uno de los iconos que se muestran en la ventana principal anterior, para el ERG Cromático, hacer click en “VEP & ERG” la pantalla lo direccionara a las demás opciones de los test y a los diferentes registros.

La figura 23 muestra la opción que debemos usar para realizar el ERG Cromático.

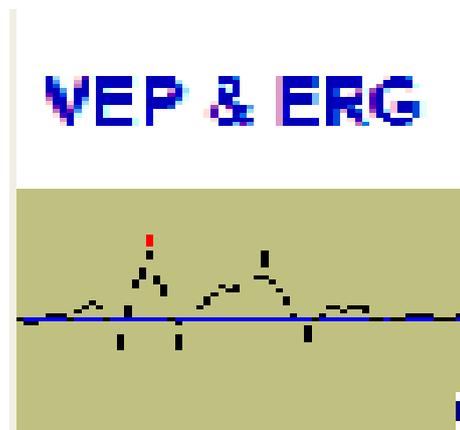


Figura 23. Icono para ingresar al examen de ERG.
Fuente: Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle.

- Para ingresar a realizar el exámen ERG Cromático hacer click en “ISCEV ERG” (Figura 24).

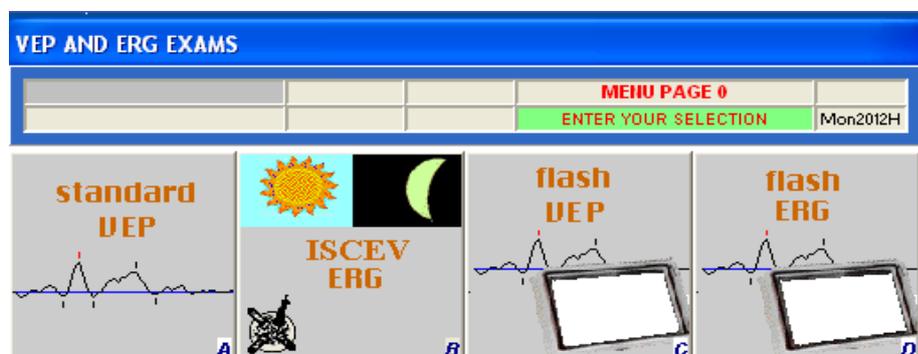


Figura 24. Icono para ingresar al ERG Cromático.
Fuente: Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle, 2014.

- Luego será direccionado a esta ventana donde aparecen los diferentes registros, para el ERG Cromático utilizaremos los siguientes: (Figura 25).

- ERG cone: White flash
- ERG cone: red flash
- A-ERG-GREN
- A-ERG-BLUE

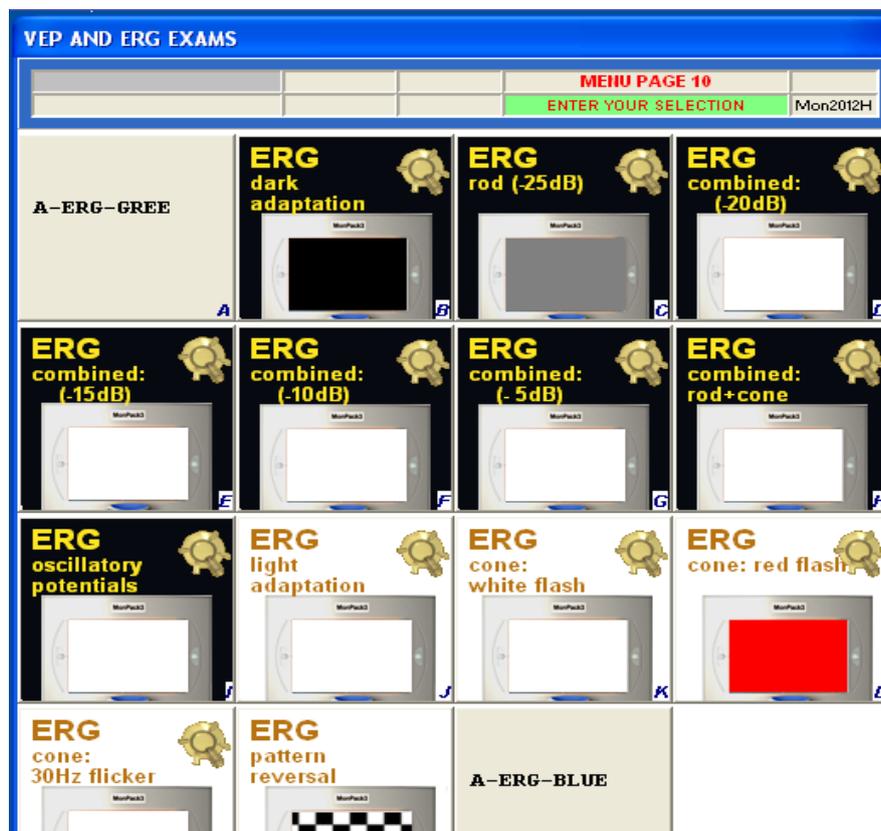


Figura 25. Registros para el ERG Cromático.

Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

- Seguidamente aparecerá la ventana luego de dar click en el registro, en este caso será el registro de luz blanca, (Figura 26).



Figura 26. Registro de color blanco del ERG Cromático.
Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

11.2.3 Barra de control

La siguiente imagen que se encuentra en la ventana principal es la barra de control (Figura 27).



Figura 27. Barra de control.
Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014

Los 3 botones de la derecha, permiten abrir 3 ventanas con información adicional:

- **Ayuda online del “Vision Monitor”**



Esta ayuda provee información instantánea acerca del “Vision Monitor” que exámenes están disponibles, que hacer en caso de

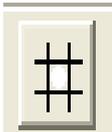
un problema, o como preparar el sistema antes de un examen.

- **Información del paciente**



Esta ventana contiene toda la información del paciente. Para ingresar más información, antes del examen hacer click  en el comando de la barra de navegación.

Para modificar la información del paciente, cuando un resultado es mostrado en la pantalla, se debe dar click en “ANALYSIS” e “informationonpatient”



- **Vigilancia de la mirada por video**

Esta ventana muestra el video del ojo del paciente, hacer doble click en la pantalla incrementará el tamaño de la imagen, si el Monpack 3 está dotado de más de 1 cámara, haciendo click en el botón se podrá cambiar de una a otra (Figura 28).

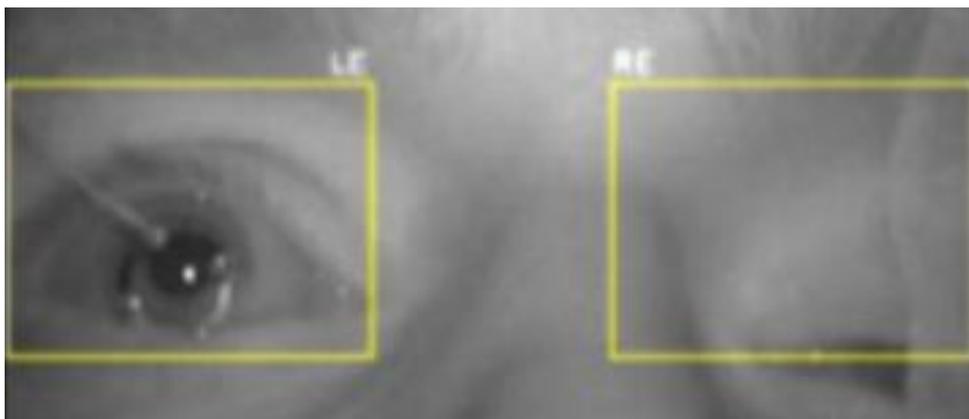


Figura 28. Vigilancia por video.

Fuente: Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle, 2014.

Los botones que están localizados a la izquierda tienen las siguientes funciones:



Para ingresar a los resultados de exámenes previos.



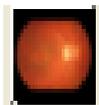
Para copiar la imagen de una ventana seleccionada al portapapeles.



Para cambiar preferencias.



Para escribir un reporte de la examinación.



Para importar una fotografía en la base de datos de los resultados.

11.2.4 Control de navegación

Para ir a través de los diferentes pasos del programa use la barra de navegación localizada en la parte inferior de la ventana principal (Figura 29).



Figura 29. Control de navegación.

Fuente: Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle, 2014.

- El modo actual del examen se encuentra en color amarillo.
- Los modos que pueden ser seleccionados se encuentran en color verde.

11.2.5 Control de calidad

El programa ofrece un resumen de toda la información relativa a la calidad del examen. La calibración del equipo, las respuestas registradas, son controladas para garantizar la máxima exactitud del equipo. La información es mostrada en diferentes colores:

- Verde si la calidad es satisfactoria.
- Rojo si algún problema fue detectado.
- Gris si la evaluación de la calidad no se realizó (Figura 30).



Figura 30. Control de calidad.

Fuente: Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle, 2014.

11.2.6 Vista previa de la impresión

La ventana de vista previa puede ser usada para definir el contenido de las páginas a imprimir. El camino más fácil para definir el contenido de la página a imprimir es utilizar la herramienta, arrastrar y soltar. Se arrastran los resultados deseados de la ventana "Results of search" a la ventana "Printerpreview". La siguiente imagen muestra los registros del ERG Cromático listo para imprimir (Figura 31).

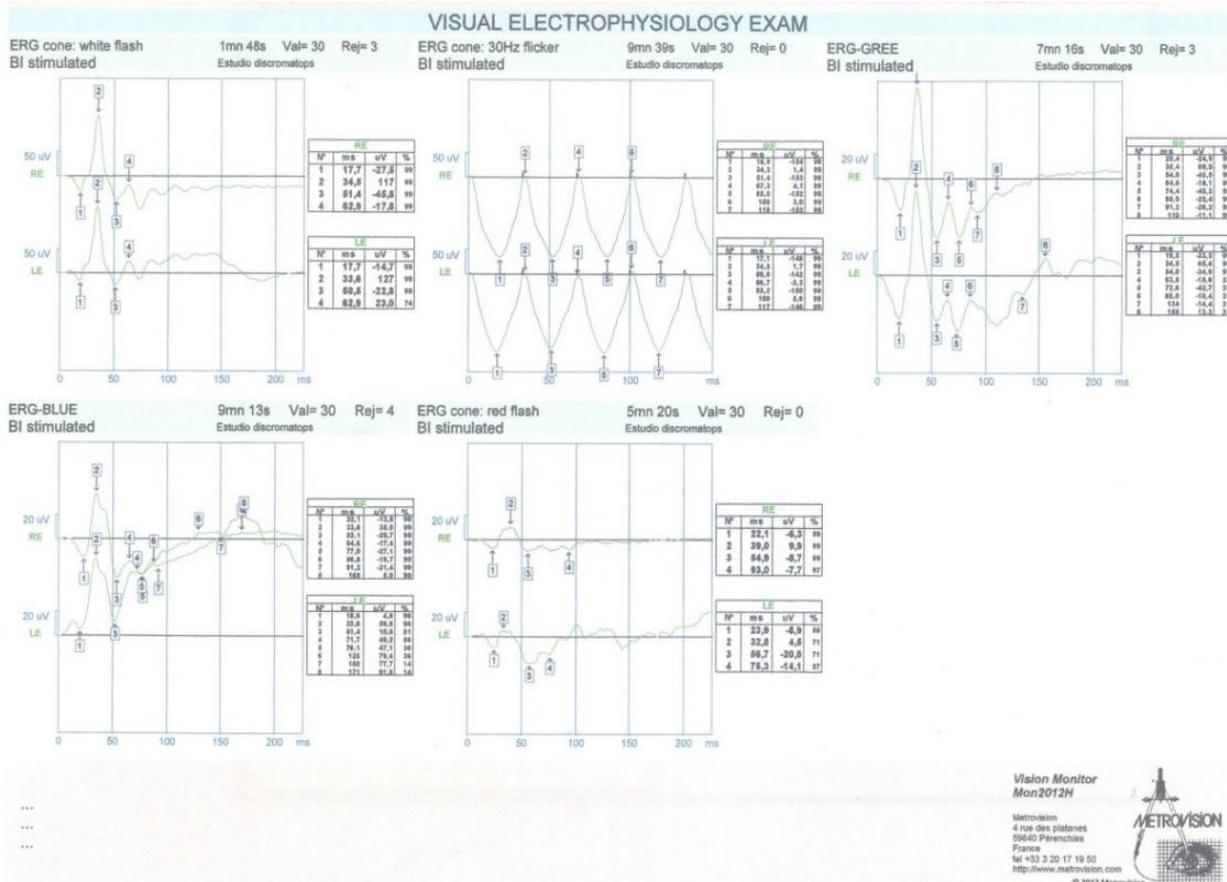


Figura 31. Vista de impresión del registro obtenido del ERG Cromático.
Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

11.2.7 Información del paciente

- Antes de iniciar el examen, es necesario indicar los datos del paciente y el ojo a examinar. Esta imagen puede ser ingresada en el computador luego de hacer click en el botón de la barra de navegación.
- La fecha de examinación es definida automáticamente por el programa.
- La fecha de nacimiento debe ser ingresada con el mismo formato de la fecha de examinación.
- Para identificar el ojo estimulado, solo haga click en el botón  hasta que la elección apropiada sea mostrada.

- Haga click en el botón “OK” cuando la forma de identificación este completo.
- La información del paciente siempre será mostrada cuando se de click en el botón localizado en la barra de control: ID.

La figura 32 muestra la ventana de “información del paciente”

Informations on patient

Patient's Name

File's number

Date of birth

Date of exam

Stimulated eye 

Correction

Observations 

RECOVER OK

Figura 32. Información del paciente.

Fuente: Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle, 2014.

12. RESULTADOS

12.1 PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICO DEL EXAMEN ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO DE LA CLINICA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE, PASOS PRINCIPALES DE BIOSEGURIDAD.

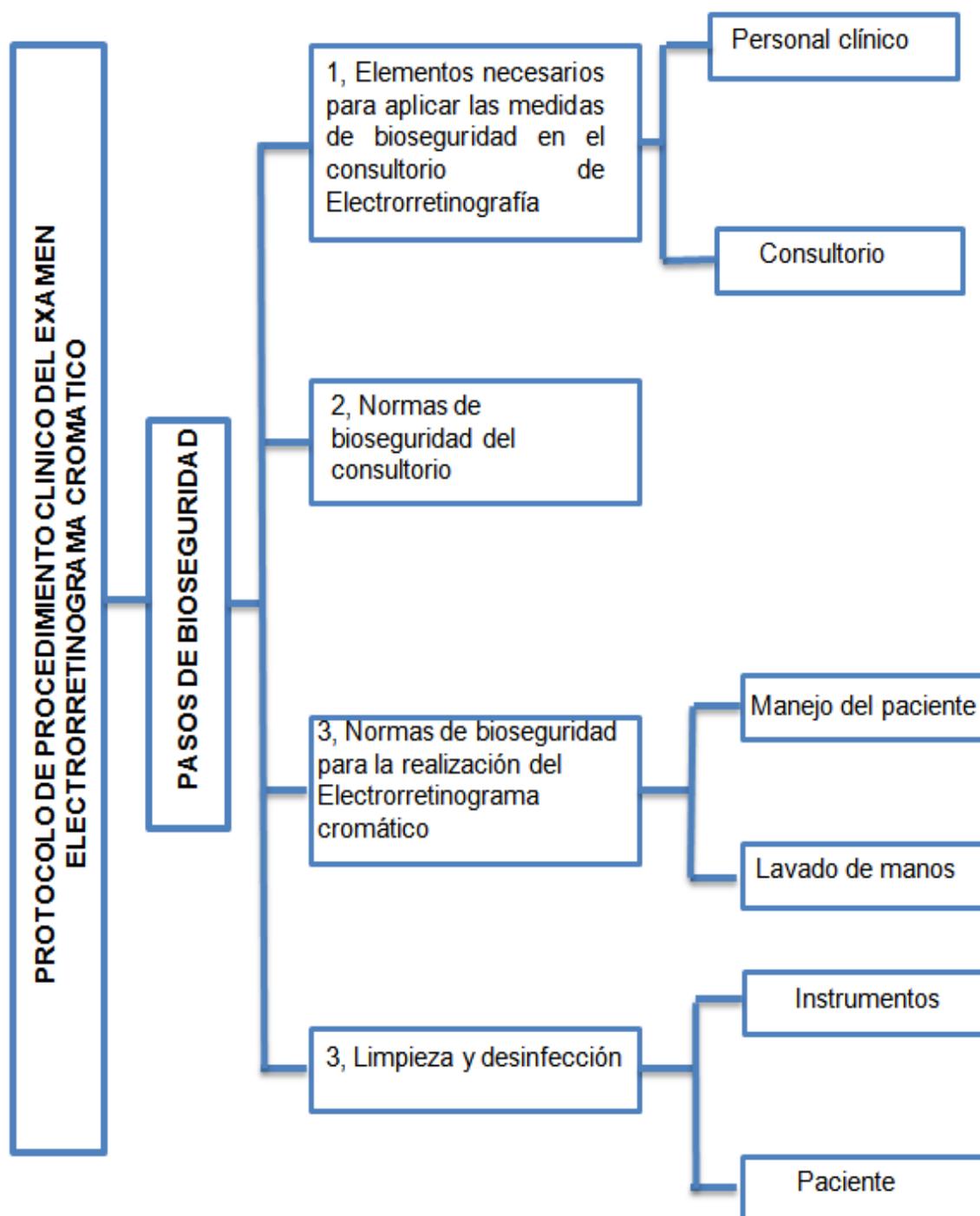
BIOSEGURIDAD

La Bioseguridad se define como el conjunto de medidas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la salud y seguridad de trabajadores de la salud, pacientes, visitantes y el medio ambiente (Ministerio de Salud, Colombia. 1997).

Las normas generales de bioseguridad en los consultorios, así como la clasificación de residuos hospitalarios y similares y el mantenimiento adecuado de los medicamentos diagnósticos, se encuentran en el manual de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle.

El siguiente cuadro muestra los pasos principales de Bioseguridad para la realización del examen Electrorretinograma Cromático en la Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle (Tabla 6).

Tabla 6. Pasos principales de Bioseguridad.



Fuente: Elaboración propia.

12.1.1 Elementos necesarios para aplicar las medidas de bioseguridad en el consultorio de Electrorretinografía

Personal clínico

- Bata.
- Tapabocas.
- Lavado de manos antes y después del procedimiento con jabón antibacterial líquido y secarse con una toalla desechable frente al paciente.
- En caso de que el Optómetra presente una enfermedad contagiosa, este deberá utilizar tapabocas y guantes.
- Desinfectar los electrodos antes y después de realizar el examen, frente al paciente.

Consultorio

- Algodón.
- Gasas.
- Toallas de papel.
- Pañuelos desechables.
- Jabón líquido antibacterial.
- Alcohol.
- Yodopovidona u otro desinfectante.
- Caneca roja y verde con pedal.
- Lavamanos.

12.1.2 Normas de bioseguridad del consultorio

- El consultorio debe estar en óptimas condiciones de higiene. Las condiciones de temperatura, iluminación y ventilación del consultorio deben ser confortables y adecuadas.

- Evitar deambular con los elementos de protección personal fuera de su área de trabajo.
- Todo equipo que requiera reparación técnica debe ser llevado a mantenimiento, previa desinfección y limpieza por parte del personal encargado del mismo.
- Poseer ventilación indirecta mediante rejillas laterales, que tenga función de antiempañantes.
- No es permitido fumar, ni comer en el sitio de trabajo.

12.1.3 Normas de bioseguridad para la realización del Electroretinograma cromático

Manejo del paciente

- Es necesario explicarle al paciente en un lenguaje sencillo el procedimiento que se va a realizar.
- Procurar estar pendiente del procedimiento que se le realizará al paciente, en especial al momento de colocar los electrodos, con el fin de evitar accidentes de trabajo.

Lavado de manos

Es indispensable y/o necesario el lavado de manos antes y después de realizar el procedimiento, con el fin de disminuir el riesgo de infecciones que puedan afectar la salud no solo del paciente, sino del personal en ejecución. Por ejemplo:

- Antes de iniciar el examen.
- Antes de realizar procedimientos invasivos, como el de situar los electrodos en el paciente.
- Antes y después de atender pacientes especialmente susceptibles de contraer infecciones tales como: Inmunocomprometidos, recién nacidos, ancianos y pacientes de alto riesgo.

- Antes y después de manipular heridas.
- Después de estar en contacto con secreciones.
- Al finalizar el examen.

Técnica para el lavado de manos de rutina

1. Retirar todos los objetos que se tengan en las manos como por ejemplo anillos, relojes, pulseras, etc.
2. Humedecer las manos y aplicar 5 c.c. de jabón antiséptico; frotando vigorosamente dedo por dedo, haciendo énfasis en los espacios interdigitales.
3. Frotar palmas y dorso de las manos, cinco (5) cm por encima de la muñeca.
4. Enjuague las manos con abundante agua para que el barrido sea efectivo.
5. Finalice secando con toalla desechable. (Ministerio de Salud, Colombia. 1997)

12.1.4 Limpieza y desinfección

Instrumentos

- Es indispensable limpiar con un pañuelo desechable con alcohol antiséptico la frentonera y la mentonera del Monpack-3, con el fin de evitar el polvo, antes y después de realizar el examen.
- En cuanto a los electrodos que no son desechables, es preciso la limpieza y desinfección de estos para evitar la difusión de alguna enfermedad. Los electrodos son elementos semicríticos, ya que entran en contacto con la mucosa del ojo, estos deben ser desinfectados con solución de Yodopovidona al 5% antes y después de ponerlos en contacto con la córnea. La limpieza se debe realizar al terminar el examen con cada paciente (*ver pag. 85*).

Paciente

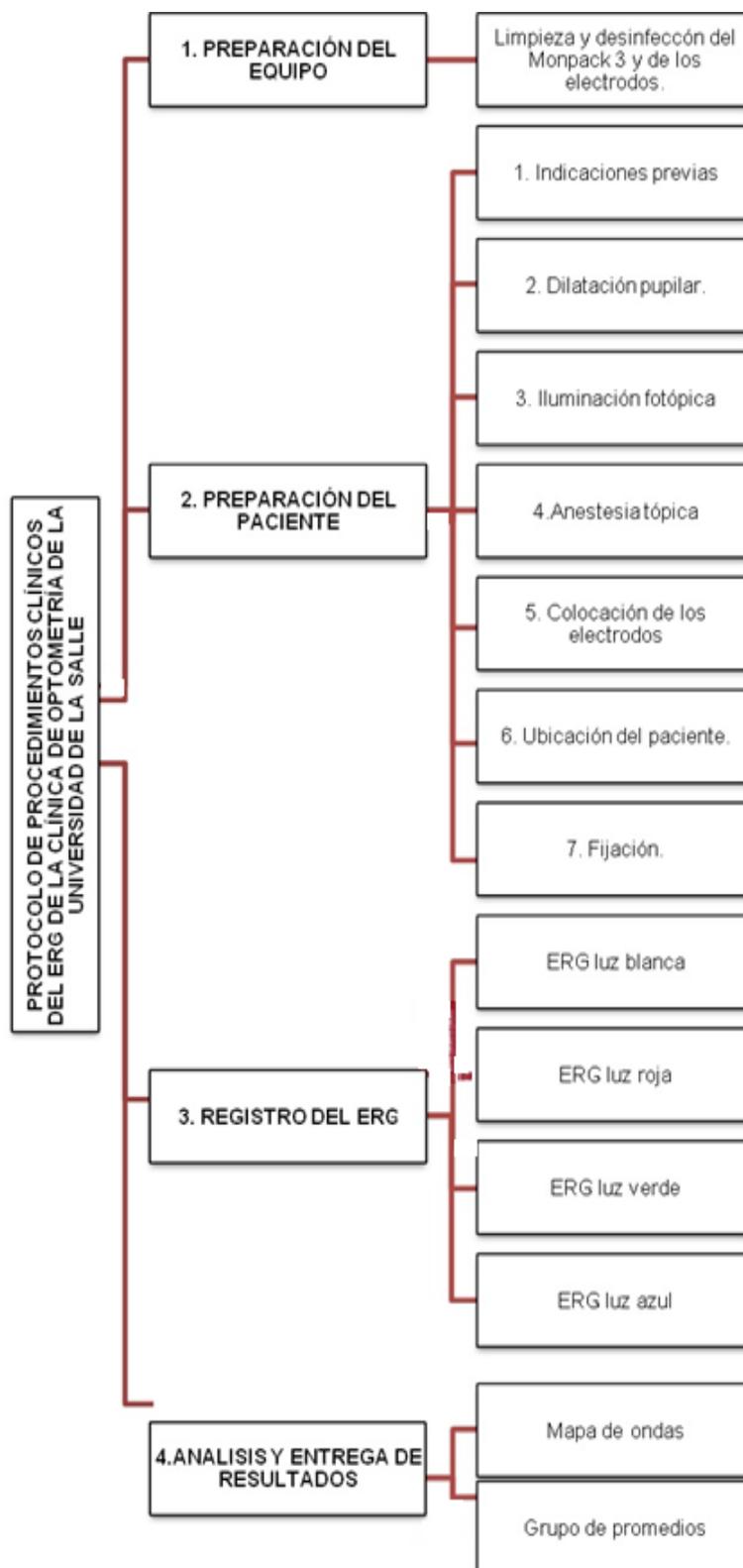
- Se debe realizar una limpieza exhaustiva de la piel del paciente, mediante un jabón abrasivo cutáneo utilizando una gasa estéril antes de colocar los electrodos que estarán en contacto con la piel, así mismo realizar limpieza después de la realización del examen en las zonas donde fueron colocados los electrodos, de tal modo que se elimine los residuos del gel conductor.
- No colocar los electrodos en heridas abiertas o con secreciones.
- En caso de que haya un accidente (riesgo biológico), se debe enjuagar completamente el ojo con suero fisiológico.

12.2 PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICO DEL EXAMEN ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO DE LA CLINICA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Para la realización de los procedimientos clínicos y preparación del paciente se tuvo en cuenta los protocolos de ISCEV.

En la tabla 7 se muestra los pasos que se tuvieron en cuenta para la realización del protocolo de procedimiento clínico del examen Electrorretinograma Cromático para la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle.

Tabla 7. Pasos para la realización del protocolo de procedimiento Clínico del examen Electrorretinograma Cromático de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle.



Fuente: Castillo, 2011.

12.2.1 Preparación del equipo

El procedimiento comienza encendiendo el equipo MonPack 3, posteriormente se prende el computador para iniciar en el programa y a continuación se inicia la preparación del paciente.

12.2.2 Limpieza y desinfección del Equipo Monpack y de los electrodos

Primero se debe realizar limpieza principalmente la frentonera y la mentonera del equipo Monpack 3 con un paño húmedo con alcohol antiséptico, así mismo de los electrodos a usar en el procedimiento, los electrodos que no son desechables se les debe realizar una limpieza y desinfección para evitar la difusión de alguna enfermedad, ya que estos son elementos semicríticos y entran en contacto con la piel y con el ojo y deben ser desinfectados con solución de Yodopovidona 5% antes de ponerlos en contacto con el paciente y después de finalizado el exámen.

El electrodo tipo lente de contacto se pone sobre el grifo y se sostiene tapando en conducto que está en la cara anterior del lente que va en contacto con los cables eléctricos para que no pase el agua allí, seguidamente se aplica 3 gotas de solución de Yodopovidona 5% por la cara posterior del lente y se realiza un suave masaje con la yema de los dedos, por último se retira la solución de Yodopovidona con agua y se deja secar por sí solo.



Figura 33. Electrodo tipo lente de contacto
Fuente: Universidad de La Salle, 2014.

12.2.3 Preparación del paciente

12.2.3.1 Indicaciones previas

- Las indicaciones previas son dadas por el profesional que realizará el examen correspondiente al paciente o en caso de ser menor de edad, al acudiente.
- Realizar un examen ocular con la Lámpara de Hendidura, para evaluar el ángulo camerular, así como la integridad corneal con un fluorograma. Si existe alguna alteración de la córnea, (queratitis, abrasiones o ulceraciones) el examen debe posponerse.
- El paciente debe venir acompañado y sin maquillaje.
- Es una técnica binocular.
- El exámen tiene una duración de 7 minutos.
- Si son menores de edad deben ir acompañados de una persona adulta.
- Se le explica al paciente que es un test no invasivo, que se colocan electrodos, uno en la frente, uno en cada reborde orbitario temporal y uno en cada ojo, seguidamente serán mostrados estímulos los cuales necesitan de concentración y colaboración de él.
- Se debe realizar una limpieza con crema exfoliante en una gasa estéril para retirar la grasa que haya donde van a ser colocados los electrodos y así evitar ruidos en los registros a obtener (Figura 34).



Figura 34. Crema exfoliante.

Fuente: Vargas, 2011.

12.2.3.2 Dilatación pupilar

- La pupila de ambos ojos debe estar completamente dilatada.
- Se debe dilatar ambos ojos con Tropicamida 0.5 % antes de iniciar la prueba.

12.2.3.3 Iluminación fotópica

- El exámen Electrorretinograma Cromático no requiere adaptación a la oscuridad, por lo cual se debe realizar en un cuarto con iluminación y tranquilo para que la atención del paciente sea buena y no haya distracción durante la prueba.
- Se realiza bajo condiciones fotópicas.

12.2.3.4 Anestesia tópica

La anestesia tópica utilizada para la dilatación pupilar es Tropicamida al 0.5%, se instila una gota en cada ojo.

La Tropicamida relaja el músculo esfinteriano del iris y el de la acomodación, la midriasis comienza a los 20 o 30 minutos y puede permanecer sólo durante 2 a 7 horas dilatado. Está indicada como midriático para exploraciones diagnósticas, como medida de errores de refracción y examen de fondo de ojos. También se utiliza para inducir midriasis pre y posoperatoria (Alió, 2006).

Reacciones Adversas: Pueden aparecer signos de absorción sistémica: torpeza, inestabilidad, confusión, taquicardia, alucinaciones, alergia en piel, somnolencia, cansancio o debilidad no habitual. Aumento de la fotosensibilidad ocular, visión borrosa.

Contraindicaciones: Epilepsia, lesión cerebral, síndrome de Down, glaucoma de ángulo cerrado, parálisis espástica (Alió, 2006).

12.2.3.5 Ubicación de los electrodos

- En el amplificador

La ubicación de los electrodos en el amplificador y en el paciente se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8. Ubicación de electrodos en el amplificador y en el paciente.

AMPLIFICADOR DE ENTRADA	POSICION DEL ELECTRODO	TIPO DE ELECTRODO	FUNCION
Channel 1- Azul	Canto externo derecho	Cúpula	Electrodo de referencia
Channel 2- Azul	Canto externo izquierdo	Cúpula	Electrodo de referencia
Channel 1+ Rojo	Ojo derecho	Lente de contacto reutilizable	Electrodo activo
Channel 2+ Rojo	Ojo izquierdo	Lente de contacto reutilizable	Electrodo activo
Neutral Negro	Frente	Cúpula	Electrodo de tierra

Fuente: Elaboración propia.



Figura 35. Amplificador.

Fuente: Clínica de Optometría, Universidad de la Salle, 2014.

- **En el paciente**

Se deben colocar primero los electrodos de tierra y referencia, y por último los electrodos de registro. Antes de colocar el electrodo se debe realizar una limpieza exhaustiva de la piel mediante una crema exfoliante donde se colocarán los electrodos de referencia y el electrodo de tierra, además la superficie de la córnea debe estar protegida con una solución iónica no irritante y no alergénico, carboximetilcelulosa 2%.

- **Electrodo de tierra o de masa:** Se coloca en la frente del paciente.
- **Electrodos de referencia o pasivo:** Se colocan en el borde orbitario temporal de cada ojo.
- **Electrodo de registro o activo:** Se inserta directamente en la córnea, luego de que esta esté anestesiada. Este electrodo tipo lente de contacto es reutilizable.

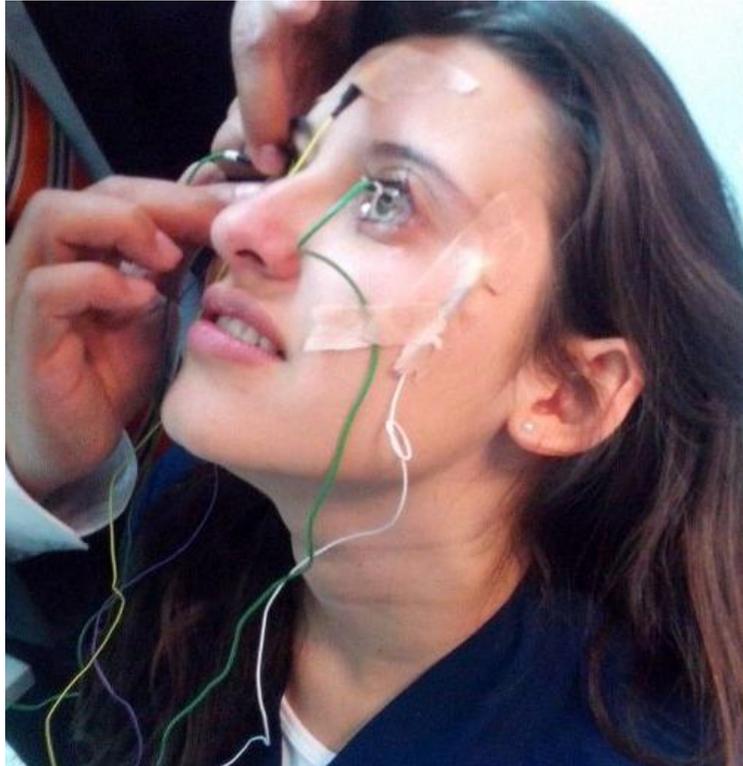


Figura 36. Ubicación correcta de electrodos en el paciente.
Fuente: Clínica de Optometría, Universidad de La Salle, 2014.

12.2.3.6 Ubicación del paciente

Se ubica al paciente cómodamente sentado, mirando derecho al frente a la pantalla del sistema “MonPack 3”, a una distancia de 50 cm.

12.2.3.7 Fijación

Un punto de fijación debe ser incorporado en la cúpula donde se aplican los estímulos. Un ojo estable es importante para que los movimientos oculares no alteren la posición del electrodo corneal, no se producen impulsos eléctricos indeseados, ni se obstaculiza el paso de la luz por el electrodo o los párpados.

En pacientes que no pueden ver el punto de fijación pueden ser instruidos para mirar derecho al frente y mantener los ojos en un solo lugar.

12.2.4 Registro del Electrorretinograma Cromático

12.2.4.1 Registro de Luz blanca

La emisión con luz blanca de campo difuso tiene como propiedad física principal que aglutina todas las longitudes de onda del espectro visible. Su importancia clínica radica en el hecho que, los registros obtenidos con esta emisión, representan la actividad eléctrica basal de los conos. Sus parámetros son **referentes comparativos** con los demás registros obtenidos en diferentes longitudes de onda; es decir, los resultados conseguidos empleando emisiones cromáticas deben “parecerse” al registro obtenido con luz blanca (Figura 37).



Figura 37. Registro de luz blanca.

Fuente: Clínica de Optometría, Universidad de la Salle, 2014.

12.2.4.2 Registro de Luz roja

La emisión con luz roja de campo difuso (650 – 750 nm) tiene la propiedad de hiperpolarizar los conos sensibles a esta longitud de onda. Su importancia radica en la capacidad de aislar dichos fotorreceptores y poder detectar si

codifican adecuadamente estas emisiones. Si la amplitud de los componentes del registro están por debajo de los valores estándar o su morfología es reducida en comparación con los registros obtenidos con luz blanca, puede diagnosticarse *protanomalia* o *protanopia* (Figura 38).



Figura 38. Registro de luz roja.

Fuente: Clínica de Optometría, Universidad de la Salle, 2014.

12.2.4.3 Registro de Luz verde

La emisión con luz verde de campo difuso (470 – 590 nm) tiene la propiedad de hiperpolarizar los conos sensibles a esta longitud de onda. Su importancia radica en la capacidad de aislar dichos fotoreceptores y poder detectar si codifican adecuadamente estas emisiones. Si la amplitud de los componentes del registro están por debajo de los valores estándar o su morfología es reducida en comparación con los registros obtenidos con luz blanca, puede diagnosticarse *deuteranomalia* o *deuteranopia*. (Figura 39).



Figura 39. Registro de luz verde.

Fuente: Clínica de Optometría, Universidad de la Salle, 2014.

12.2.4.4 Registro de Luz azul

La emisión con luz azul de campo difuso (420 – 470 nm) tiene la propiedad de hiperpolarizar los conos sensibles a esta longitud de onda. Su importancia radica en la capacidad de aislar dichos fotorreceptores y poder detectar si codifican adecuadamente estas emisiones. Si la amplitud de los componentes del registro están por debajo de los valores estándar o su morfología es reducida en comparación con los registros obtenidos con luz blanca, puede diagnosticarse *tritanomalía* o *tritanopia* (Figura 40).



Figura 40.Registro de luz azul.

Fuente: Clínica de Optometría, Universidad de la Salle, 2014.

12.2.5 Análisis y entrega de resultados

12.2.5.1 Mapa de ondas

a. Registro obtenido con luz blanca

El registro obtenido con luz blanca para ambos ojos en condiciones fotópicas, muestra la morfología esperada que aparece en la figura 41. El registro está compuesto de dos elementos: la actividad eléctrica en forma de ondas y los resultados –en ms milisegundos; μV microvoltios- están dispuestos en dos tablas. Las ondas aparecen una sobre la otra; la superior representa el ojo derecho RE y la inferior el izquierdo LE. Las tablas también están en ese orden correspondiente. Cada onda está compuesta a su vez por sus componentes: onda a –primera depresión- y onda b –segunda en elevación-. Tanto las amplitudes –en μV - como las latencias –en ms- pueden determinarse empleando la información de las tablas.

La amplitud de la onda a se mide desde la línea media hasta el punto mínimo de depresión, en este caso para ojo derecho es de $-22.0\mu\text{V}$ en signo negativo

por tratarse de una onda en deflexión, su latencia es el tiempo en milisegundos que tarda en aparecer la respuesta, en este caso su latencia es de 19.5 milisegundos ms; la amplitud de la onda b se mide desde la línea media hasta el punto de mayor elevación, en este caso para ojo derecho es de 83.9uV, su latencia en este caso es de 34.5 ms. (Figura 41).

Estos valores se confrontan con los datos estandarizados por Metrovision(ver tabla 8) que da una aproximación hacia los resultados que se obtienen en los exámenes realizados.

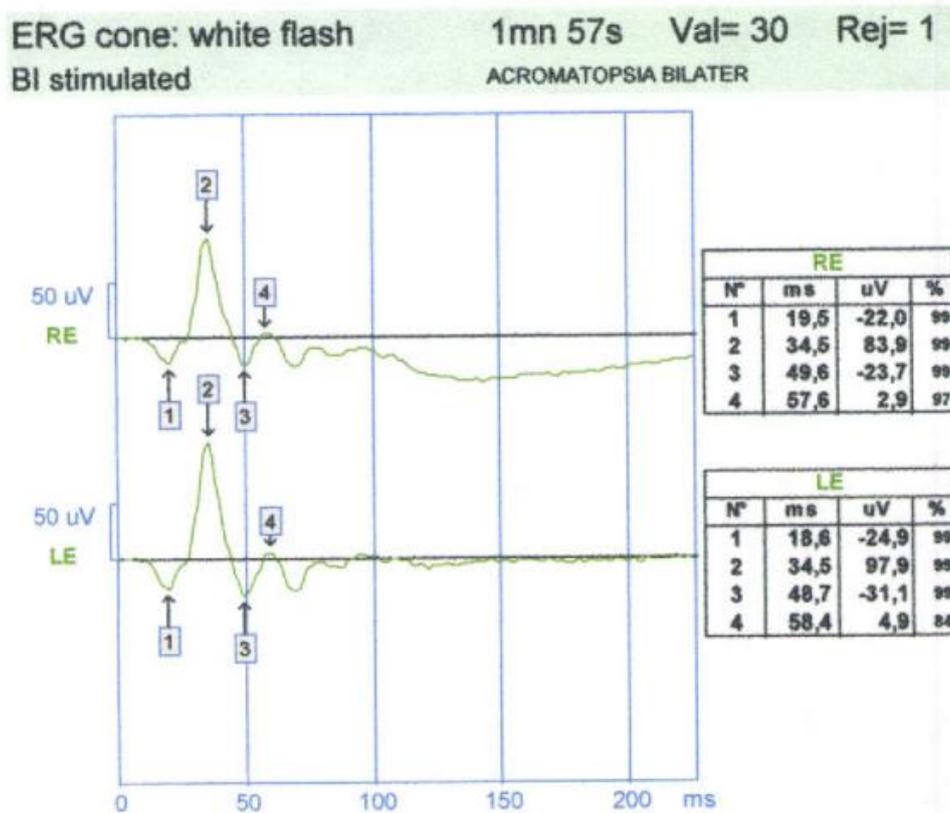


Figura 41. Mapa de ondas, registro de luz blanca.

Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

b. Registros obtenidos con luz roja, verde y azul

- Onda a

Para ojo derecho el resultado de la amplitud y la latencia de la onda a es el valor que le corresponde a cada registro (rojo, verde y azul), se tiene como

referente comparativo el resultado obtenido en el registro obtenido con luz blanca y así con los datos estándar dados por Metrovision (*ver tabla 8*).

Registro obtenido luz roja: Amplitud -9.0 uV Latencia 22.1 ms

Registro obtenido luz verde: Amplitud -19.6 uV Latencia 21.3 ms

Registro obtenido luz azul: Amplitud -9.8 uV Latencia 23.9 ms

Comparando estos valores con el registro base para el ojo derecho y los valores estándar, la amplitud se encuentra por debajo de los límites normales, por el contrario la latencia se encuentra dentro de los límites normales teniendo en cuenta que los valores estándar referentes para realizar la interpretación es una aproximación para dar un resultado.

- Onda b

Para ojo derecho la amplitud de la onda b es el resultado de superponer los registros obtenidos de los demás colores, rojo, verde y azul teniendo como referente comparativa la amplitud del registro obtenido con el color blanco (en este caso es de 83.9 uV) y los valores estándar dados por Metrovision (*ver tabla 8*), siendo de la siguiente manera: registro obtenido con luz roja 28.1 uV, registro obtenido con luz verde 54.2 uV, registro obtenido con luz azul 23.6 uV, para una amplitud final de 105.9 uV. Por el contrario, la latencia es el valor que le corresponde a cada registro obtenido, registro obtenido con luz roja 34.5 ms, registro obtenido con luz verde 36.3 ms, registro obtenido con luz azul 34.5 ms.

Comparando los resultados obtenidos de amplitud y latencia con el registro base y los valores estándar se encuentra dentro de los límites normales, teniendo en cuenta que los valores referentes para realizar la interpretación es una aproximación para dar un resultado.

De esta manera también se realiza la interpretación para el ojo izquierdo.

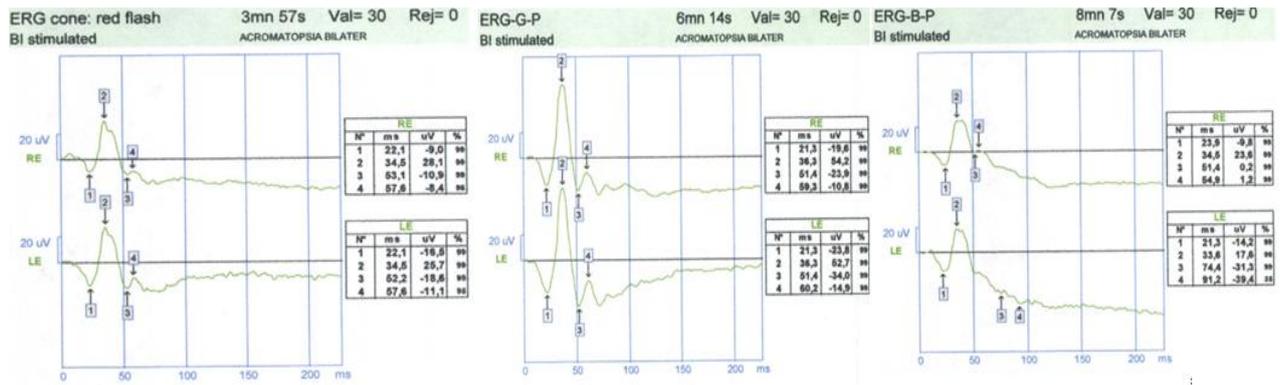


Figura 42. Mapa de ondas, registro de luz roja, verde y azul.
Fuente: Clínica de Optometría Universidad de La Salle, 2014.

12.2.5.2 Grupo de promedios

La tabla que aparece a continuación muestra una aproximación de los valores estándar para interpretar los resultados obtenidos del examen ERG Cromático en el equipo Monpack 3.

Tabla9. Interpretación de resultados del ERG

ERG Estándar	AMPLITUD ONDA A	LATENCIA ONDA A	AMPLITUD ONDA B	LATENCIA ONDA B
0 dB	30 mV +/- 5	20,5 ms +/- 1	95.5 mV +/- 10	35.5 ms +/- 3

Fuente: Metrovisión, 2011.

12.2.5.3 Interpretación de resultados

A los 10 pacientes a quienes se les realizó el Erg cromático también se les evaluó con anterioridad la visión al color con el Test de Farnsworth, el resultado de los primeros 8 fue normal, mientras que para los dos últimos la visión al color estaba alterada.

- **Paciente 1** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -27.0uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 114uV** y su latencia es de 34.5 ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-13.6	21.3
Verde	-21.3	20.4
Azul	-37.1	23.9

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	35.1	39.9
Verde	71.2	35.4
Azul	24.8	34.6
Resultado	131.1	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y verde se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz azul se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -63.5uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 89.3uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

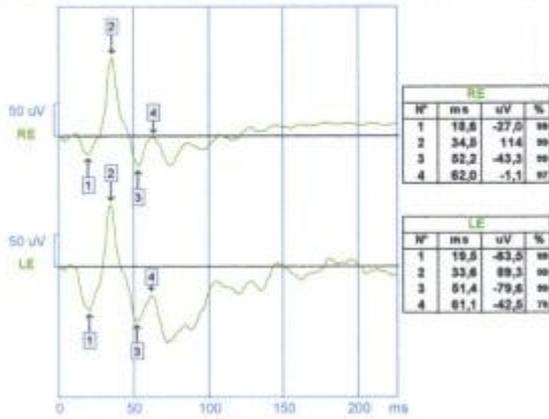
REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.9	21.3
Verde	-22.4	20.4
Azul	-50.0	20.4

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	49.5	39.0
Verde	83.9	35.4
Azul	34.1	32.5
Resultado	167.5	-

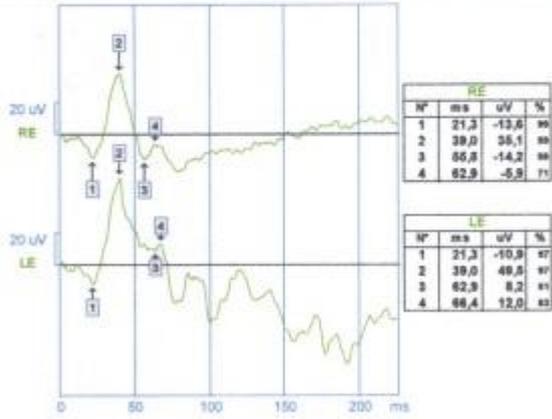
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y verde se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz azul se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

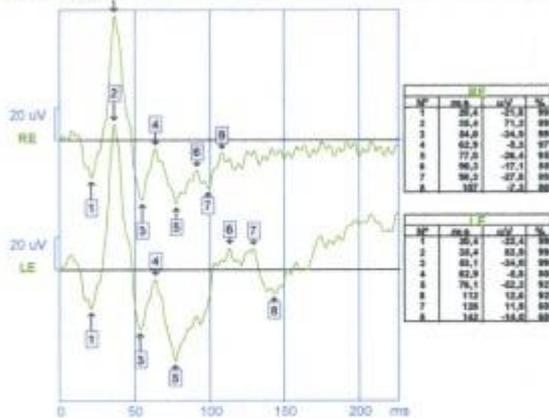
ERG cone: white flash 2mn 9s Val= 30 Rej= 2
 BI stimulated



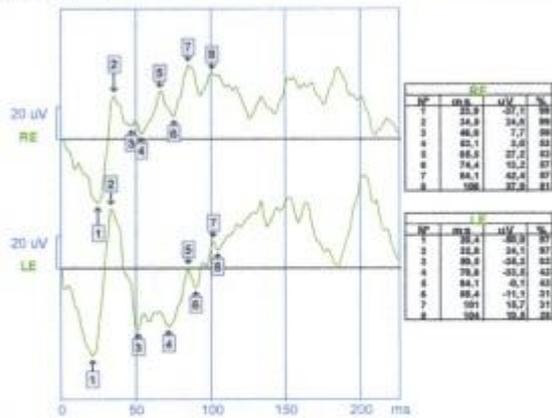
ERG cone: red flash 4mn 0s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated



ERG-GREE 5mn 49s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated



ERG-BLUE 8mn 26s Val= 30 Rej= 16
 BI stimulated



Vision Monitor Mon2012H
 Metrovision
 4 rue des platanes
 59540 Pleschain
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
 http://www.metrovision.com

- **Paciente 2** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -21.7uV** y su latencia es de 16.8ms; **amplitud onda b es 124uV** y su latencia es de 34.5 ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-6.4	19.5
Verde	-35.4	19.5
Azul	-8.8	22.1

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	37.5	19.5
Verde	65.9	36.4
Azul	30.0	37.2
Resultado	133.4	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -30.0uV** y su latencia es de 15.9ms; **amplitud onda b es 168uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.7	18.6
Verde	-26.7	19.6
Azul	-12.8	22.1

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	48.0	37.2
Verde	90.0	33.6
Azul	39.2	28.1
Resultado	177.2	-

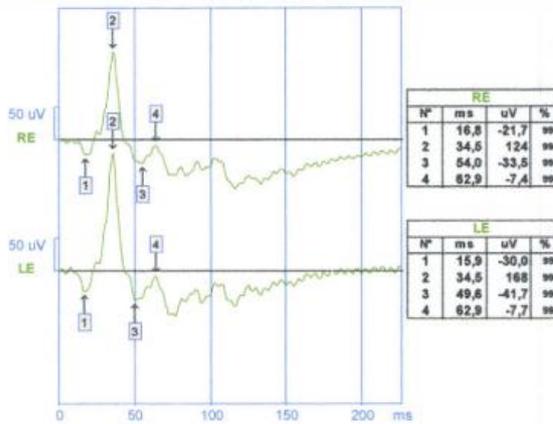
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

file number : 96041902776
 birth date : 19/04/1996

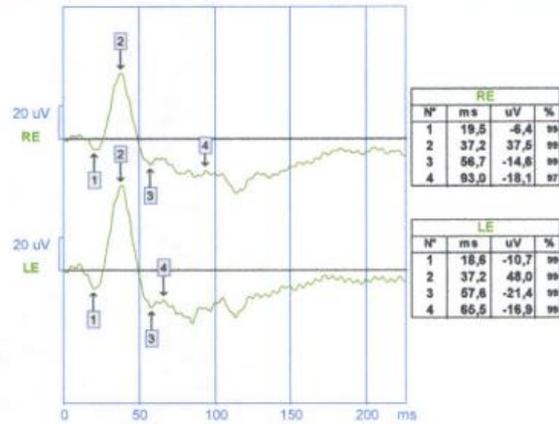
exam. date : 02/04/2014
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

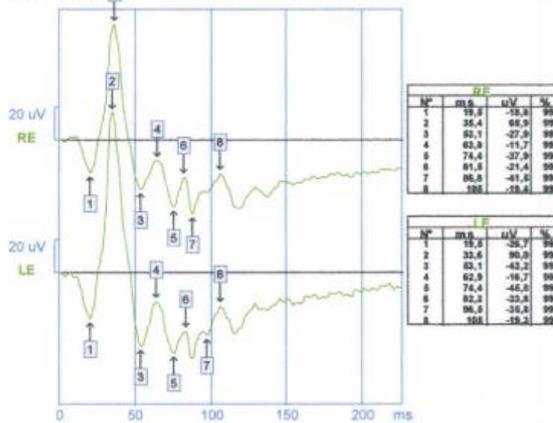
ERG cone: white flash 1mn 39s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



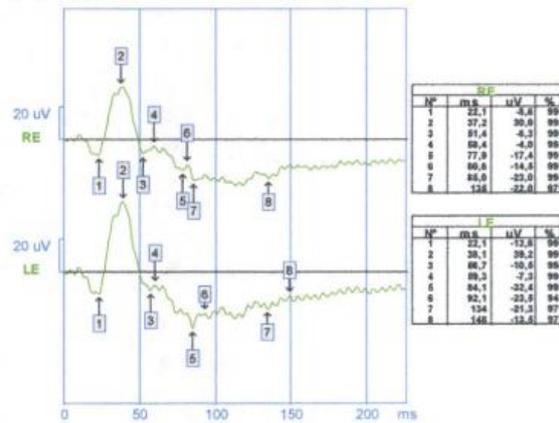
ERG cone: red flash 3mn 24s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-GREE 5mn 8s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-BLUE 6mn 56s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



...
 ...
 ...

Vision Monitor
 Mon2012H

Metrovision
 4 rue des platanes
 59640 Pârenchies
 France
 tel +33 3 20 17 10 50
 http://www.metrovision.com

© 2012 Metrovision

• **Paciente 3** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -41.7uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 98.2uV** y su latencia es de 35.4ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-13.1	22.1
Verde	-27.6	21.3
Azul	-14.4	22.7

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	26.0	36.3
Verde	89.6	36.3
Azul	22.7	36.4
Resultado	138.3	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -33.6uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 79.5uV** y su latencia es de 34.5ms.

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-4.0	20.4
Verde	-28.5	29.4
Azul	-19.3	22.1

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	42.3	37.2
Verde	52.9	37.2
Azul	16.1	34.6
Resultado	111.3	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

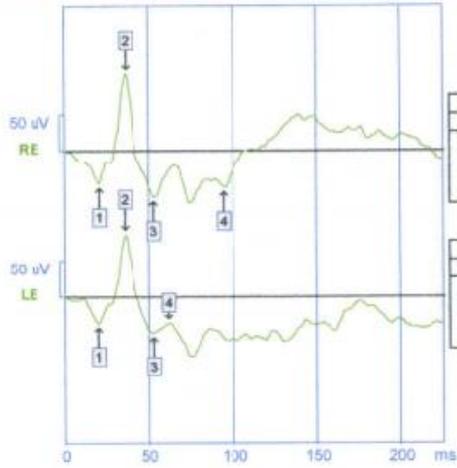
file number : 96040505358
 birth date : 05/041996*

exam. date : 02/04/2014
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

ERG cone: white flash
 BI stimulated

2mn 6s Val= 30 Rej= 2
 ERG cromatico

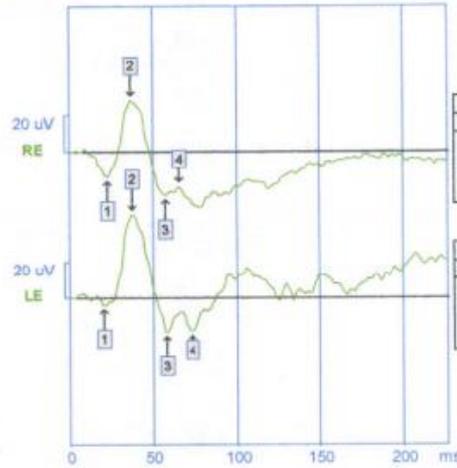


RE			
N°	ms	uV	%
1	19,5	-41,7	99
2	35,4	98,2	99
3	52,2	-59,5	99
4	93,5	-46,5	99

LE			
N°	ms	uV	%
1	18,8	-33,5	99
2	34,5	79,5	99
3	52,2	-46,1	99
4	61,1	-34,4	99

ERG cone: red flash
 BI stimulated

6mn 0s Val= 30 Rej= 1
 ERG cromatico

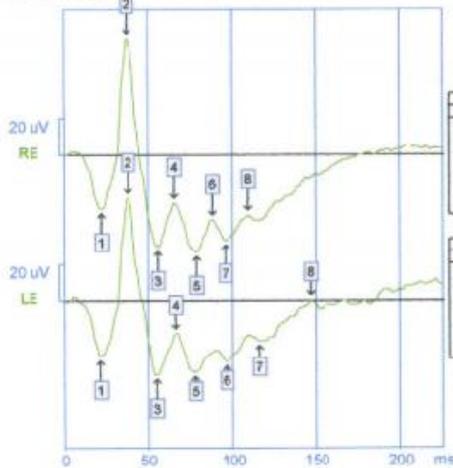


RE			
N°	ms	uV	%
1	22,1	-13,1	99
2	36,3	26,0	99
3	56,7	-22,4	99
4	84,8	-18,2	97

LE			
N°	ms	uV	%
1	20,4	-4,0	99
2	37,2	42,3	99
3	57,8	-17,8	99
4	72,8	-17,0	99

ERG-GREE
 BI stimulated

7mn 42s Val= 30 Rej= 0
 ERG cromatico

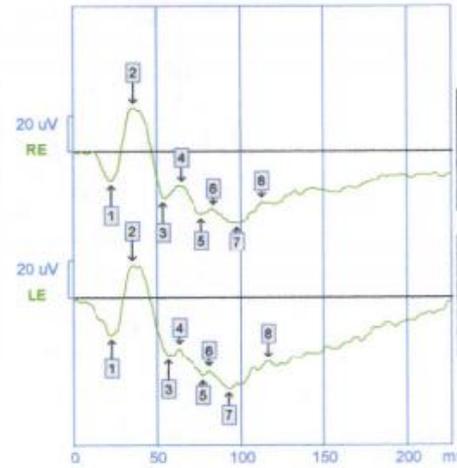


RE			
N°	ms	uV	%
1	21,2	-21,6	99
2	26,2	89,8	99
3	54,9	-47,2	99
4	84,8	-24,2	99
5	77,9	-48,3	99
6	86,5	-22,6	99
7	94,7	-43,6	99
8	109	-30,8	99

LE			
N°	ms	uV	%
1	20,4	-32,8	99
2	37,2	82,5	99
3	64,0	-38,2	99
4	85,5	-16,7	97
5	77,9	-36,8	94
6	90,6	-31,2	92
7	116	-29,5	97
8	146	-9,2	97

ERG-BLUE
 BI stimulated

9mn 26s Val= 30 Rej= 0
 ERG cromatico



RE			
N°	ms	uV	%
1	22,1	-11,6	99
2	36,4	22,7	99
3	59,1	25,9	99
4	82,8	-17,2	95
5	76,1	-31,5	92
6	83,2	-29,4	87
7	97,4	-36,2	86
8	112	-24,1	88

LE			
N°	ms	uV	%
1	20,4	-16,2	99
2	34,6	16,1	99
3	66,8	-29,7	99
4	82,0	-26,4	94
5	77,0	-48,2	94
6	80,6	-37,5	81
7	82,1	-46,1	96
8	116	-32,1	98

...
 ...
 ...

**Vision Monitor
 Mon2012H**

Metrovision
 4 rue des platanes
 59640 Ferenchies
 France
 tel +33 3 20 17 19 00
 http://www.metrovision.com



© 2012 Metrovision

• **Paciente 4** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -27.1uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 103uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.0	22.1
Verde	-29.3	21.3
Azul	-12.1	22.1

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	22.5	36.1
Verde	63.6	35.4
Azul	20.5	29.0
Resultado	106.6	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -25.3uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 105uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

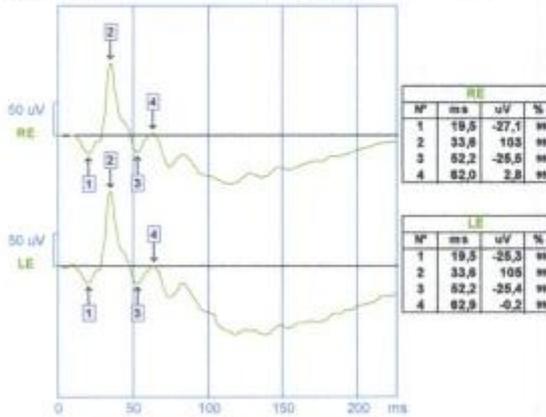
REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-0.5	21.3
Verde	-22.6	21.3
Azul	-13.0	26.3

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	37.8	36.1
Verde	67.7	35.4
Azul	20.1	42.6
Resultado	125.6	-

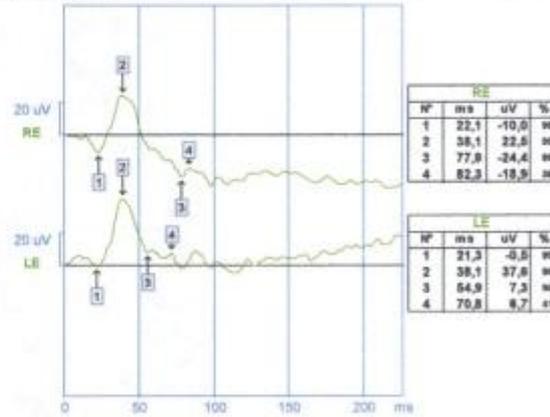
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

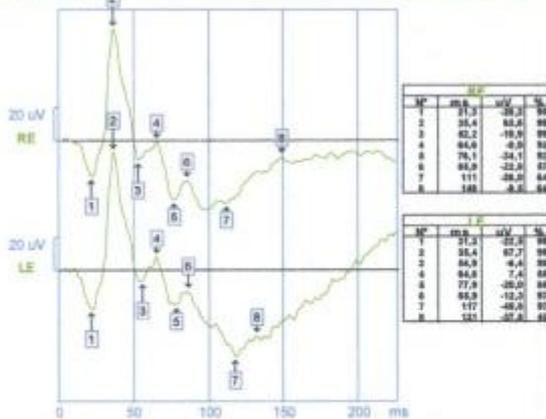
ERG cone: white flash 1mn 39s Val= 30 Rej= 1
 BI stimulated ERG cromático



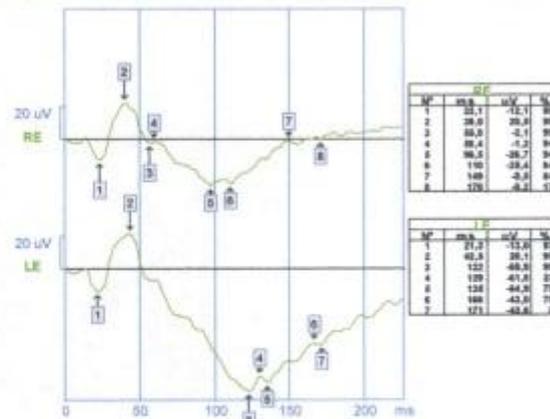
ERG cone: red flash 3mn 32s Val= 30 Rej= 1
 BI stimulated ERG cromático



ERG-GREE 5mn 21s Val= 30 Rej= 1
 BI stimulated ERG cromático



ERG-BLUE 7mn 16s Val= 30 Rej= 1
 BI stimulated ERG cromático



...
 ...
 ...

Vision Monitor
 Mon2012H

Metrovision
 4 rue des platanes
 59640 Paresches
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
<http://www.metrovision.com>

- **Paciente 5** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -28.5uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 130uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-11.4	22.1
Verde	-23.7	20.4
Azul	-19.5	21.3

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	24.4	37.2
Verde	61.8	34.5
Azul	24.4	39.8
Resultado	110.6	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja, verde y azul se encuentran disminuidos y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -47.4uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 128uV** y su latencia es de 33.6ms.

-Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-13.2	18.6
Verde	-27.3	21.3
Azul	-14.6	21.1

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	67.3	32.6
Verde	71.6	34.5
Azul	29.2	37.2
Resultado	168.1	-

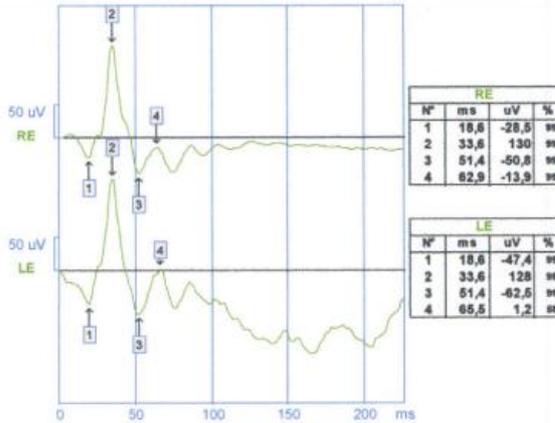
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

file number : 1032467353
 birth date : 19/11/1994

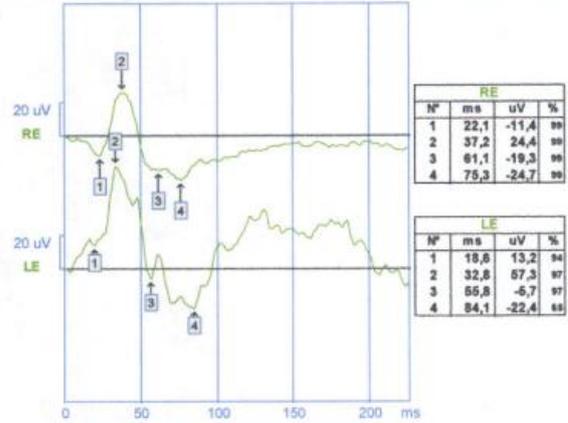
exam. date : 02/04/2014 15:42
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

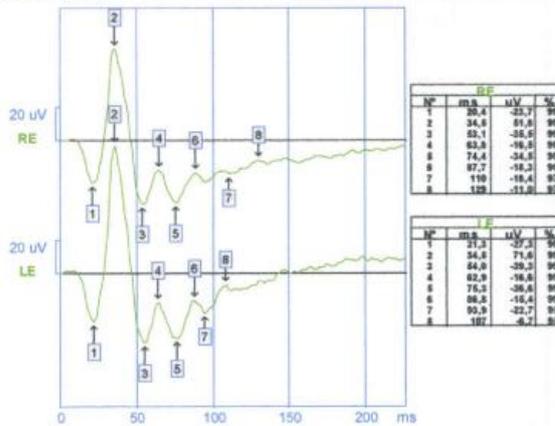
ERG cone: white flash 4mn 40s Val= 30 Rej= 47
 BI stimulated ERG cromático



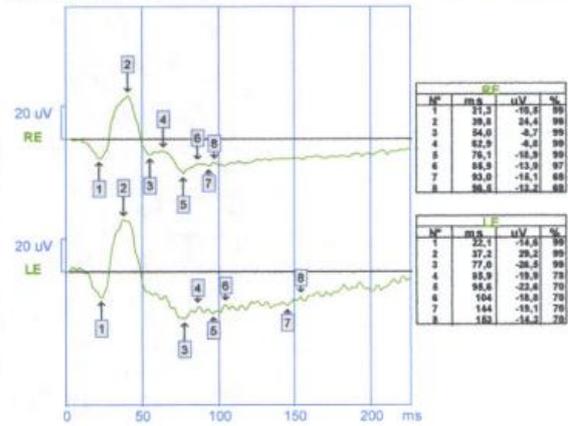
ERG cone: red flash 1mn 39s Val= 30 Rej= 1
 BI stimulated ERG cromático



ERG-GREE 3mn 22s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromático



ERG-BLUE 5mn 7s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromático



...

...

...

Vision Monitor
 Mon2012H

Metrovision
 4 rue des platanes
 69840 Pavenches
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
 http://www.metrovision.com

© 2012 Metrovision

- Paciente 6 (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -24.1uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 74.4uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-8.7	21.3
Verde	-16.7	21.3
Azul	-8.6	22.1

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	22.9	37.2
Verde	62.3	35.4
Azul	22.3	38.1
Resultado	107.5	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -24.8uV** y su latencia es de 17.7ms; **amplitud onda b es 87.6uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-8.5	20.4
Verde	-19.9	16.6
Azul	-11.0	22.1

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	27.0	36.3
Verde	87.6	34.6
Azul	24.4	37.2
Resultado	139	-

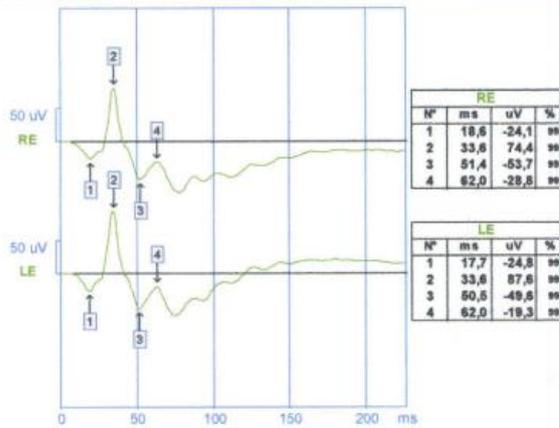
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

file number : 1116798801
 birth date : 20/03/1999

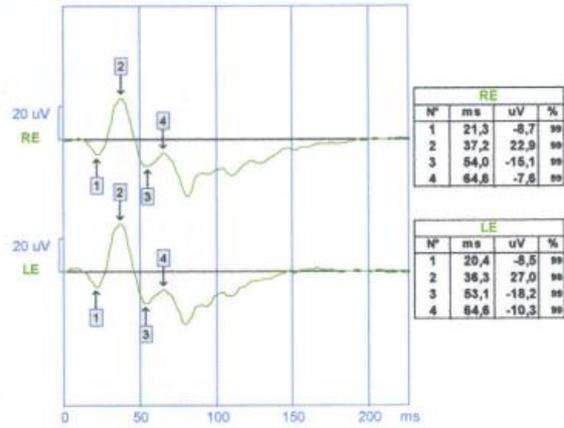
exam. date : 02/04/2014
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

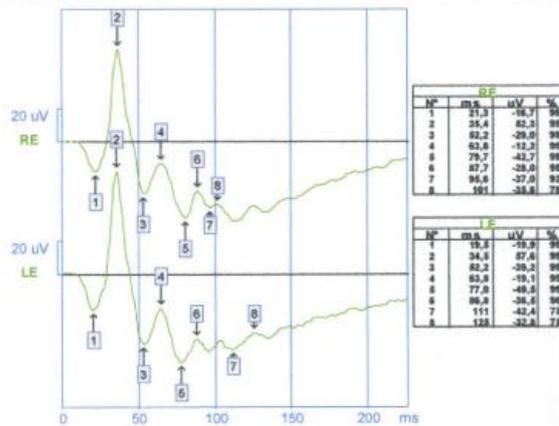
ERG cone: white flash 1mn 39s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



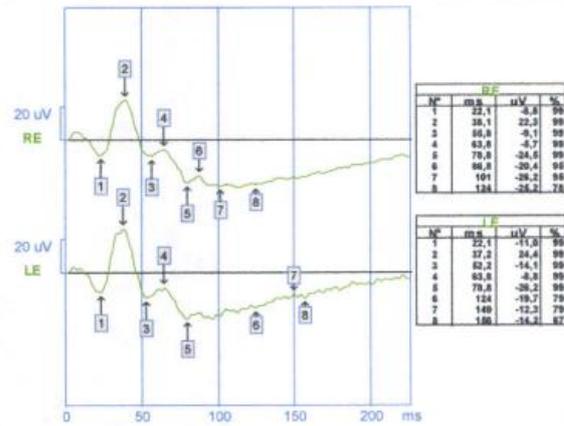
ERG cone: red flash 3mn 34s Val= 30 Rej= 2
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-GREE 5mn 27s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-BLUE 7mn 20s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



...

...

...

Vision Monitor
 Mon2012H

Metrovision
 4 rue des platanes
 59640 Péniches
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
 http://www.metrovision.com

METROVISION

© 2012 Metrovision

- **Paciente 7** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -29.5uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 103uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-7.7	23.9
Verde	-27.9	20.4
Azul	-15.7	21.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	10.8	39.3
Verde	66.7	36.3
Azul	40.3	33.6
Resultado	117.8	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro con luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentran disminuidos y el registro obtenido con luz verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, y la latencia para onda a y onda b es normal.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -19.2uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 75.2uV** y su latencia es de 34.5ms.

Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-9.8	25.7
Verde	-21.2	19.5
Azul	-16.5	20.4

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	9.8	39.8
Verde	64.7	36.3
Azul	29.8	33.6
Resultado	104.3	-

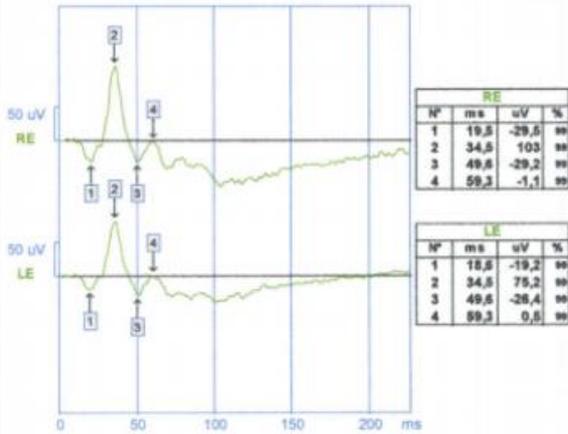
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro con luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así mismo la latencia para onda a y onda b es normal.

file number : 1019094631
 birth date : 23/04/1994

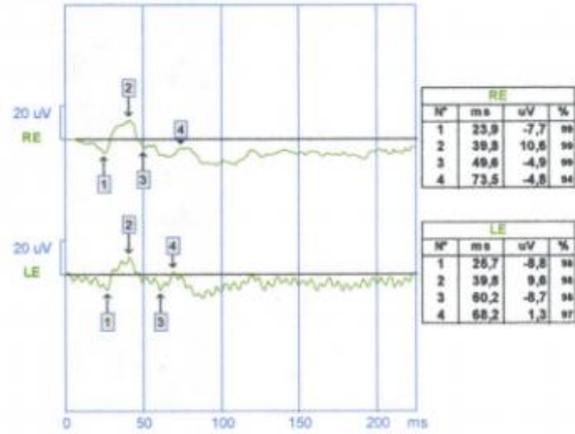
exam. date : 10/08/2012 16:33
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

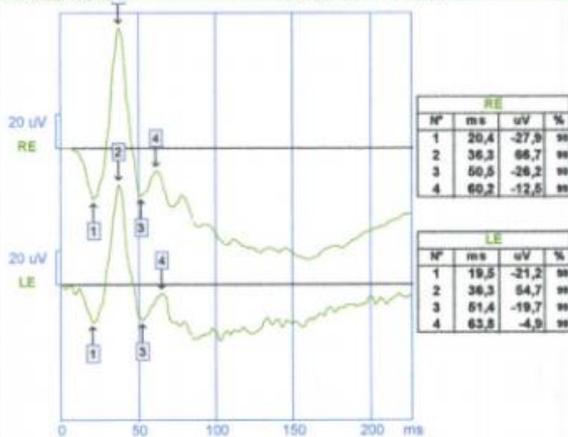
ERG cone: white flash 3mn 0s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



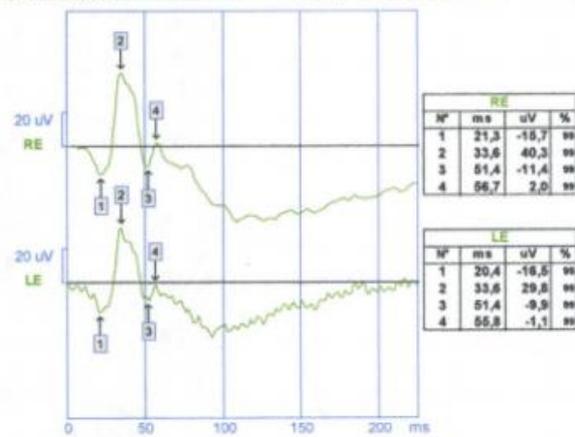
ERG cone: red flash 4mn 53s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



ERG-G-P 7mn 0s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



ERG-B-P 8mn 56s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



Vision Monitor
 Mon2012H

Metrovision
 4 rue des platanes
 59540 Pernesles
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
 http://www.metrovision.com



• **Paciente 8** (Resultado test del color normal)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -22.0uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 83.9uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-9.0	22.1
Verde	-19.6	21.3
Azul	-9.8	23.9

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	28.1	34.5
Verde	54.2	36.3
Azul	23.6	34.5
Resultado	105.9	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro con luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -24.9uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 97.9uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-16.5	22.1
Verde	-23.8	21.3
Azul	-14.2	21.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	25.7	34.5
Verde	52.7	36.3
Azul	17.6	33.5
Resultado	96	-

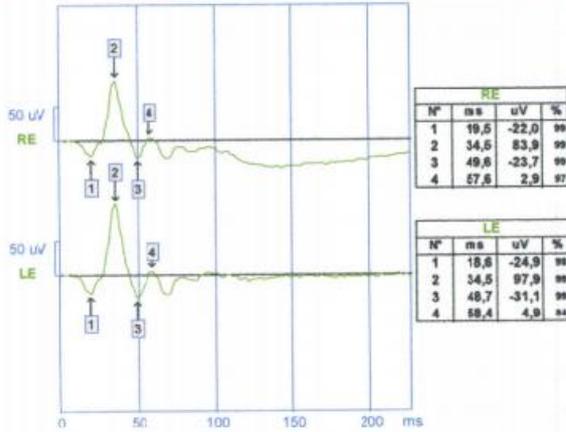
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro con luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, y el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así mismo la latencia para onda a y onda b es normal.

file number : 79683452
 birth date : 22/11/1973

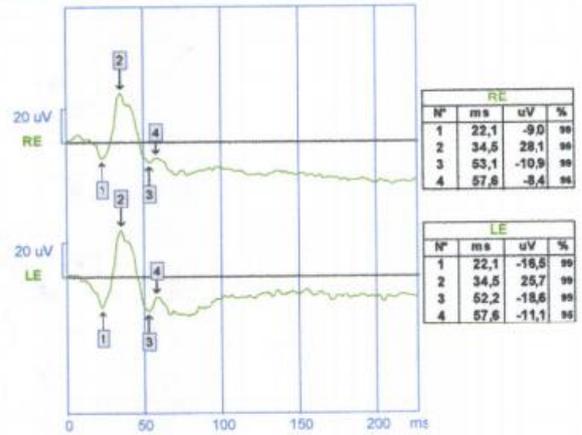
exam. date : 29/08/2012 14:51
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

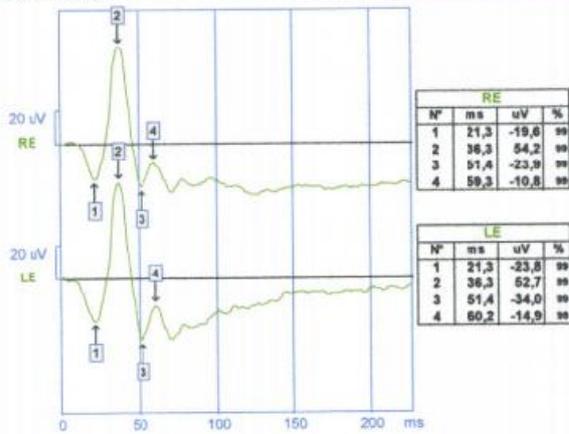
ERG cone: white flash 1mn 57s Val= 30 Rej= 1
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



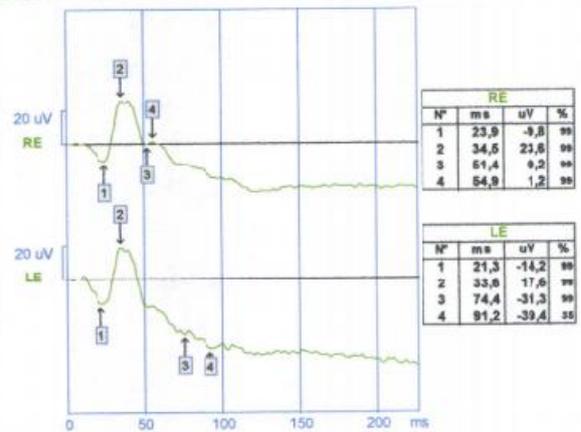
ERG cone: red flash 3mn 57s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



ERG-G-P 6mn 14s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



ERG-B-P 8mn 7s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ACROMATOPSIA BILATER



...
 ...
 ...

**Vision Monitor
 Mon2012H**

Metrovision
 4 rue des platanes
 69840 Pâraoches
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
 http://www.metrovision.com



© 2012 Metrovision

- **Paciente 9** (Resultado test del color alterado)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -28.4uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 68.4uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.5	22.3
Verde	-21.0	19.6
Azul	-4.7	21.3

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	22.6	37.2
Verde	41.1	35.4
Azul	21.6	34.4
Resultado	85.3	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, así mismo el resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -23.2uV** y su latencia es de 17.7ms; **amplitud onda b es 63.0uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-9.1	19.5
Verde	-15.8	18.6
Azul	-6.8	22.1

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	21.8	32.8
Verde	35.9	34.5
Azul	19.6	37.2
Resultado	77.3	-

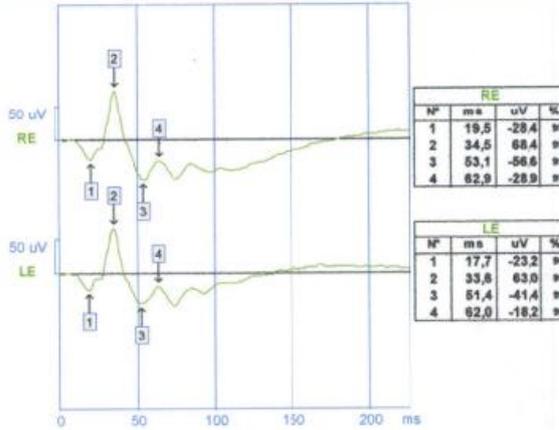
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, así mismo el resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

file number : 80215605
 birth date : 08/11/1984

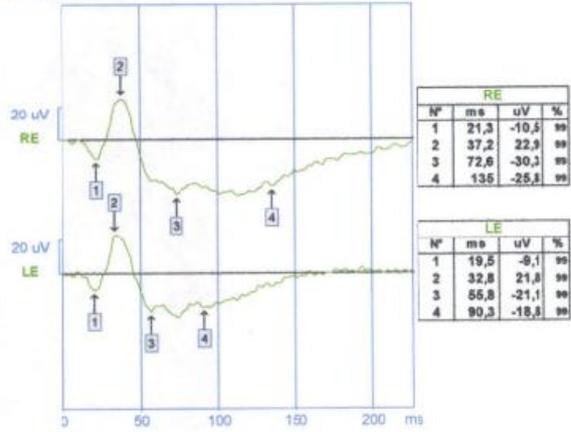
exam. date : 02/04/2014
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

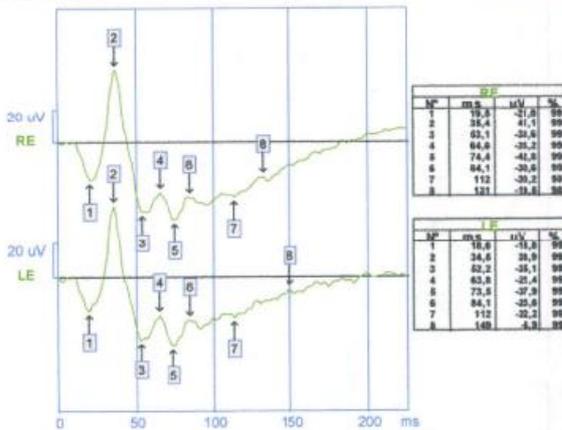
ERG cone: white flash 1mn 33s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



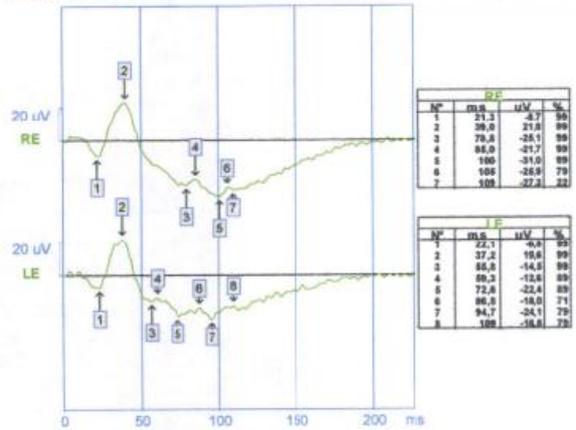
ERG cone: red flash 3mn 23s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-GREE 5mn 12s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-BLUE 7mn 5s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



...
 ...
 ...

Vision Monitor
 Mon2012H

Metrovision
 4 rue des platanes
 59640 Pivanchies
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
 http://www.metrovision.com



© 2012 Metrovision

• **Paciente 10** (Resultado test del color alterado)

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -23.2uV** y su latencia es de 16.8ms; **amplitud onda b es 73.7uV** y su latencia es de 35.4ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-11.2	21.3
Verde	-17.3	21.3
Azul	-6.6	24.8

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	17.1	34.5
Verde	39.6	37.2
Azul	14.3	39.4
Resultado	71	-

Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, así mismo el resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -18.4uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 53.7uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-11.4	23.0
Verde	-13.1	20.4
Azul	-7.4	24.8

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	11.3	34.5
Verde	36.6	38.3
Azul	9.2	39.8
Resultado	57.1	-

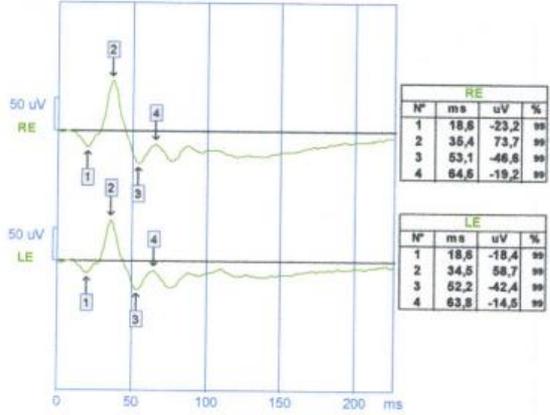
Teniendo como referente comparativo los valores obtenidos con el registro de luz blanca y los valores estándar por Metrovisión, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, así mismo el resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

file number : 19394539
 birth date : 17/01/1960

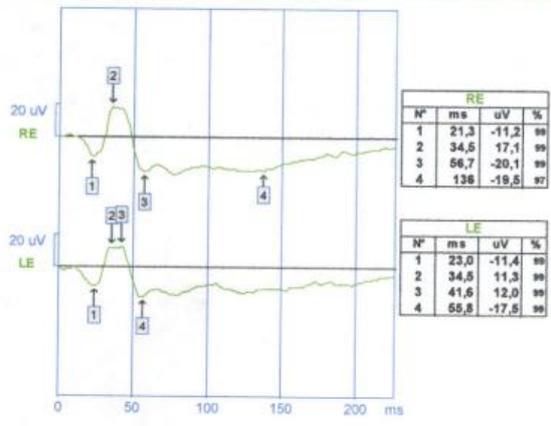
exam. date : 02/04/2014
 exam :

VISUAL ELECTROPHYSIOLOGY EXAM

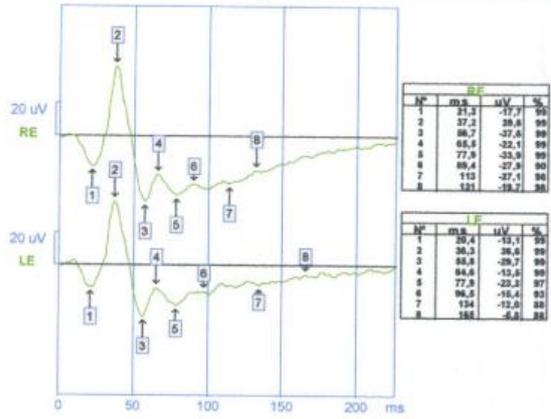
ERG cone: white flash 5mn 32s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



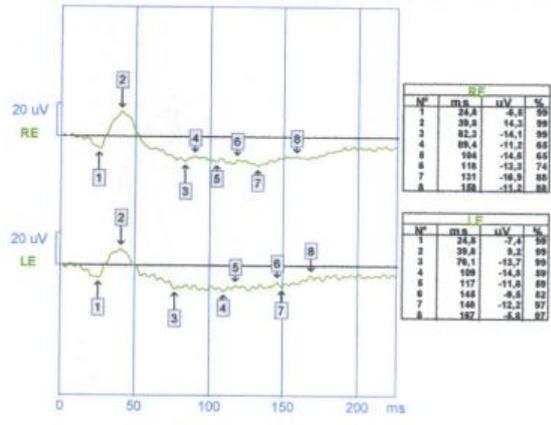
ERG cone: red flash 8mn 41s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-GREE 10mn 27s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



ERG-BLUE 12mn 15s Val= 30 Rej= 0
 BI stimulated ERG cromatico



...

...

...

**Vision Monitor
 Mon2012H**

Metrovision
 4 rue des platanes
 69440 Pâreschias
 France
 tel +33 3 20 17 19 50
<http://www.metrovision.com>

© 2013 Metrovision



12.2.5.4 Interpretación de resultados con valores aproximados para el Erg Cromático

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los primeros 8 pacientes normales según el Test de Farnsworth, tanto la amplitud como la latencia de la onda a y b se realizó la siguiente aproximación para la interpretación del examen Erg cromático.

Tabla 10. Interpretación de resultados del ERG Cromático.

ERG Cromático	AMPLITUD ONDA A	LATENCIA ONDA A	AMPLITUD ONDA B	LATENCIA ONDA B
0 dB	27.7 mV +/- 5	20,5 ms +/- 1	95.5 mV +/- 10	35.5 ms +/- 3

• Paciente 1

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -27.0uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 114uV** y su latencia es de 34.5 ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)	REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-13.6	21.3	Rojo	35.1	39.9
Verde	-21.3	20.4	Verde	71.2	35.4
Azul	-37.1	23.9	Azul	24.8	34.6
			Resultado	131.1	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja se encuentra disminuida, para verde y azul se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -63.5uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 89.3uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.9	21.3
Verde	-22.4	20.4
Azul	-50.0	20.4

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	49.5	39.0
Verde	83.9	35.4
Azul	34.1	32.5
Resultado	167.5	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja se encuentra disminuida, para verde y azul se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• **Paciente 2**

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -21.7uV** y su latencia es de 16.8ms; **amplitud onda b es 124uV** y su latencia es de 34.5 ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-6.4	19.5
Verde	-35.4	19.5
Azul	-8.8	22.1

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	37.5	19.5
Verde	65.9	36.4
Azul	30.0	37.2
Resultado	133.4	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -30.0uV** y su latencia es de 15.9ms; **amplitud onda b es 168uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.7	18.6
Verde	-26.7	19.6
Azul	-12.8	22.1

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	48.0	37.2
Verde	90.0	33.6
Azul	39.2	28.1
Resultado	177.2	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• Paciente 3

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -41.7uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 98.2uV** y su latencia es de 35.4ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-13.1	22.1
Verde	-27.6	21.3
Azul	-14.4	22.7

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	26.0	36.3
Verde	89.6	36.3
Azul	22.7	36.4
Resultado	138.3	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra

normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -33.6uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 79.5uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-4.0	20.4
Verde	-28.5	29.4
Azul	-19.3	22.1

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	42.3	37.2
Verde	52.9	37.2
Azul	16.1	34.6
Resultado	111.3	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• Paciente 4

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -27.1uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 103uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.0	22.1
Verde	-29.3	21.3
Azul	-12.1	22.1

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	22.5	36.1
Verde	63.6	35.4
Azul	20.5	29.0
Resultado	106.6	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la

onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -25.3uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 105uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-0.5	21.3
Verde	-22.6	21.3
Azul	-13.0	26.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	37.8	36.1
Verde	67.7	35.4
Azul	20.1	42.6
Resultado	125.6	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• Paciente 5

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -28.5uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 130uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-11.4	22.1
Verde	-23.7	20.4
Azul	-19.5	21.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	24.4	37.2
Verde	61.8	34.5
Azul	24.4	39.8
Resultado	110.6	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra

normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -47.4uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 128uV** y su latencia es de 33.6ms.

-Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-13.2	18.6
Verde	-27.3	21.3
Azul	-14.6	21.1

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	67.3	32.6
Verde	71.6	34.5
Azul	29.2	37.2
Resultado	168.1	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• Paciente 6

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -24.1uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 74.4uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-8.7	21.3
Verde	-16.7	21.3
Azul	-8.6	22.1

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	22.9	37.2
Verde	62.3	35.4
Azul	22.3	38.1
Resultado	107.5	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sin embargo el

resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -24.8uV** y su latencia es de 17.7ms; **amplitud onda b es 87.6uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-8.5	20.4
Verde	-19.9	16.6
Azul	-11.0	22.1

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	27.0	36.3
Verde	87.6	34.6
Azul	24.4	37.2
Resultado	139	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sin embargo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• Paciente 7

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -29.5uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 103uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-7.7	23.9
Verde	-27.9	20.4
Azul	-15.7	21.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	10.8	39.3
Verde	66.7	36.3
Azul	40.3	33.6
Resultado	117.8	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra

normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -19.2uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 75.2uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-9.8	25.7
Verde	-21.2	19.5
Azul	-16.5	20.4

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	9.8	39.8
Verde	64.7	36.3
Azul	29.8	33.6
Resultado	104.3	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sin embargo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

- **Paciente 8**

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -22.0uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 83.9uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-9.0	22.1
Verde	-19.6	21.3
Azul	-9.8	23.9

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	28.1	34.5
Verde	54.2	36.3
Azul	23.6	34.5
Resultado	105.9	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentran disminuidos, y el resultado

obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -24.9uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 97.9uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-16.5	22.1
Verde	-23.8	21.3
Azul	-14.2	21.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	25.7	34.5
Verde	52.7	36.3
Azul	17.6	33.5
Resultado	96	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja y azul se encuentra disminuida, para verde se encuentra normal, así mismo el resultado obtenido de la onda b se encuentra normal, así como también la latencia para onda a y onda b.

• Paciente 9

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -28.4uV** y su latencia es de 19.5ms; **amplitud onda b es 68.4uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-10.5	22.3
Verde	-21.0	19.6
Azul	-4.7	21.3

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	22.6	37.2
Verde	41.1	35.4
Azul	21.6	34.4
Resultado	85.3	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sí mismo el

resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -23.2uV** y su latencia es de 17.7ms; **amplitud onda b es 63.0uV** y su latencia es de 33.6ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-9.1	19.5
Verde	-15.8	18.6
Azul	-6.8	22.1

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	21.8	32.8
Verde	35.9	34.5
Azul	19.6	37.2
Resultado	77.3	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sí mismo el resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

• Paciente 10

Para el OJO DERECHO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -23.2uV** y su latencia es de 16.8ms; **amplitud onda b es 73.7uV** y su latencia es de 35.4ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-11.2	21.3
Verde	-17.3	21.3
Azul	-6.6	24.8

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	17.1	34.5
Verde	39.6	37.2
Azul	14.3	39.4
Resultado	71	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sí mismo el

resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

Para el OJO IZQUIERDO el registro obtenido con luz blanca da los siguientes resultados: **amplitud onda a -18.4uV** y su latencia es de 18.6ms; **amplitud onda b es 53.7uV** y su latencia es de 34.5ms.

- Onda a

REGISTRO	AMPLITUD(uV)	LATENCIA(ms)
Rojo	-11.4	23.0
Verde	-13.1	20.4
Azul	-7.4	24.8

- Onda b

REGISTRO	AMPLITUD (uV)	LATENCIA (ms)
Rojo	11.3	34.5
Verde	36.6	38.3
Azul	9.2	39.8
Resultado	57.1	-

Teniendo como referente comparativo la aproximación realizada para la interpretación del Erg Cromático, los resultados obtenidos de amplitud para la onda a, con luz roja verde y azul se encuentra disminuida, sí mismo el resultado obtenido de la onda b también se encuentra disminuido, la latencia para onda a y onda b y se encuentra normal.

13. CONCLUSIONES

Los valores estándar de Metrovisión y el registro base obtenido con el color blanco se utilizaron para realizar una aproximación en la interpretación de los resultados obtenidos en el examen Erg Cromático de los pacientes examinados. Los primeros 8 pacientes examinados, se encontraban normales según el resultado del Test de Farnsworth, sin embargo el resultado del examen del Erg Cromático muestra una alteración en la amplitud de la onda a de los registros obtenidos con luz roja, verde y azul, mientras que el resultado obtenido de la onda b fue normal; sin embargo para los dos últimos pacientes a quienes el Test de Farnsworth estaba alterado, en el resultado del examen Erg Cromático también muestra alteración tanto la onda a como el resultado de la onda b.

Esto demuestra que la amplitud de la onda a de la tabla de Metrovisión da un valor muy elevado comparado con los resultados obtenidos de los primeros 8 pacientes que se encontraban normales según el Test de Farnsworth, lo cual nos indica que no hay coherencia al realizar la interpretación con este valor de la tabla, sin embargo la amplitud de la onda b si muestra coherencia en los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que los 8 primeros pacientes se encontraban dentro de los límites normales y los dos últimos con alteración en los dos resultados, Test de Farnsworth y Erg Cromático.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la tabla que da Metrovisión es para realizar interpretación de resultados del Erg estándar y no para el Erg Cromático, lo cual es pertinente la creación de una tabla con valores estándar para este examen. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del examen realizado a los pacientes, para este caso los primeros 8 que se encontraban normales según el Test de Farnsworth, la aproximación de la amplitud de la onda a es de 27.7, lo cual es un valor más bajo comparado con el que da Metrovisión, de esta manera se hace más ajustable con los valores obtenidos en los resultados de los pacientes normales según el Test de Farnsworth, sin embargo no es coherente ya que algunos de los resultados de los registros obtenidos siguen siendo disminuidos y para la onda b podría dejarse como lo indica esta tabla ya que muestra coherencia con los resultados.

Hay que tener en cuenta que la cantidad de pacientes examinados no son suficiente para realizar una aproximación adecuada de valores normales para el Erg Cromático, lo cual no justifica veracidad; por esta razón se sugiere realizar un estudio extenso con mayor número de pacientes que justifique y respalde la creación veraz de una tabla con valores normales para la interpretación adecuada del examen Erg Cromático.

Se construyó, estandarizó y verificó cada uno de los pasos del protocolo de procedimiento clínico del ERG cromático bajo los parámetros establecidos por las guías de ISCEV y de esta manera fue adaptado al equipo Monpack 3 de la Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle. Así mismo, la prueba

piloto realizada bajo los requerimientos de este protocolo muestra que es una herramienta fiable, segura y con veracidad en los resultados obtenidos, lo cual puede ser implementada en la práctica diaria.

14.RECOMENDACIONES GENERALES

- Es de gran importancia tener calibrado el equipo MonPack 3, realizar revisiones periódicas y así mismo identificar test alterados para que los resultados no sean erróneos.
- Antes de dar inicio al examen revisar que todos los materiales a usar estén a disposición (Elementos necesarios para aplicar las medidas de bioseguridad en el consultorio de Electrorretinografía).
- Es importante que previamente al exámen se haya probado los electrodos, que estén ubicados en el amplificador con el fin de agilizar el tiempo del examen.
- El paciente debe tener una actitud favorable y paciencia al momento de realizar el examen, debido a que tiene que someterse a limpieza, adherencia de los electrodos y a la duración del exámen.
- Es importante informarle al paciente con anticipación el tiempo de duración del exámen.
- No olvidar realizar un previo exámen de Biomicroscopía para ver la integridad corneal para evitar complicaciones posteriores al exámen de Electrorretinograma Cromático.
- Leer detenidamente el instructivo de Bioseguridad del Electrorretinograma Cromático para prevenir infecciones o posibles riesgos biológicos para el paciente.

- La Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle presta el servicio de Electroretinograma Cromático a niños a partir de los 36 meses de edad, no se recomienda niños menores de esta edad ya que es muy difícil su colaboración y por lo tanto los resultados obtenidos pueden ser erróneos.
- Ya que algunos niños de ciertas edades prestan poca colaboración, se recomiendan que duerman poco durante la noche anterior para que al momento de realizarle la prueba duerman y así se pueda realizar con más facilidad.
- Siempre antes de iniciar cualquier test se debe valorar el estado y funcionamiento de los electrodos para obtener respuestas verdaderas.

15.RESTRICCIONES

Cuando el personal de salud presente abrasiones, quemaduras, laceraciones o dermatitis en la piel de manos y brazos, se deberá mantener cubierta la lesión con material adecuado y se evitará el contacto directo con fluidos, tejidos corporales y manipulación de equipos contaminados, hasta que exista curación completa de la herida (Ministerio de Salud Colombia, 1997).

16.BIBLIOGRAFIA

1. Adler. (1994). *Fisiología del ojo*. (9 Ed.). España.
2. Alió, J. L., Rodríguez, J. L. (2006). *Buscando la excelencia en la cirugía de catarata*. Alicante, España.
3. Archivos de la sociedad española de oftalmología. (2005).Vol 82.
4. Bailey, J. (2010). Deficiencia de la visión en color. *Una explicación concisa de la Optometría y la Oftalmología* Albuquerque.
5. Brown, K. (1968). The electroretinogram: its components and their origins. *Vision research*, 633-677.
6. Casallas, M. (2012). Construcción del protocolo de procedimiento clínico de la Electrooculografía sensorial para el servicio de Electrofisiología ocular de

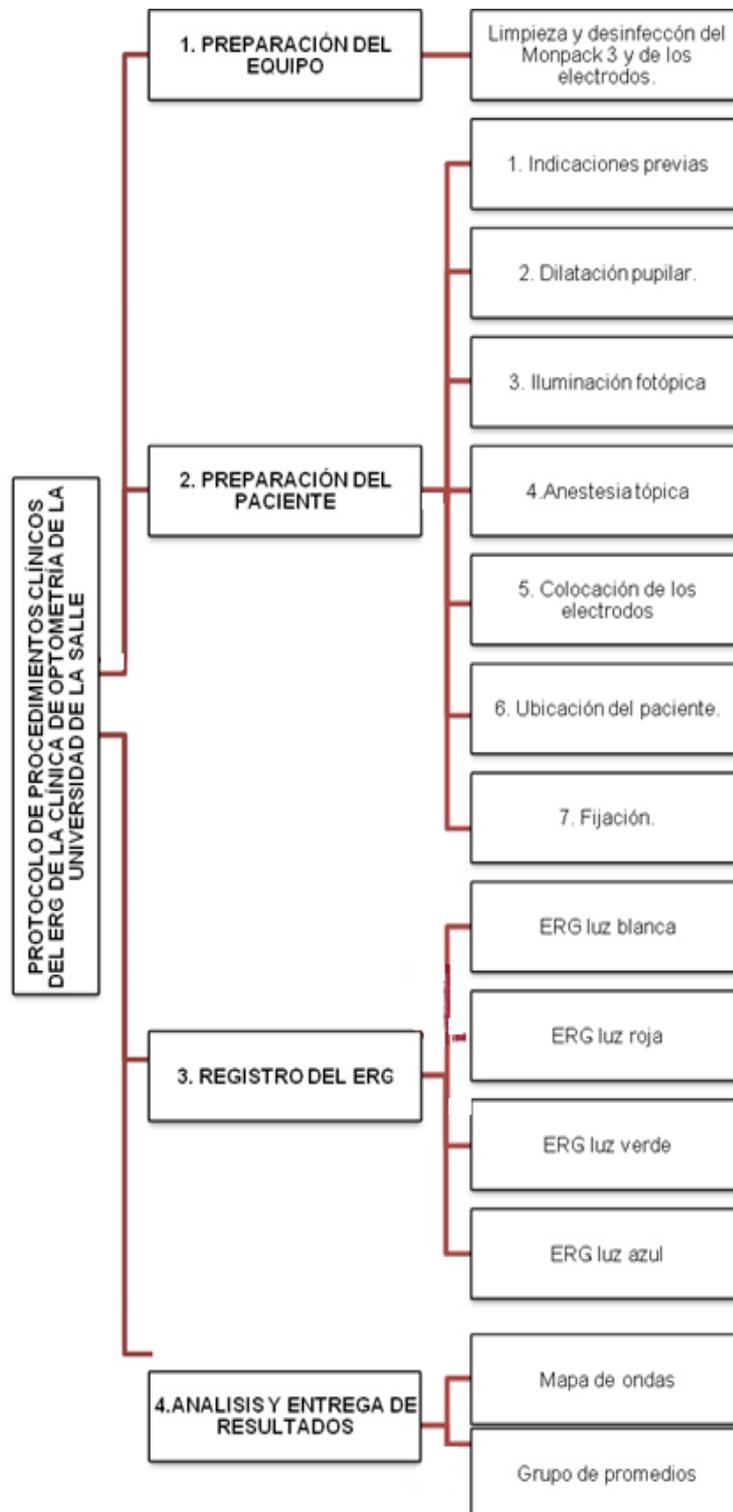
- la Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle. Tesis de pregrado en Optometría. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
7. Castillo, A. (2011). Creación del protocolo de procedimientos clínicos de exámenes especiales: Electrorretinograma estándar y multifocal de la clínica de optometría de la universidad de la Salle. Tesis de pregrado en Optometría. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
 8. Catalá, J., Castany, M. (2005). Pruebas Electrofisiológicas, Manual de instrucciones. Barcelona.
 9. Coco, M. (2009). Guía clínica para el diagnóstico diferencial y el manejo de las enfermedades hereditarias de la retina y la coroides. *Guías de práctica clínica de la SERV*. Barcelona. Consultado el 15 de diciembre del 2013 en https://www.serv.es/pdf/Guia_SERV_04.pdf.
 10. Coco, R. (2010). Fundusflavimaculatus y enfermedad de Stargardt. Madrid.
 11. Donnell, J. (2011). Electrorretinograma y electrooculograma: Aplicaciones clínicas de Donnell.
 12. Garralda, A. (2008). *Toxicidad ocular medicamentosa*. (Vol. 31). Pamplona, España.
 13. Graciá, F. (2010). El color en el material escolar. Tesis de Maestría Universitaria en Optometría y ciencias de la visión. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
 14. Haines, D. (2007). *Principios de Neurociencia*. (2 Ed.). España.
 15. Hecknively, J., Arden, G (1991). History of the electroretinogram. *Principles and practice of clinical electrophysiology of vision*. (2 Ed.). London.
 16. Hecknively, J., Arden, G (2006). *Principles and practice of clinical electrophysiology of vision*. (2 Ed.). London.
 17. ISCEV. (2008). Guidelines for clinical multifocal electroretinography. Consultado el 14 de Septiembre del 2013 en: <http://http://www.iscev.org/standards/>.
 18. Jacobson, J. H., Kawasaki, K., Hirose, T., (1999). The human electroretinogram and occipital potentials in response to focal illumination of the retina. New York.
 19. Kanski, J. (2004). *Oftalmología Clínica* (5 Ed.). Barcelona.
 20. Kaufman, P. (2003). *Fisiología del ojo: aplicación clínica*. España.

21. Kolb, H. (2003). How the retina work. Much of the construction of an image takes place in the retina itself through the use of specialized neural circuit. 91,28.
22. Lam, B. (2005). Electrophysiology of vision. *Clinical testing and applications*. New York, Usa: Taylor and Francis Group.
23. Laszlo, C. (2011). Espectro electromagnético. *Manual de luminotécnica*. 3-4.
24. Lazard, P., et al. (2000). Électrophysiologie oculaire. *Encyclopédie Vétérinaire*. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. París.
25. López, J. (2005). Degeneración macular relacionada con la edad (DMRE). Chile.
26. Luque, M., De Fez, M., Diez, M. (2001). Directrices para administración y puntuación del test Farnsworth Munsell de 100 tonos. *Ver y oír*. Universidad de Valencia, Universidad de Alicante. 413-420.
27. Malagón, G. (2004). Manejo integral de Urgencias. (3 Ed.). Bogotá: Editorial Médica Panamericana.
28. Marmor, F. et al. (2008). ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography. 118, 69-77.
29. METROVISION. (2009). Multifocal electroretinography program MfERG. Francia.
30. METROVISION. (2011). VEP and ERG. Francia.
31. Micheli, F. et al. (2003). Tratado de Neurología Clínica. (1 Ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
32. MINISTERIO DE SALUD COLOMBIA. (1997). Manual de Conductas Básicas en bioseguridad. Colombia.
33. Mohidin, N., Yap, M.K., Jacobs, R.J. (1997). The repeatability and variability of the multifocal electroretinogram for four different electrodes. Consultado el 15 de enero del 2014 en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9666928>.
34. Noell, W. (1954). The origin of the electroretinogram. *American Journal of Ophthalmology*. 78-90.
35. Nogales, J., Donosos, A. y Verdugo, R. (2005). *Tratado de neurología clínica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
36. Ochoa, C. (2002). Diseño y evaluación de protocolos clínicos. Hospital Virgen de la Concha. Zamora.

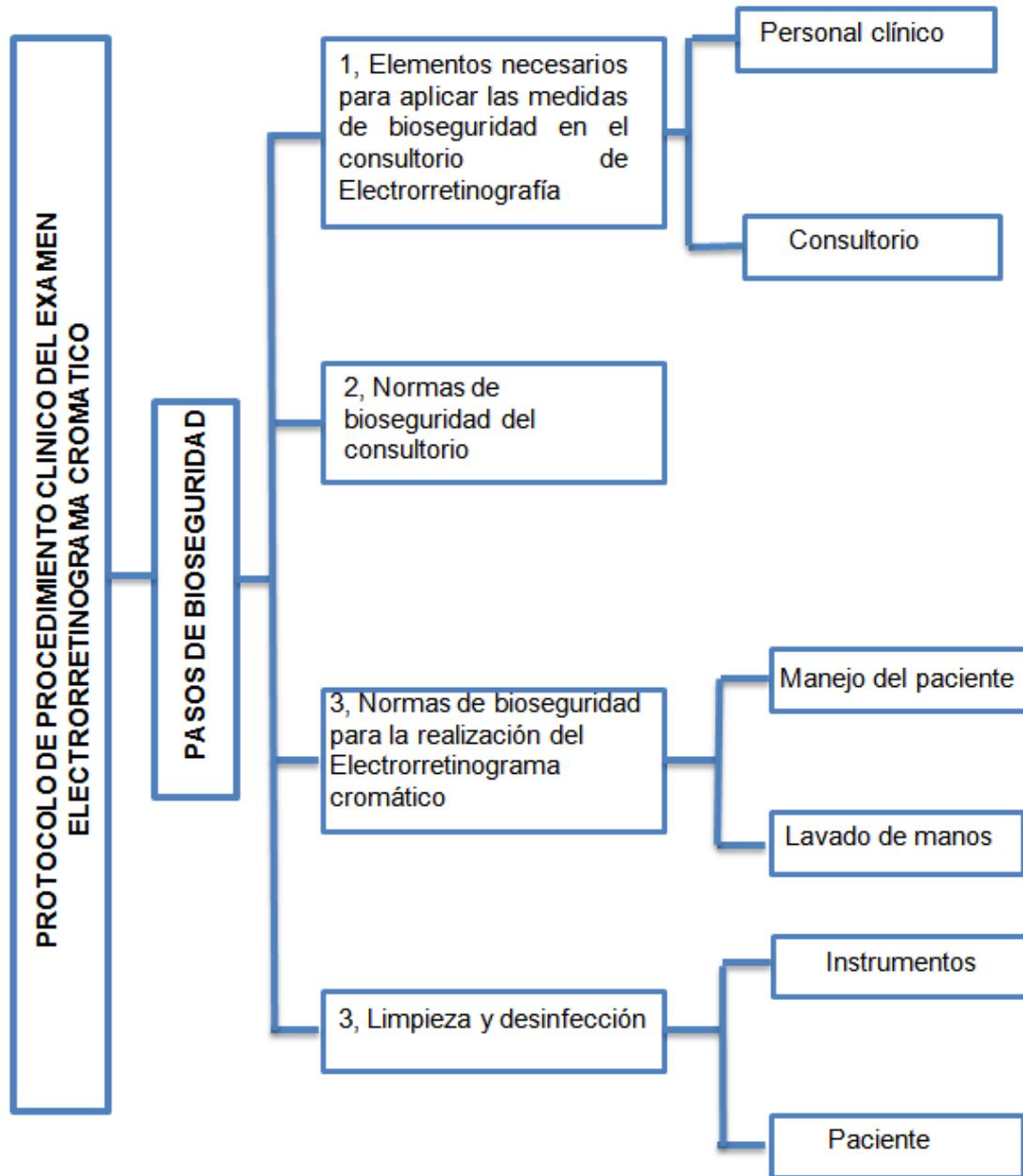
37. Ojeda, E. (2006). Potenciales visuales evocados y Electrorretinograma. *Guía neurológica*.15, 134-127.
38. Omoti, A, Omoti. C. (2006). Toxicidad ocular de la quimioterapia sistémica anticancerosa. Hospital Universitario. Begín, Nigeria.
39. Prado, A., Camas, J., Sánchez, R. (2006). Fototransducción visual. *Revista Mexicana Oftalmológica*, 80(6):340-346.
40. Pretel, M. (2008). Construcción y efectividad del test Lanar de Holmgren frente al test de Farnsworth D15. Tesis de pregrado en Optometría. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
41. Pulido, J. (2002). *Retina, coroides y vítreo, Los requisitos en Oftalmología*. Consultado el 15 de diciembre del 2013 en <http://books.google.com.co/books?id=r34I6RRWk5cC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
42. Purves, D., *et al.* (2006). Neurociencia. (3. Ed.). Madrid. Consultado en 15 de agosto del 2013 en <http://www.mediafire.com/view/?ylv5ipci8rbdrxc>.
43. Regillo, C. (2009). Retina y vítreo. *American Academy of ophthalmology*. Barcelona.
44. Samdberg, M., Ariel, M. (1977). A hand-held, two-channel, stimulator ophthalmoscope.95:1881-1882.
45. Samdberg, M., Ariel, M. (1970). Isolation of focal rod electroretinograms from the dark-adapted human eyes.
46. Strettoi, E. (2010). Retinosis Pigmentosa. Instituto de Neurociencias. Italia.
47. Varela, L. (2006). Efecto de la anestesia inhalatoria con isoflurano y sevoflurano sobre el electroretinograma en el perro: Normocapnia e hipercapnia. Universidad de Santiago de Compostela: Consultado el 15 de noviembre del 2013 en https://dspace.usc.es/bitstream/10347/2267/1/9788497508223_content.pdf.
48. Vargas, S. (2011). Construcción del protocolo de procedimientos clínicos de exámenes especiales: Potencial visual evocado multifocal, de barrido y multifrecuencia de la Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle. Tesis de pregrado en Optometría, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

17. ANEXOS

ANEXO1. PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICO DEL EXAMEN ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO



ANEXO 2. PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO CLINICO DEL EXAMEN ELECTORRETINOGRAMA CROMATICO, PASOS DE BIOSEGURIDAD.



ANEXO 4. CONSENTIMIENTO INFORMADO



UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE OPTOMETRIA
CLINICA DE OPTOMETRIA
Institución Prestadora de Servicios de Salud
Carrera 5 No. 59-A-44 B3, A Tel: 3488000 Ext. 1537 / 38 / 42 / 43 / 56



CONSENTIMIENTO INFORMADO DE DILATACION PUPILAR

SERVICIO EN EL QUE SE REALIZA EL PROCEDIMIENTO:

FECHA: DÍA: _____ MES: _____ AÑO: _____

Yo _____ mayor de edad, identificado/a con CC. N° _____ y como paciente _____ o como responsable del paciente _____ identificado con CC. O TI. N° _____ autorizo al Dr.(a) _____ con profesión de optómetra _____ u oftalmólogo _____ para la realización del procedimiento de **DILATACION PUPILAR** (midriasis), mediante la instilación de Tropicamida al 0.5% teniendo en cuenta que he sido informado claramente sobre los riesgos y complicaciones que se pueden presentar siendo estos:

1. Hipersensibilidad a alguno de los componentes del fármaco instilado.
2. Fotofobia (sensibilidad a la luz)
3. Visión borrosa
4. Ojo rojo
5. Edema palpebral

Así mismo el procedimiento está contraindicado en casos de:

1. Glaucoma de ángulo estrecho.
2. Problemas cardíacos
3. Paciente con trastornos del Sistema Nervioso Central. Epilepsia

Al firmar este documento reconozco que lo he leído o que me ha sido leído y explicado y que comprendo perfectamente su contenido. Se me han dado amplias oportunidades de formular preguntas y que todas las preguntas que he formulado han sido respondidas o explicadas en forma satisfactoria. Acepto que la medicina no es una ciencia exacta y que no se pueda garantizar que la aplicación del medicamento no tenga efectos secundarios.

Nota: 1. Se recomienda que el paciente asista acompañado al procedimiento.
2. Duración del efecto entre 4y 6 horas.

Firma y C.C. del paciente o
acudiente

Firma y No. Tarjeta
profesional del instructor

Firma y código del
estudiante

ANEXO 5. LISTA DE ABREVIATURAS

ISCEV Sociedad Internacional de electrofisiología clínica y visión

ERG Electrorretinograma

CV Campo visual

RP Retinosis Pigmentaria

EOG Electrooculograma

VEP Potencial visual evocado

NOHL Neuropatía óptica hereditaria de Leber

SNC Sistema nervioso central

RP Retinosis Pigmentaria

DC Distrofia de conos

DCB Distrofia de conos y bastones

EMQ Edema macular quístico

DMAE Degeneración macular asociada a la edad

EPR Epitelio pigmentario de la retina