

UTAS

Multifocal Software

Manual del usuario

Fecha de emisión: 2023-01-18



CE
2797

Rx only

Parte No. 96-014-ES

EN - Printable instructions for use (IFU) in multiple languages are stored on the UTAS computer as PDF files in the IFU folder on the computer desktop screen, or go to www.lkc.com/IFUs

DE - Druckbare Nutzungsanweisungen (IFU) in mehreren Sprachen werden auf dem UTAS-Computer als PDF-Dateien im IFU Ordner auf Ihrem Desktop gespeichert. Alternativ können Sie www.lkc.com/IFUs besuchen.

ES - En el ordenador UTAS hay almacenadas como archivos PDF instrucciones imprimibles de uso en varios idiomas, en la carpeta IFU del escritorio del ordenador, o acceda a www.lkc.com/IFUs

FR - Des instructions d'utilisation à imprimer (IFU) dans plusieurs langues sont stockées sur l'ordinateur UTAS sous forme de fichiers PDF dans le dossier IFU présent sur le bureau. Vous pouvez également les obtenir sur www.lkc.com/IFUs

IT - Le istruzioni per l'uso stampabili (IFU) in più lingue sono archiviate sul computer UTAS come file PDF nella cartella IFU sul desktop. In alternativa, sono reperibili all'indirizzo www.lkc.com/IFUs

PL - Instrukcje obsługi (IFU) do druku w wielu językach przechowywane są na komputerze UTAS jako pliki PDF w folderze IFU na pulpicie komputera lub na stronie www.lkc.com/IFUs

Datos regulatorios europeos

Las Instrucciones de USO (IFU) en otros idiomas se pueden encontrar en www.lkc.com/IFUs

Para solicitar una copia impresa de este manual, envíe un correo electrónico a support@lkc.com e incluir la siguiente información:

- 1) Nombre de la empresa
- 2) Te llamas
- 3) Dirección postal
- 4) El número de serie de su dispositivo
- 5) El número de pieza del manual que necesita

Para encontrar el número de pieza correcto, abra el archivo pdf en la IFU en el idioma que desee y busque el número de pieza, el número de pieza aparecerá en el anverso o reverso de la IFU. El número de pieza manual se verá algo así como 96-123-AB.

Su manual se le enviará dentro de los 7 días.

LKC Technologies, Inc.
2 Professional Drive Suite 222
Gaithersburg, MD 20879
301.840.1992
800.638.7055
301.330.2237 (fax)
Support@LKC.com
www.LKC.com

Copyright © 2008 – 2023, LKC Technologies Inc., All Derechos reservados

POLÍTICA DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO LKC. UTAS es el nombre comercial de este dispositivo y todo el software asociado. La vida útil de un sistema UTAS es de 7 años a partir de la fecha de envío original del sistema UTAS. LKC dará servicio a cualquier sistema UTAS que esté dentro de su vida útil.

LICENCIA DE SOFTWARE

El software UTAS es un producto protegido por derechos de autor de LKC Technologies, Inc. y se incluye con el sistema UTAS bajo el siguiente acuerdo de licencia:

El software solo se puede utilizar junto con el sistema UTAS. El comprador del sistema UTAS puede hacer copias del software para mayor comodidad de uso, siempre que se conserve el aviso de derechos de autor de LKC con cada copia. Esta licencia prohíbe específicamente el uso de este software en un sistema que no incluya una unidad de interfaz UTAS de LKC Technologies, Inc. Se pueden comprar copias adicionales del software para producir informes de datos UTAS utilizando un sistema informático independiente.

Precauciones:



- Este software es para su uso SOLO con un sistema de UTAS LKC.
- Para garantizar la seguridad del operador y del paciente, consulte el Manual del usuario de UTAS de electrodiagnóstico visual System hardware que se envió con su sistema de UTAS.
- Para asegurar otros requisitos de cumplimiento normativo, consulte el Manual del usuario de UTAS Visual Electrodiagnostic System Hardware.



Lea las instrucciones de uso del software, antes de usarlo, para garantizar la seguridad.

Tabla de contenidos

Visión general	6
Símbolos.....	6
Precauciones para la instalación	7
configuración System	8
Organización del hardware	8
Instalación de software	8
Actualización a MFERG o MFVEP	9
Configuración de software - Preferencias	9
Exportación de datos	11
Copia de seguridad de datos	12
Multifocal ERG	13
1.0 Introducción	13
1.1 ¿Qué es una prueba multifocal?	13
1.2 ¿Cómo funciona un ERG multifocal?	13
1,3 m-secuencias y núcleos	13
1.4 Campo de visión	14
1.5 ¿Cuándo es útil el mfERG?.....	14
1.6 ¿Cuándo no es útil el mfERG ?.....	15
2.0 Preparación para una grabación mfERG	15
2.1 El paciente	15
2.2 Electrodo	15
2.4 Iluminación ambiental	20
2.5 Problemas con pacientes con discapacidad visual	20
2.6 Monitoreo de fijación	20
3.0 Ejecución de la prueba	21
3.1 Tipo de prueba	21
3.2 Información para el paciente	22
3.3 Canales y etiquetas.....	22
3.4 Selección de patrones.....	22
3.5 Datos de registro	25
3.6 Registro.....	26
4.0 Análisis e informe de datos MFERG	29
4.1 Encontrar los datos de un paciente	29
4.2 Análisis de datos	30
Guía rápida de grabación MFERG	36
Guía rápida del informe MFERG	37
Guía de interpretación de MFERG	38
Multifocal VEP	45
1.0 Introducción	45
1.1 ¿Qué es una prueba multifocal?	45
1.2 ¿Cómo funciona un VEP multifocal?.....	45
1,3 m-secuencias y núcleos	45
1.4 Campo de visión	45
1.5 ¿Cuándo es útil el mfVEP?	46
1.6 ¿Cuándo no es útil el mfVEP ?	46
2 Preparación para una grabación mfVEP	46
2.1 El paciente	46
2.2 Electrodo	46
2.3 Iluminación ambiental	48

2.4 Problemas con pacientes con discapacidad visual	48
2.6 Monitoreo de fijación	48
3.0 Ejecución de la prueba	49
3.1 Tipo de prueba	49
3.2 Información para el paciente	50
3.3 Canales y etiquetas.....	50
3.4 Selección de patrones.....	50
3.5 Datos de registro	52
3.6 Registro.....	53
4.0 Análisis e informe de datos MFVEP	56
Guía de solución de problemas multifocal.....	58
Limpieza entre pacientes	59
Limpieza de la frente y los reposamentones	59
Referencias	60

Visión general

El software LKC Technologies Multifocal ERG / VEP se utiliza para detectar trastornos del sistema visual, incluida la retina, el nervio óptico y la corteza visual.

Este software se ofrece a la venta solo a profesionales de la salud calificados. El uso inadecuado de este software puede causar lesiones al paciente.

El sistema LKC Technologies Multifocal ERG / VEP es un paquete de software que se ejecuta en los sistemas de electrofisiología visual UTAS de LKC. El software solo se ejecutará en computadoras que usen un sistema operativo Windows 10 o superior y que tengan un hardware de control de video muy específico. LKC solo admite UTAS computadoras que han sido suministradas por LKC específicamente para este software. Referencia 96-020 UTAS System Manual del usuario de hardware para obtener detalles sobre hardware UTAS e información reglamentaria.

Símbolos



Indicación de una precaución o advertencia.

Precauciones para la instalación

Instalación de software



ADVERTENCIA: La instalación de cualquier software en el equipo UTAS Windows que no sea proporcionado directamente por LKC puede hacer que el sistema deje de funcionar o se bloquee inesperadamente.

El System de Electrofisiología Visual UTAS LKC es un dispositivo médico independiente de precisión. La computadora provista con su sistema ha sido específicamente fabricada y configurada para un propósito específico.

La garantía de su sistema UTAS no cubre los problemas causados por la instalación de software no aprobado en el equipo. El sistema UTAS es un dispositivo médico que utiliza un equipo basado en Windows. La instalación de software adicional en la computadora UTAS puede resultar en un funcionamiento incorrecto del sistema UTAS. Es responsabilidad del cliente asegurarse de que cualquier software adicional instalado en la computadora UTAS no afecte el rendimiento de su sistema UTAS. LKC no es responsable del funcionamiento incorrecto del sistema UTAS causado por el software instalado por el cliente.

Por lo tanto, LKC recomienda encarecidamente que el sistema se utilice como un dispositivo médico independiente. LKC también recomienda encarecidamente que:

El usuario no cambia ningún privilegio de usuario o configuración de software.

No se instalarán productos de software no aprobados por LKC en el sistema

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Access, etc.) ha sido probado con nuestro software y no interfiere. Por lo tanto, es seguro instalar Microsoft Office en este sistema para generar informes y analizar datos. Se recomienda que todas las aplicaciones de Office se cierren al ejecutar el software Multifocal.

configuración System

Organización del hardware

En la mayoría de los casos, su hardware será instalado y organizado por los ingenieros biomédicos de LKC Technologies. En aquellos casos en los que no lo sea, deberá seguir estas pautas.

El monitor multifocal debe colocarse detrás de la base del reposamentón. La distancia desde la pantalla hasta los ojos del paciente determina el campo de visión angular para el estímulo multifocal. La distancia desde la pantalla hasta el centro del reposacabezas debe coincidir con la dimensión dada en la etiqueta en la parte frontal del monitor).

La altura del reposamentones debe ajustarse para que los ojos de un sujeto normal estén aproximadamente al nivel de la fijación "X" en el centro de la pantalla. Para acomodar al 99% de la población, el reposamentones solo debe ajustarse en ± 1 "de la ubicación nominal.

Este pequeño ajuste suele ser innecesario; ya que el paciente puede mirar ligeramente hacia arriba o hacia abajo para fijarse correctamente.

La cámara de fijación está montada en el borde superior del monitor, centrada de derecha a izquierda. La inclinación de la cámara debe ajustarse para dar una buena vista de los ojos de un sujeto cuya barbilla está en la barbilla.



Instalación de software

En la mayoría de los casos, su software será instalado por los ingenieros biomédicos de LKC Technologies. En aquellos casos en los que no lo sea, siga estas instrucciones:

- Ejecute (haga doble clic) el archivo *MFERGSETUP.EXE*.
- Siga las indicaciones para instalar el software.

Después de instalar el software, ejecute el software multifocal. Aparecerá un cuadro pidiéndole una clave de software. Esta clave de software debe ser generada por el personal de LKC Technologies y es específica para su computadora. mfERG y mfVEP tienen dos claves de software diferentes. Si solicita ambas partes del software, necesitará dos claves. Enviar la información necesaria a LKC para que se puedan generar claves:

Espere hasta que la solicitud del número esté en la pantalla y luego presione la tecla PrtScr en su teclado. Esto copiará una imagen de mapa de bits de la pantalla en el Portapapeles de Windows.

Abra WordPad (en el menú Inicio, haga clic en All Programas -> Accesorios -> WordPad) y pegue el portapapeles en el documento.

Guarde el documento y envíelo a LKC.

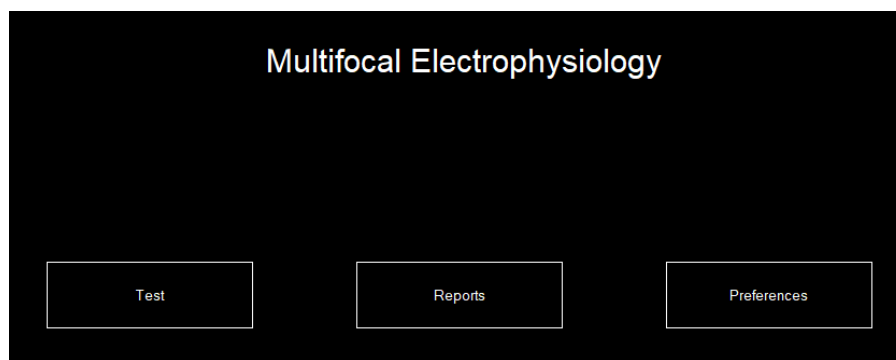
Cuando se le envíen las claves multifocales, se llamarán *MFERG. CLAVE* y *MFVEP. CLAVE*. Copie este archivo en el directorio C:\DataMFERG para habilitar el software. Si tiene alguna pregunta, llame o envíe un correo electrónico a la línea directa de atención al cliente de LKC.

Actualización a MFERG o MFVEP

Si ya tiene una clave de licencia para MFERG o MFVEP y desea actualizar a una configuración completa de MFERG + MFVEP, vaya a la página Preferencias y anote su sistema Computadora ID. Envíe este ID# por correo electrónico a support@lkc.com con una solicitud de una clave de licencia MFERG o MFVEP (el costo podría aplicarse).

Configuración de software - Preferencias

Haga doble clic en el icono mfERG en su escritorio.



Ir a la pantalla Preferencias

Institution Name: LKC Technologies

Address: 2 Professional Drive, Suite 222
Gaithersburg, MD 20879

Font: 12

MFERP Preferences

Report Format: Multi-focal ERG

Report Title: Multi-focal ERG

Font: 10

Database File: C:\Data\MFERG\mfERG.mdb

Select a Database Create a New Database

Date Format: ☒ MM/DD/YYYY ☐ DD/MM/YYYY

MFVEP Preferences

Report Format: Multi-focal VEP

Report Title: Multi-focal VEP

Database File: C:\Data\MFERG\mfVEP.mdb

Select a Database Create a New Database

Max Report Font Size: 12

Report font size may be reduced to fit on printed page.

System Setup Back

Ingrese la información de su práctica en los cuadros superiores. Este encabezado se imprimirá en cada página del informe.

Puede introducir diferentes títulos para los informes MFERG y MFVEP que aparecerán en los informes impresos.

Seleccione una base de datos

Al hacer clic en este botón, puede cambiar la base de datos predeterminada. Al hacer clic en el botón, aparecerá una pantalla que enumera los nombres de todas las bases de datos mfERG disponibles. Haga doble clic en el que desea seleccionar o haga clic en él una vez y luego haga clic en **Aceptar**. El nombre de la base de datos predeterminada aparece a la derecha del botón.

Crear una nueva base de datos

Al hacer clic en este botón, se le pedirá el nombre de una nueva base de datos. No se le permitirá crear una base de datos si ya existe una del mismo nombre. Al crear una nueva base de datos, se selecciona automáticamente como base de datos predeterminada.

Se utilizan diferentes bases de datos para almacenar datos MFERG y MFVEP.

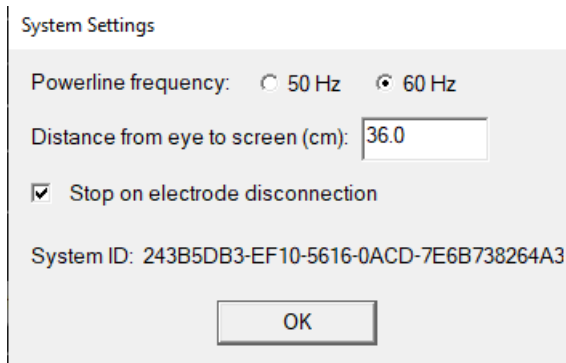
All bases de datos multifocales se almacenan en la carpeta C:\Data\MFERG



No debe almacenar datos de mfERG versión 2.0.0 o posterior en una base de datos que contenga registros mfERG de una versión anterior de mfERG. Los registros no son compatibles.

configuración System

Al hacer clic en el botón de configuración del sistema, los usuarios podrán cambiar la configuración específica del software:



System Settings

Powerline frequency: ☐ 50 Hz ☒ 60 Hz

Distance from eye to screen (cm):

☒ Stop on electrode disconnection

System ID: 243B5DB3-EF10-5616-0ACD-7E6B738264A3

OK

- El usuario puede seleccionar la frecuencia principal de la línea eléctrica para que el sistema la establezca como predeterminada para el filtrado
- El usuario puede ajustar la distancia del ojo al monitor en función del tamaño del monitor y el campo de visión.
- El usuario puede seleccionar si desea habilitar la opción de desconexión del electrodo durante la prueba. La desactivación de la opción de desconexión del electrodo hará que el sistema ignore los eventos de desconexión del electrodo.

Exportación de datos

Para imprimir o exportar datos o gráficos en cualquiera de las vistas de análisis, haga clic en uno de los botones en la parte inferior izquierda de la pantalla.

Después de hacer clic en el botón Imprimir, aparecerá una pantalla de opciones (ver más abajo) que permite la selección de la impresora y las vistas de análisis deseadas. All vistas seleccionadas se imprimirán en la misma página. Puede imprimir una, varias o todas las vistas de análisis en una sola página.

Después de hacer clic en el **botón Exportar datos** o **Exportar gráfico**, aparecerá un menú emergente que permite que los datos/gráficos exportados se envíen al portapapeles o se guarden directamente en un archivo .txt (para datos), o . png, .jpg o .bmp (para gráficos)..

Print Settings

Printer

Name: SHARP MX-2640N PCL6 Properties

Status: Ready

Type: SHARP MX-2640N PCL6

Where: 192.168.25.200

Comment:

Print range

☒ All

☐ Pages from: 0 to: 0

☐ Selection

Copies

Number of copies: 1

3 1

Sections

☒ Trace Array ☐ Amplitude Time

☐ 3-D Plot ☐ Region / Ring Ratios

OK Cancel

Copia de seguridad de datos

LKC recomienda hacer una copia de seguridad de las bases de datos existentes para garantizar que los datos de los pacientes no se pierdan inesperadamente. Por lo tanto, es una buena práctica realizar copias de seguridad de los datos con frecuencia. La frecuencia depende de la cantidad de datos que estén dispuestos a perderse. Para hacer una copia de seguridad de una base de datos, vaya a la unidad C local. En la unidad C local, busque la carpeta DataMFERG. Busque el archivo de base de datos deseado que termina en el tipo de archivo .mdb. Copie la base de datos y guárdela en una unidad o servidor externo para realizar una copia de seguridad. Se recomienda realice una copia de seguridad de que se las bases de datos en un sistema de archivos diferente al de la base de datos original.

Multifocal ERG

1.0 Introducción

1.1 ¿Qué es una prueba multifocal?

Las pruebas multifocales son una forma de registrar un electroretinograma (ERG) de muchas regiones de la retina para obtener un mapa de la función retiniana. Una prueba multifocal utiliza una pantalla de computadora como estimulador y la divide en una serie de áreas de prueba más pequeñas. Cada área de prueba se estimula utilizando una secuencia de encendido y apagado que difiere en el tiempo de todas las demás áreas de prueba. Las respuestas evocadas se recopilan simultáneamente de todas las áreas estimuladas, y los datos resultantes se procesan después del registro para extraer las respuestas individuales.

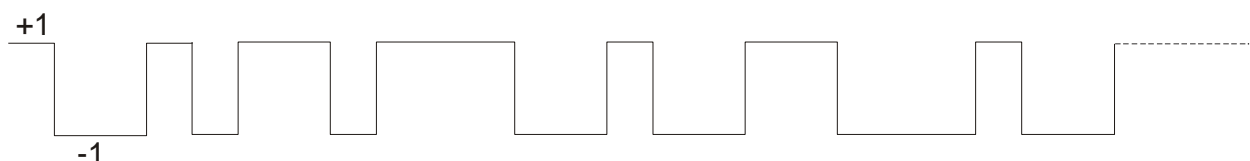
1.2 ¿Cómo funciona un ERG multifocal?

En el mfERG, la pantalla que ve el paciente se divide en una serie de elementos hexagonales, de 19 a 241. Cada hexágono estimulará una pequeña porción de la retina, y el mfERG permitirá que la respuesta de esa porción se registre por separado de otras porciones de la retina. La amplitud de la respuesta de la retina sana es proporcional al número de fotorreceptores contenidos en el área estimulada. Es convencional escalar los hexágonos mfERG de modo que cada hexágono estimule aproximadamente el mismo número de fotorreceptores para que cada hexágono tenga una relación señal-ruido similar. Esto da como resultado un patrón que tiene pequeños hexágonos en la región central y hexágonos más grandes con una distancia creciente de la fovea.

Los ERG multifocales son pruebas fotópicas (adaptadas a la luz) y proporcionan información sobre la vía visual basada en conos. Al igual que con los ERG convencionales, la señal registrada desde el ojo se deriva principalmente de los conos, las células bipolares de encendido y apagado, Müller y posiblemente las células ganglionares. Sin embargo, el mfERG no es solo "un poco ERG". Para un discusión completo, véase [Hood, 2000].

1,3 m-secuencias y núcleos

En teoría, siempre que cada uno de los hexágonos/sectores se muestre en un orden diferente, es posible recuperar la respuesta de cada uno. En la práctica, el mejor método para flashear los hexágonos es utilizar una *secuencia binaria pseudoaleatoria*. Una secuencia binaria pseudoaleatoria tiene 2 estados, designados +1 y -1, y cambia los estados en intervalos igualmente espaciados. En cada intervalo, la probabilidad de que la secuencia sea +1 o -1 es del 50%. Una secuencia típica podría tener este aspecto:



Cada aproximadamente 1/4" en el gráfico anterior representa un solo de estímulo período (13.9 ms) en la pantalla; cuando el valor de la secuencia es +1, el hexágono/sector se flashea y cuando el valor de la secuencia es -1 el hexágono/sector no se parpadea. La duración del flash es de aproximadamente 7 ms de largo. Cada hexágono/sector tiene una secuencia diferente de destellos.

Las secuencias binarias pseudoaleatorias eventualmente se repiten. Una secuencia que pasa por todas las permutaciones posibles de un grupo de estados contiguos antes de repetirse se denomina "secuencia máxima" o secuencia *m*. Las secuencias *m* utilizadas en el estímulo de 103 hexágonos, por ejemplo, utilizan permutaciones de un grupo de 15 o 16 estados contiguos, y se repiten después de 32.768 o 65.536 elementos. Estos se conocen como "secuencias *m* largas".

Extraer la señal para un hexágono individual de los datos grabados es sencillo: simplemente agregue todas las trazas donde ocurrió el flash (valor de secuencia = +1) y reste de eso todas las trazas donde no ocurrió el flash (valor de secuencia = -1). El resultado es la respuesta de la retina cubierta por este hexágono a un destello de luz. Esto también se conoce como el *núcleo de primer orden* del mfERG.

Utilizando la secuencia binaria pseudoaleatoria de longitud máxima (*secuencia m*), también es posible estudiar otros efectos. El *núcleo de segundo orden* del mfERG mide el efecto de un destello previo en la respuesta al destello actual y, por lo tanto, es una medida de la adaptación de la retina (especialmente la actividad de las células ganglionares). El núcleo de segundo orden es más difícil de registrar e interpretar y generalmente no se usa clínicamente.

1.4 Campo de visión

El campo de visión del multifocal está determinado por 2 factores: el tamaño de la pantalla del monitor y la distancia desde el monitor hasta el paciente. El tamaño de los patrones utilizados en el LKC multifocal depende del tamaño de la pantalla, siguiendo nuestras pautas para las distancias de visualización y luego el campo de visión total de 45° ($\pm 5^\circ$). Para obtener más información sobre el cálculo de la subtensión visual de los estímulos basados en monitores, consulte las pautas de calibración de ISCEV. [CSC, 2003]

1.5 ¿Cuándo es útil el mfERG?

El mfERG es principalmente útil en la detección de trastornos de la retina central y periférica media donde puede haber parches de disfunción retiniana. Los trastornos en los que el mfERG ha demostrado ser especialmente útil incluyen:

- Retinopatía por hidroxycloroquina (Plaquenil)
- Retinopatía diabética
- Degeneración macular temprana relacionada con la edad
- Síndromes de puntos blancos como MEWDS, AZOOR y coroiditis multifocal
- Oclusión de la vena ramificada y oclusión de la vena central de la retina
- Enfermedad de Stargardt
- Distrofia macular oculta / distrofia de cono focal
- Pérdida visual inexplicable

1.6 ¿Cuándo no es útil el mfERG ?

Debido a que el mfERG se basa en una fijación cuidadosa del paciente para obtener registros significativos, es menos útil en trastornos donde el paciente tiene un escotoma central grande. En trastornos de este tipo, el paciente 1) se fijará con un locus retiniano preferido que no sea la fovea o 2) fijará erráticamente. En cualquier caso, se pueden obtener resultados inexactos o engañosos de mfERG. Los trastornos con escotomas centrales grandes incluyen:

- Degeneración macular avanzada relacionada con la edad
- Edema macular diabético significativo
- Enfermedad de Stargardt avanzada
- Retinosis pigmentaria avanzada con deterioro macular

Otros trastornos que también pueden causar que un paciente no pueda fijarse lo suficiente para las pruebas de mfERG incluyen:

- Nistagma
- Golpe
- Lesión cerebral traumática

2.0 Preparación para una grabación mfERG

2.1 El paciente

Antes del registro, el paciente debe ser dilatado con un midriático de corta duración como 1% de tropicamida (*Mydriacyl*, *Mydral*, etc.). Espere al menos 15 minutos para que el medicamento surta efecto. El paciente **no debe** estar adaptado a la oscuridad para esta prueba, pero si ha estado expuesto a luces brillantes (como la lámpara de hendidura, la fotografía del fondo de ojo, la angiografía con fluoresceína) espere al menos 10 minutos antes de la prueba.

Debido a que esta prueba requiere largos períodos de fijación sin parpadear (15 segundos a la vez), recomendamos que se use un anestésico local tanto en el ojo como si se graba solo desde un ojo. La anestesia en el ojo contralateral facilitará que el paciente evite parpadear durante la prueba.

2.2 Electrodo



El contacto deficiente o inestable con los electrodos es una de las principales causas de las grabaciones mfERG de mala calidad. Le recomendamos que preste especial atención a la preparación, colocación y limpieza adecuadas de los electrodos para la grabación de mfERG.

2.2.1 Electrodo activo

Las mejores grabaciones de mfERG se obtendrán utilizando electrodos de lentes de contacto bipolares como el electrodo Burian-Allen que se muestra a la derecha o el electrodo bipolar mayo. Si utiliza un electrodo bipolar, conecte la lente de contacto (cable blanco o rojo) en el canal 1 + y el espéculo (cable negro) en el canal 1 -. Si graba binocularmente, enchufe el segundo electrodo de manera similar en el Canal 2. El electrodo Burian-Allen también está disponible en una configuración monopolar; los electrodos monopolares Burian-Allen requieren el uso de un electrodo indiferente separado (ver sección 2.2.2). Se debe usar anestesia en el ojo con este electrodo.



Puede obtener buenas grabaciones mfERG utilizando el electrodo DTL. El electrodo DTL Plus (disponible en LKC Technologies) tiene 2 almohadillas de espuma adhesiva para mantener el hilo en su lugar. Limpie la nariz cerca del canto nasal y la piel cerca del canto temporal con alcohol y deje que se seque. Coloque la almohadilla de espuma adhesiva más pequeña en el canto nasal con el hilo apuntando hacia el ojo. Mientras el paciente mira hacia arriba, cubra el hilo en la esclerótica por encima del párpado inferior, luego coloque la almohadilla de espuma adhesiva más grande a la piel cerca del canto temporal. Cuando el paciente mira hacia adelante, el hilo debe estar en contacto con la córnea. La anestesia es opcional con este electrodo.



Los electrodos ERG Jet también se pueden utilizar como electrodos monopolares. Estos electrodos son electrodos de lentes de contacto con una región de contacto de anillo de oro. Se debe usar anestesia en el ojo con este electrodo.



2.2.2 Electrodo indiferente

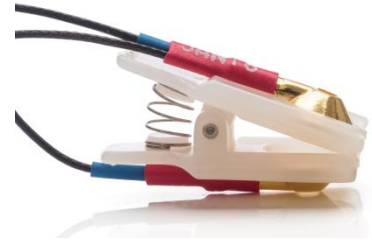
Si usa un electrodo monopolar, coloque el electrodo indiferente (de referencia) cerca del canto temporal del ojo desde el que está grabando, o alternativamente en la frente. De cualquier manera, limpie el sitio del electrodo con una almohadilla de preparación o alcohol para eliminar los aceites de la piel, el maquillaje, etc. antes de conectar el electrodo.

Si usa el canto temporal, use un electrodo de copa de oro (VEP) con crema de electrodo (no gel) y colóquelo lo más cerca posible del canto temporal. (Si usó un electrodo DTL Plus, coloque primero la DTL, ya que la almohadilla de espuma adhesiva debe ubicarse con precisión. Luego coloque el electrodo indiferente). Conecte los electrodos activos al Canal 1 + (y 2 + si graba desde dos ojos) y el electrodo indiferente al Canal 1 – (y 2 –).

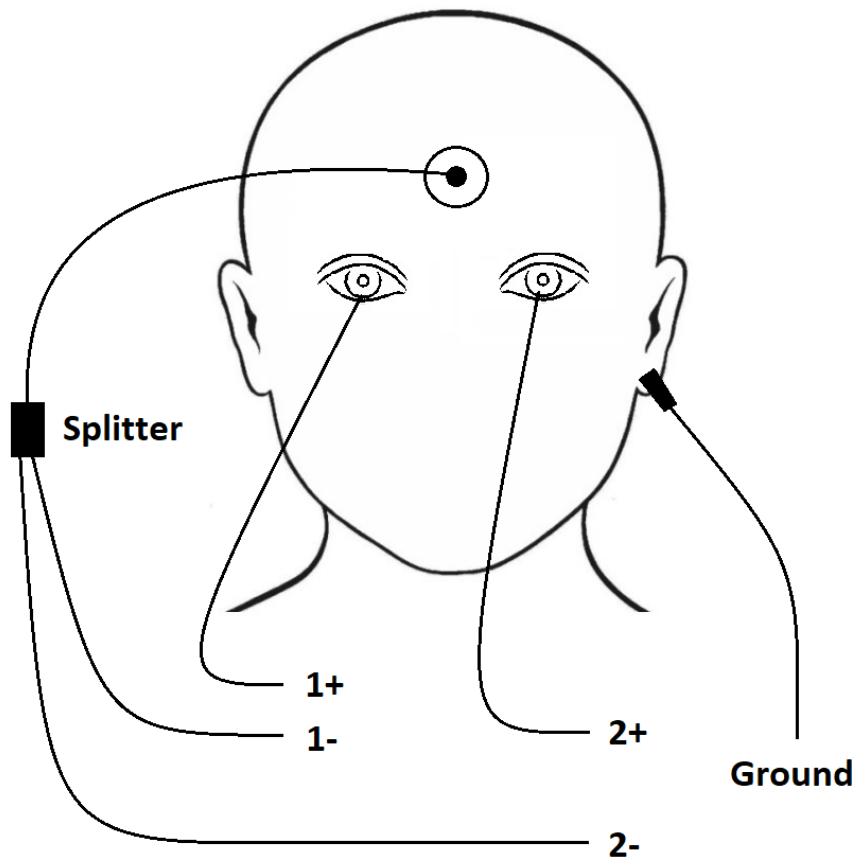
Si elige la frente para su electrodo indiferente, use un electrodo de ECG y un clip de tierra. O puede usar un electrodo de copa de oro (VEP) con crema de electrodo.

2.2.3 Electrodo de tierra

Un electrodo de clip para la oreja hace un excelente suelo. Limpie un lóbulo de la oreja con alcohol y deje que se seque. Coloque Electrode Gel (no crema) en ambas tazas del electrodo y colóquelo en el lóbulo de la oreja preparado. Conecte este electrodo a la entrada de tierra (G).

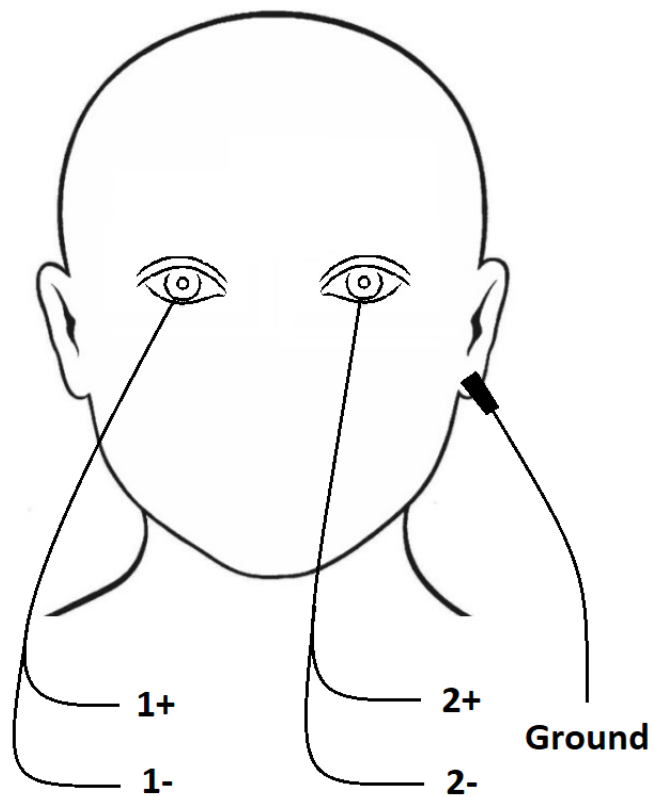


Configuración de ERG utilizando electrodos monopolares (es decir, ERG-Jet, DTL). Tenga en cuenta que el electrodo de puesta a tierra es un clip para la oreja lleno de gel, los electrodos de referencia son electrodos de copa de oro llenos de crema, y el electrodo positivo o activo se muestra aquí con un tipo de electrodo de lente corneal monopolar (mantenga la misma configuración para cualquier otro tipo de electrodo ERG monopolar).



Colocación de electrodos monopolares (ERG-Jet, DTL...)

Configuración ERG/MFERG mediante electrodos bipolares (Burian-Allen).
Tenga en cuenta que el electrodo de conexión a tierra es un clip para la oreja lleno de gel.



Colocación de electrodos de lentes de contacto bipolares

2.3 Refracción

"Existe cierta controversia sobre si la agudeza es crítica para el mfERG, al menos dentro de un rango de $\pm 6D$ de la emmetropía, por lo que algunos expertos consideran que la refracción es innecesaria dentro de estos límites". [Marmor, 2003]

Si elige refractar a sus pacientes antes de grabar, le recomendamos que incluya un complemento +3 D (lente de dioptrías) para compensar la distancia de la pantalla de grabación (~ 30 cm). Además, debe tener en cuenta que la corrección refractiva significativa cambiará el tamaño de la retina de los elementos del patrón y puede limitar su capacidad para comparar los resultados entre pacientes.

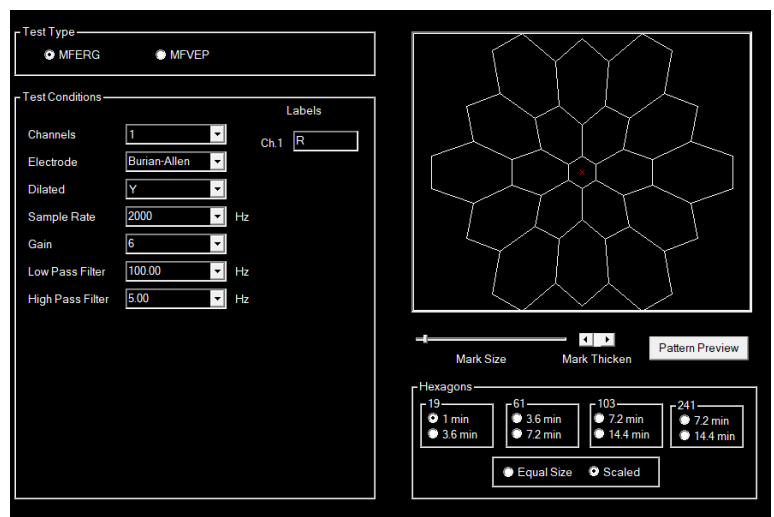
2.4 Iluminación ambiental

El mfERG es una prueba fotópica y debe realizarse con las luces de la habitación encendidas. La intensidad de luz ideal para las luces de la habitación es aquella que produce una iluminación para el sujeto cercana a la del promedio de la pantalla de estímulo (100 cd/m²). Si las luces de la habitación son demasiado brillantes, puede haber reflejos de la pantalla del paciente que interferirán con la grabación del mfERG.

2.5 Problemas con pacientes con discapacidad visual

Los pacientes con discapacidad visual central significativa tendrán dificultades para fijarse en la pantalla. El objetivo de fijación habitual es una pequeña "X" en el centro del hexágono central. Este objetivo de fijación se puede alargar y engrosar. El control **Mark Size** determina la longitud de las patas de la "X", mientras que el **Mark Thicken** control determina el grosor de las patas.

Los pacientes con visión central deficiente a veces pueden fijarse centrando la "X" agrandada en su visión restante. Esto, sin embargo, es un movimiento de desesperación, ya que es poco probable que su fijación se mantenga lo suficientemente estable como para buenas grabaciones mfERG. En general, no debe cambiar la fijación "X" del tamaño predeterminado, ya que oscurecerá una mayor proporción de los hexágonos mfERG, lo que provocará una disminución de la amplitud de respuesta.



2.6 Monitoreo de fijación

Se proporciona una cámara para permitirle monitorear al paciente durante las pruebas multifocales. La cámara está montada en el borde superior del monitor estimulador. La imagen de la cámara se muestra en la pantalla del operador de la computadora. Esta cámara le permite ver si:

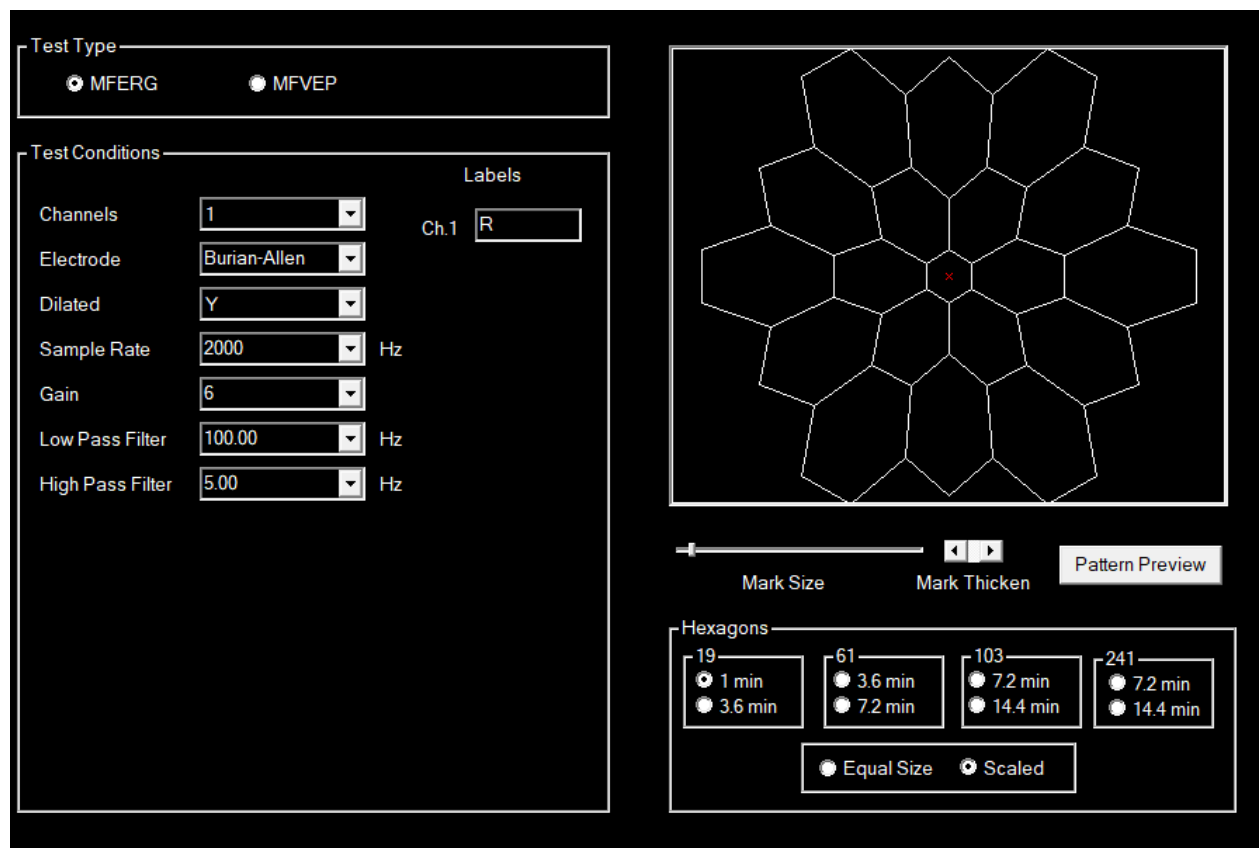
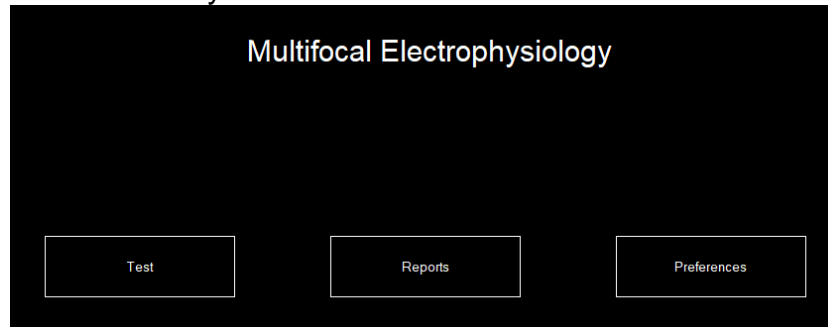
- el paciente está parpadeando o moviendo los ojos,
- se ha caído un electrodo, o

- el paciente está muy desfocado.

La cámara no le permite determinar si el paciente está ligeramente desconectado como en el caso de un paciente con un escotoma central que utiliza un locus retiniano preferido alternativo. Nada menos que una cámara de retina le permitirá determinar si el hexágono central está cayendo directamente sobre la fovea.

3.0 Ejecución de la prueba

Abra el software multifocal y seleccione *Probar*.

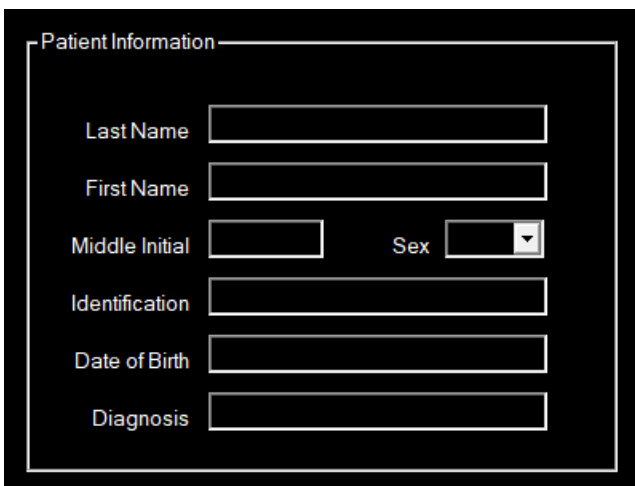


3.1 Tipo de prueba

Selecione MFERG, si la opción no aparece, esto significa que no tiene una licencia MFERG. Consulte la sección de configuración del sistema de este manual para actualizar.

3.2 Información para el paciente

Se requiere apellido o identificación y fecha de nacimiento para comenzar una prueba.

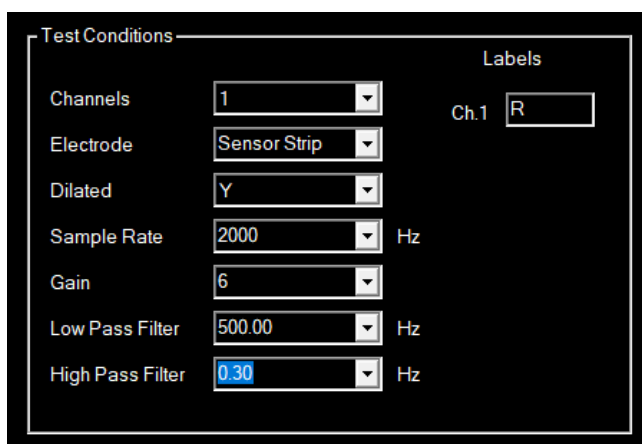
A screenshot of a 'Patient Information' form. It contains several input fields: 'Last Name', 'First Name', 'Middle Initial', 'Identification', 'Date of Birth', and 'Diagnosis'. There is also a 'Sex' dropdown menu. The form is titled 'Patient Information' at the top left.

3.3 Canales y etiquetas

Número de canal: todos los sistemas pueden grabar monocular o binocularmente. El software se ajusta automáticamente de forma predeterminada al ojo derecho en el canal 1 y al ojo izquierdo en el canal 2.



Si solo está grabando desde 1 ojo / 1 canal a la vez, siempre use el canal 1.

A screenshot of a 'Test Conditions' form. It contains several dropdown menus and input fields: 'Channels' (set to 1), 'Electrode' (set to Sensor Strip), 'Dilated' (set to Y), 'Sample Rate' (set to 2000 Hz), 'Gain' (set to 6), 'Low Pass Filter' (set to 500.00 Hz), and 'High Pass Filter' (set to 0.30 Hz). There is also a 'Labels' section with 'Ch.1' set to 'R'.

3.4 Selección de patrones

Hay tres elementos a considerar al seleccionar una prueba mfERG:

- Número de hexágonos
- Escalado de hexágonos
- Longitud de la secuencia m

El software mfERG le proporciona varias opciones de número de hexágonos y longitud de la secuencia m para satisfacer sus necesidades clínicas.

Número de hexágonos

Cuanto mayor sea el número de hexágonos desde los que registre, menor será la señal de cada hexágono. Dado que el ruido generado durante la grabación es independiente del tamaño del hexágono, los hexágonos más grandes (que producen señales más altas) dan una mejor relación señal-ruido y, por lo tanto, permiten tiempos de grabación más cortos de un paciente. Por lo tanto, en general, debe registrar utilizando el menor número de hexágonos que le permitirán resolver el

trastorno. Encontramos que 61 hexágonos proporcionan un buen compromiso para muchos trastornos.

Escalado de hexágonos

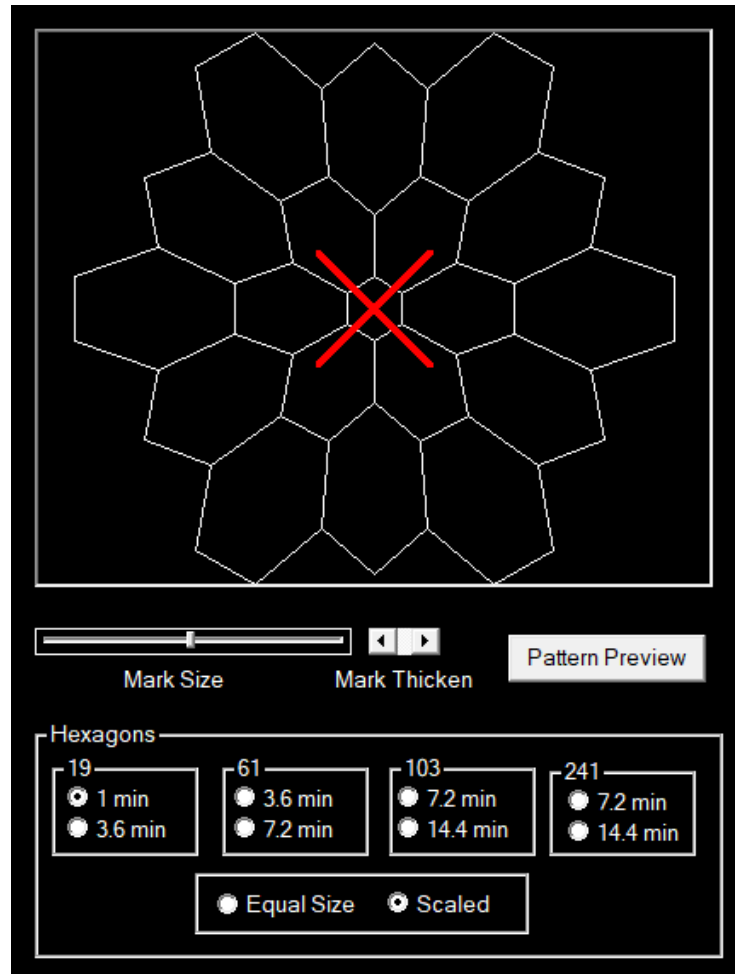
Si está grabando desde ojos humanos, le recomendamos que use los hexágonos a escala. La escala de los hexágonos con excentricidad es tal que cada hexágono estimula aproximadamente el mismo número de conos, lo que lleva a respuestas de amplitud aproximadamente iguales en cada hexágono.

Si está grabando desde animales, le recomendamos que use hexágonos de igual tamaño. Los mfERG que utilizan hexágonos de igual tamaño se interpretan más fácilmente cuando la fijación es incierta. Además, muchas especies animales tienen perfiles de densidad de conos que son significativamente diferentes de los de los humanos.

m-secuencias

Las secuencias m más largas permiten un mayor promedio de datos y, por lo tanto, proporcionan grabaciones más silenciosas. Cuando se usan electrodos más ruidosos, como electrodos DTL, se debe usar una secuencia m más larga. En general, el ruido disminuye por la raíz cuadrada del tiempo de grabación, por lo que grabar durante 4 veces más tiempo reducirá el ruido a aproximadamente 1/2 de su valor original. LKC clasifica las secuencias m por el tiempo aproximado que se tarda en completar una grabación. (Dado que presentamos estímulos a una velocidad de 72 Hz, hay $72 \times 60 = 4320$ estímulos por minuto).

Tiempo de grabación	Longitud de la secuencia m
1 min	4 096 (12 bits)
4 minutos	16 384 (14 bits)
8 min	32 768 (15 bits)
15 minutos	65 536 (16 bits)



Los tiempos de grabación recomendados para diferentes electrodos son:

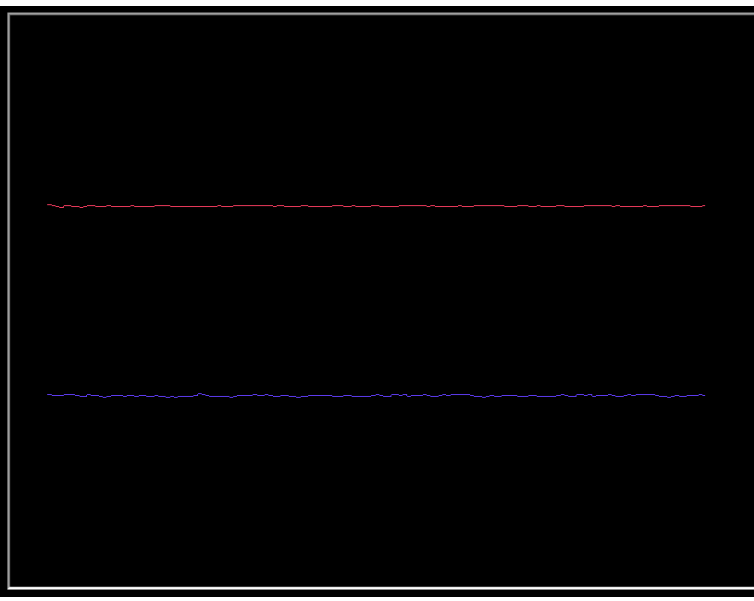
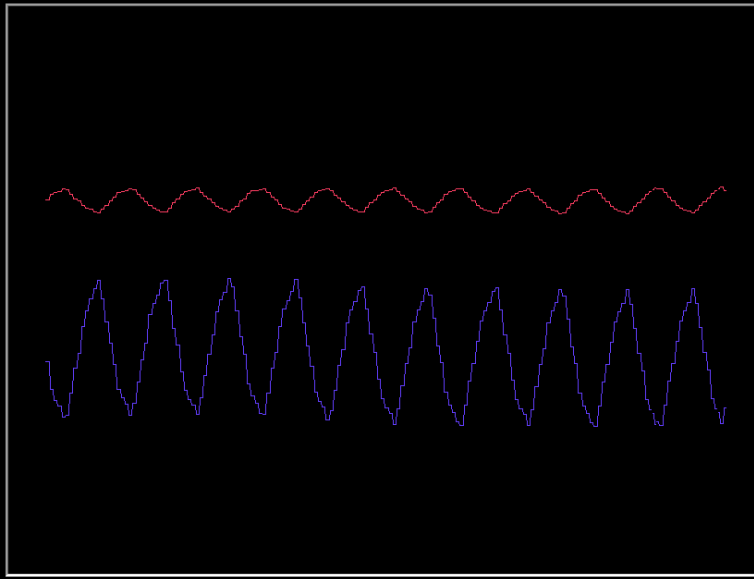
Hexágonos	Grabación con electrodos Burian-Allen	Grabación con electrodos DTL o ERG Jet
19	1 min	4 minutos
61	4 minutos	8 min
103	8 min	15 minutos
241	8 min grabado dos veces y promediado	15 minutos grabados 4 veces y promediados

3.5 Datos de registro



Base

Después de colocar los electrodos en el paciente y conectarlos al amplificador o al cable del paciente, debe ejecutar la línea de base para asegurarse de que todas las conexiones funcionen correctamente y que el paciente pueda mantener una fijación constante. Haga que el paciente coloque su barbilla en el reposacabezas y ajuste la altura del reposacabezas si es necesario. Luego haga que el paciente mire directamente a la fijación roja "X" en la pantalla. Haga clic en **Línea base**. El sistema comenzará a recopilar datos sin presentar un estímulo y le permitirá observar los datos de referencia del paciente. A continuación se muestran ejemplos de trazados de referencia buenos y pobres.

<p>Buena línea de base</p>	
<p>Línea de base incorrecta</p> <p>Esta línea de base tiene un ruido de red excesivo (50/60 Hz). Lo más probable es que sea causada por una mala conexión de electrodos, aunque hay otras posibles explicaciones para el ruido.</p> <p>El análisis incluye la eliminación de la interferencia de la línea eléctrica, por lo que no se requiere la eliminación completa de la interferencia de la línea eléctrica.</p>	

3.6 Registro

El software LKC mfERG divide las grabaciones en una serie de **segmentos**. Durante cada segmento, el paciente debe fijarse en el objetivo de fijación sin parpadear. Después de cada segmento, el paciente puede parpadear o descansar antes de continuar. Las secuencias más largas tienen más segmentos.

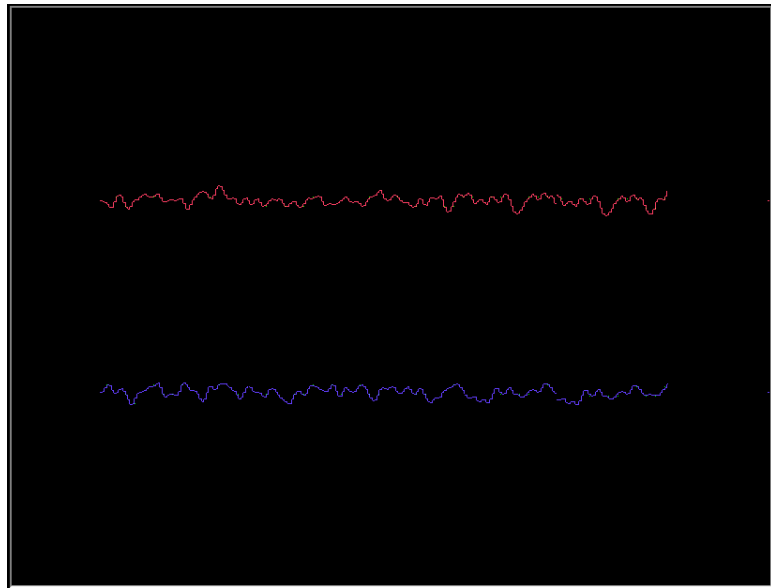
Cada segmento consta de una serie de **pasos**. Cada paso es una presentación de estímulo, por lo que hay 72 pasos por segundo. Hay 1024 pasos por segmento, por lo que un segmento es $1024 / 72 = 14$ segundos de duración, más otra fracción de segundo para la sincronización y mezcla de los segmentos. El progreso de cada segmento se muestra en la pantalla como una fracción del número total de pasos en

el segmento, por ejemplo, 257/1024. El progreso del segmento se actualiza cada 16 pasos.

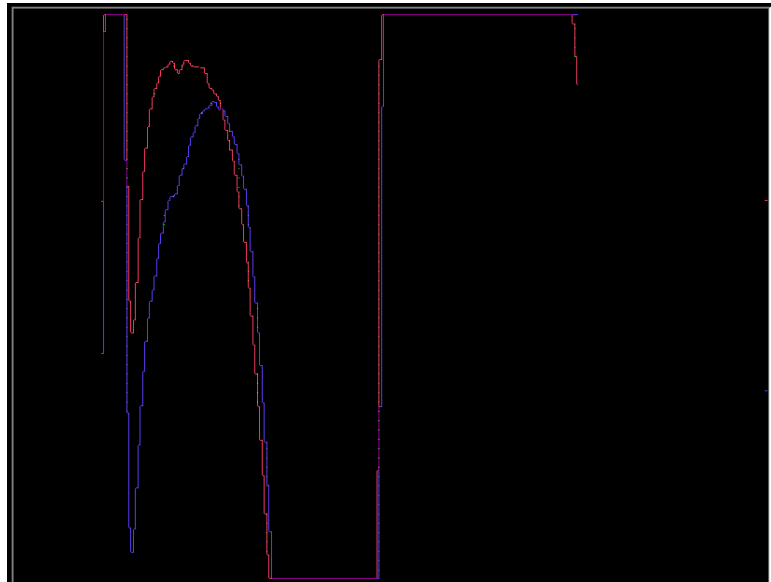
Durante la grabación, una ventana mostrará los datos de cada 16 pasos. Debe observar cuidadosamente los datos mostrados para asegurarse de que ningún movimiento ocular u otros artefactos contaminen la grabación. A continuación se muestran ejemplos de rastreos buenos y malos. En general, si los datos registrados parecen salir de la ventana, el artefacto es inaceptablemente grande y ese segmento debe volver a grabarse.

Durante la grabación de un segmento, **la interrupción** se puede utilizar si el paciente parpadeó o se movió y necesita repetir el segmento actual.

Este es un buen rastro de registro durante la adquisición.

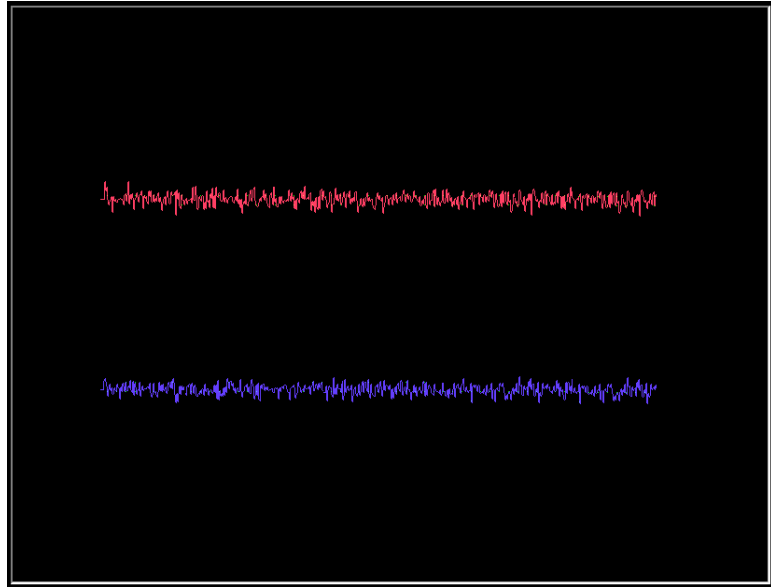


Este es un ejemplo de un artefacto de parpadeo durante la grabación. Si se producen demasiados artefactos de parpadeo, el segmento debe interrumpirse (haga clic en el botón Interrumpir) y repetirse (haga clic en el **Repeat**). botón

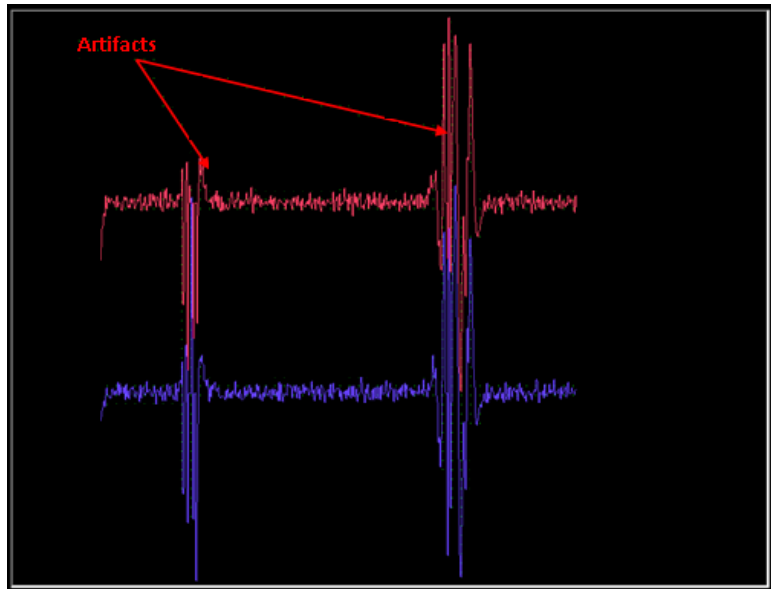


Al final del segmento, se realiza el procesamiento inicial para eliminar artefactos y se muestra el segmento. En este punto, el segmento se puede repetir o puede continuar con el **segmento Next**.

Esta es una buena grabación. La respuesta del ojo a la señal mfERG es visible (pequeñas wavelets), no hay grandes movimientos oculares, y todos los datos están dentro de los límites de la pantalla y son relativamente consistentes en amplitud.



Este es un segmento que contiene dos grandes movimientos oculares. El movimiento ocular tiene mayor amplitud que el resto de la forma de onda. Los artefactos de parpadeo serán eliminados por los algoritmos de procesamiento. Sin embargo, si el % de artefactos que se muestra encima del gráfico es mayor que un pequeño porcentaje, el segmento debe volver a registrarse. En este caso, seleccione **Repeat segmento** para volver a grabar.



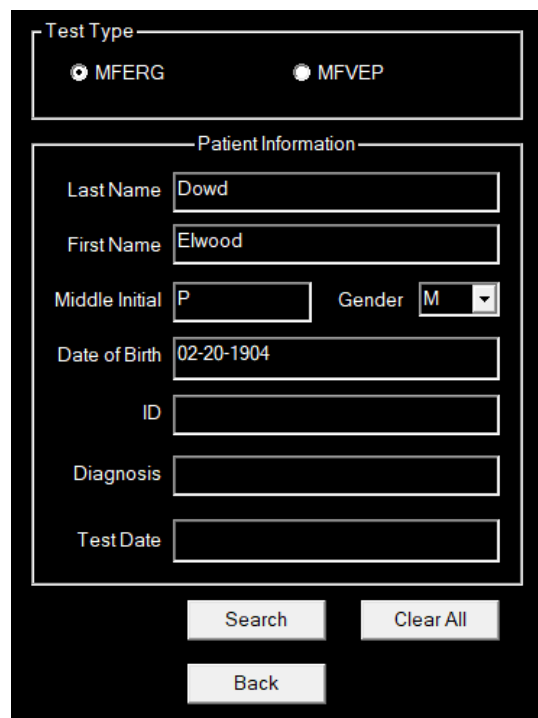
Siga grabando hasta que todos los segmentos estén listos. Luego haga clic en **Guardar prueba** para almacenar los datos.

Una vez almacenados los datos la pantalla **Análisis** , se muestra.

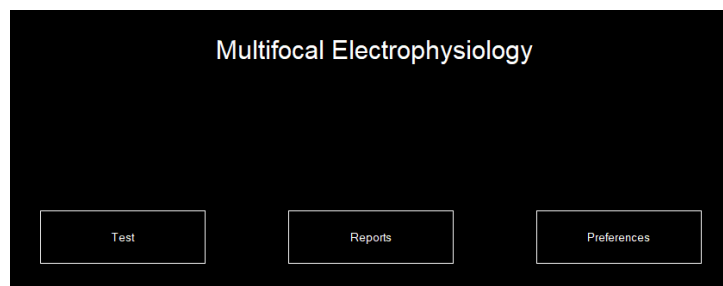
4.0 Análisis e informe de datos MFERG

de mfERG Los resultados pueden estar influenciados por el estimulador exacto utilizado, por lo tanto, el fabricante y el modelo del estimulador deben incluirse en los informes para ayudar a comparar los datos de mfERG con los resultados de un sistema que utiliza un tipo de estimulador diferente.

4.1 Encontrar los datos de un paciente



The screenshot shows a software window titled "Patient Information". At the top, there is a "Test Type" section with two radio buttons: "MFERG" (selected) and "MFVEP". Below this, the "Patient Information" section contains several input fields: "Last Name" (Dowd), "First Name" (Elwood), "Middle Initial" (P), "Gender" (M, selected from a dropdown), "Date of Birth" (02-20-1904), "ID", "Diagnosis", and "Test Date". At the bottom of the form, there are three buttons: "Search", "Clear All", and "Back".



Inicie el software multifocal y vaya a **Informes**.

Seleccione MFERG en Tipo de prueba

A continuación, introduzca los parámetros de búsqueda (ejemplo a la derecha)

Al hacer clic en **Buscar**, se muestran todas las grabaciones mfERG con los parámetros coincidentes.

Borrar All borrará todos los campos de información del paciente

Haga clic en **Atrás** para ir a Main Menu

Seleccione hasta 4 grabaciones de la lista. Las grabaciones tendrán que ser el mismo **tipo de prueba** y **duración** de prueba para ser recuperadas juntas.

Seleccione haciendo clic con el botón izquierdo del ratón.

Index	Name	BirthDate	TestDate	TestType	TestLength	Label/Eye	
0	test	01/01/2011	09/23/2019	19	1 min	R	
1	test	01/01/2011	09/23/2019	19	1 min	R	
2	Doe, John	03/01/1970	09/23/2019	19	1 min	R	
3	Doe, John	03/01/1970	09/23/2019	19	1 min	L	
4	Doe, John	03/01/1970	09/23/2019	61	3.6 min	R	
5	Doe, John	03/01/1970	09/23/2019	61	3.6 min	L	
6	Doe, John	03/01/1970	09/23/2019	103	7.2 min	R	
7	Doe, John	03/01/1970	09/23/2019	103	7.2 min	L	
8	mf-557	08/08/1999	10/30/2019	19	1 min	R	
9	JS	09/06/1990	10/31/2019	61	7.2 min	R	
10	JS	09/06/1990	10/31/2019	61	7.2 min	L	
11	mf570	08/08/1999	11/18/2019	19	1 min	R	
12	mf553	08/08/1999	11/18/2019	19	1 min	Right	
13	mf553	08/08/1999	11/18/2019	19	1 min	Left	

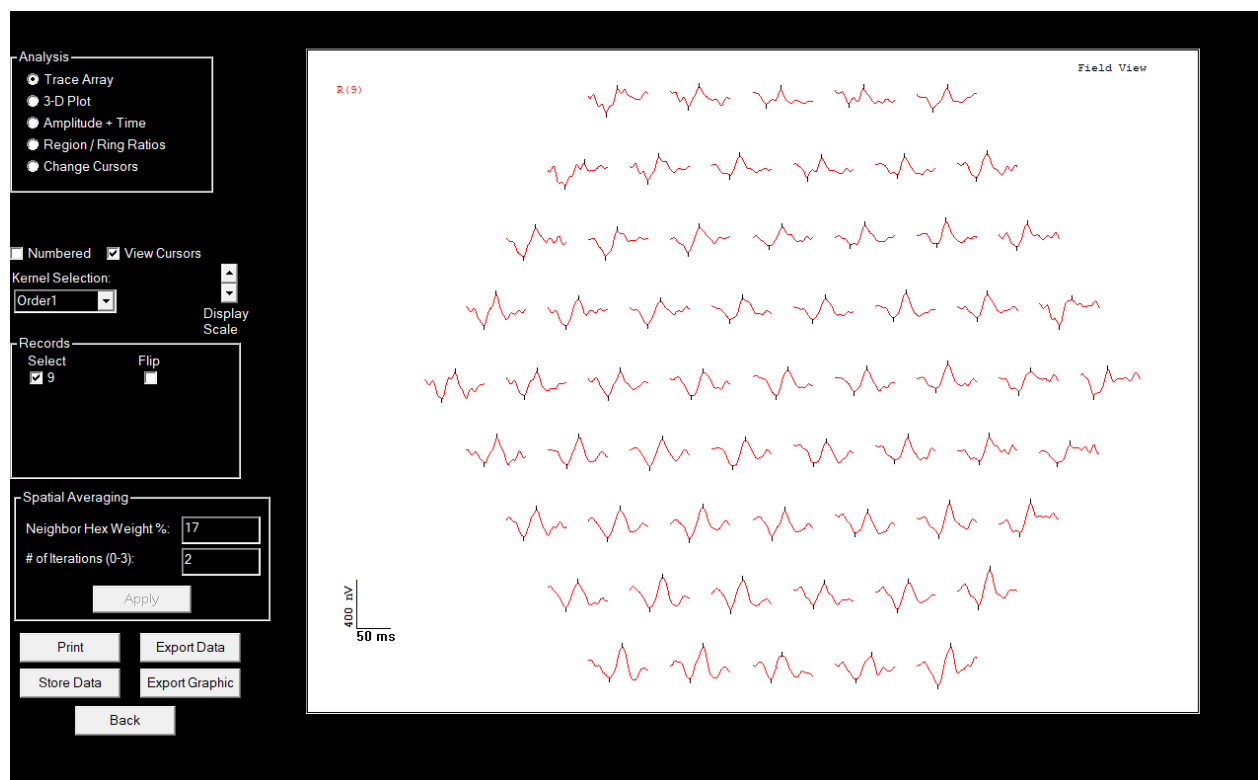
Haga clic en **Next** para ir a la página Análisis

4.2 Análisis de datos

Para todos los análisis mfERG, el kernel de 1er orden es la selección predeterminada.

Arreglo de discos de seguimiento

La vista **Matriz de trazas** muestra las formas de onda mfERG individuales para cada hexágono. Esta es la vista más importante de sus datos, ya que muestra si los artefactos están presentes y le permite interpretar mejor las formas de onda mfERG. Siempre debe imprimir la vista Trazar forma de onda como parte de un informe. Las matrices de seguimiento se presentan en la vista de campo: la forma de onda más a la derecha resulta del hexágono más a la derecha en la pantalla (a menos que se marque Flip), y la fila superior de formas de onda resulta de la fila superior de hexágonos en la pantalla.



Puede ajustar la ampliación de las formas de onda en la pantalla mediante el control deslizante **visualización Escala de** . Al hacer clic en la flecha hacia arriba, se agrandarán las formas de onda. La escala en la parte inferior izquierda de la pantalla cambiará para que se muestre la amplitud de forma de onda correcta.

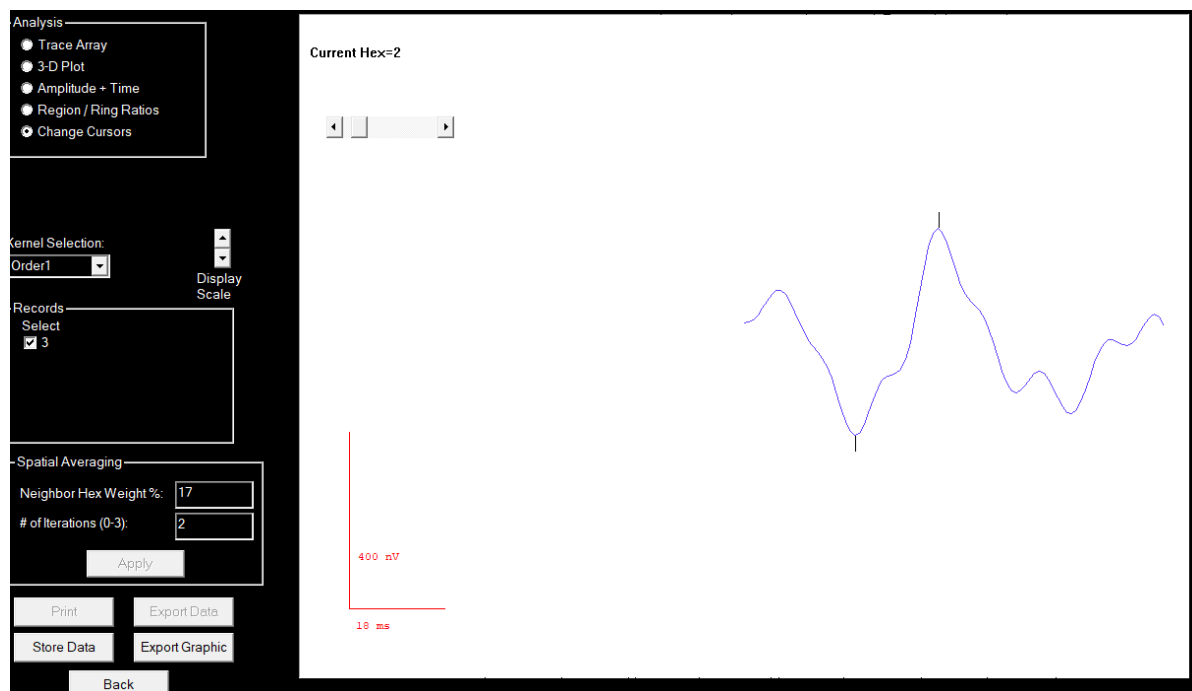
- **Numeradas** Activa la numeración secuencial de las trazas individuales.
- **Ver cursores** Muestra las marcas colocadas por el software para N1 y P1 (valores predeterminados como marcados)
- **Dar la vuelta** Espeja las formas de onda de una línea vertical. Hace que un ojo derecho aparezca como un ojo izquierdo o viceversa. Puede ser útil para superponer los ojos derecho e izquierdo.

En esta pantalla, debe observar la ubicación de los cursores en las formas de onda (la **casilla Ver cursores** debe estar marcada para ver los cursores). Si hay hexágonos para los que los cursores parecen estar colocados incorrectamente, puede ajustarlos utilizando **Cambiar cursores** bajo **análisis** en la esquina superior izquierda de la pantalla, que se describe a continuación.

Si tiene varios registros seleccionados, puede habilitar o deshabilitar la visualización de formas de onda individuales marcando la casilla **Seleccionar** junto a ellos.

Al marcar la casilla **Promedio**, se mostrará el promedio de todas las formas de onda seleccionadas.

Cambiar cursores



Los cursores se colocan automáticamente en las formas de onda utilizando una rutina de estiramiento de plantilla. [Capucha 1998] . Si bien esta técnica casi siempre colocará los cursores para N1 y P1 en la ubicación correcta, debe revisar la colocación de los cursores en la forma de onda. Si cree que deben ajustarse, puede hacerlo en la pantalla **Cambiar cursores**. Si hace clic en el botón de **opción Cambiar cursores**, se mostrará la pantalla de la derecha.

Puede ver la respuesta de cada hexágono haciendo clic en el control deslizante en la parte superior izquierda de la pantalla. Si no está de acuerdo con la posición del cursor, puede usar el mouse para ajustar la ubicación de los cursores en N1 y P1.

Haga clic debajo de la forma de onda para colocar el cursor para N1

Haga clic sobre la forma de onda para colocar el cursor de P1

Cuando haya corregido cualquier error de colocación del cursor, estará listo para continuar analizando sus formas de onda. Tenga en cuenta que los ajustes en las posiciones del cursor no se almacenan con la forma de onda.

Si se seleccionaron varias formas de onda y se promedió , **los cursores de cambio** le permitirán cambiar la ubicación del cursor en el promedio de las formas de onda seleccionadas.

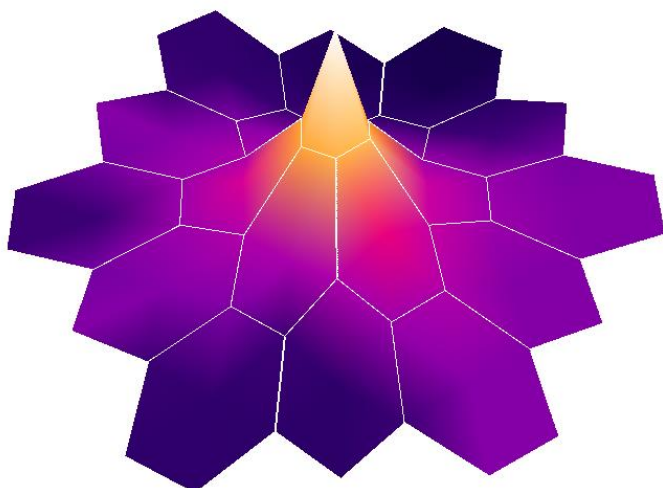
Amplitud y tiempo

Si desea ver los valores numéricos de las amplitudes del hexágono individuales y los tiempos implícitos, haga clic en el **amplitud y tiempo** análisis . La pantalla le mostrará la amplitud de la forma de onda (P1 – N1) como voltaje y el tiempo implícito de P1 en milisegundos. Esto se indica en la leyenda en la parte inferior izquierda del área gráfica. Puede desactivar la numeración de los hexágonos desmarcando la casilla **Numerados**.



varias formas de ondaSi se seleccionaron y promediaron , esta vista mostrará la amplitud y el tiempo de los cursores de la forma de onda promediada.

Argumento 3D

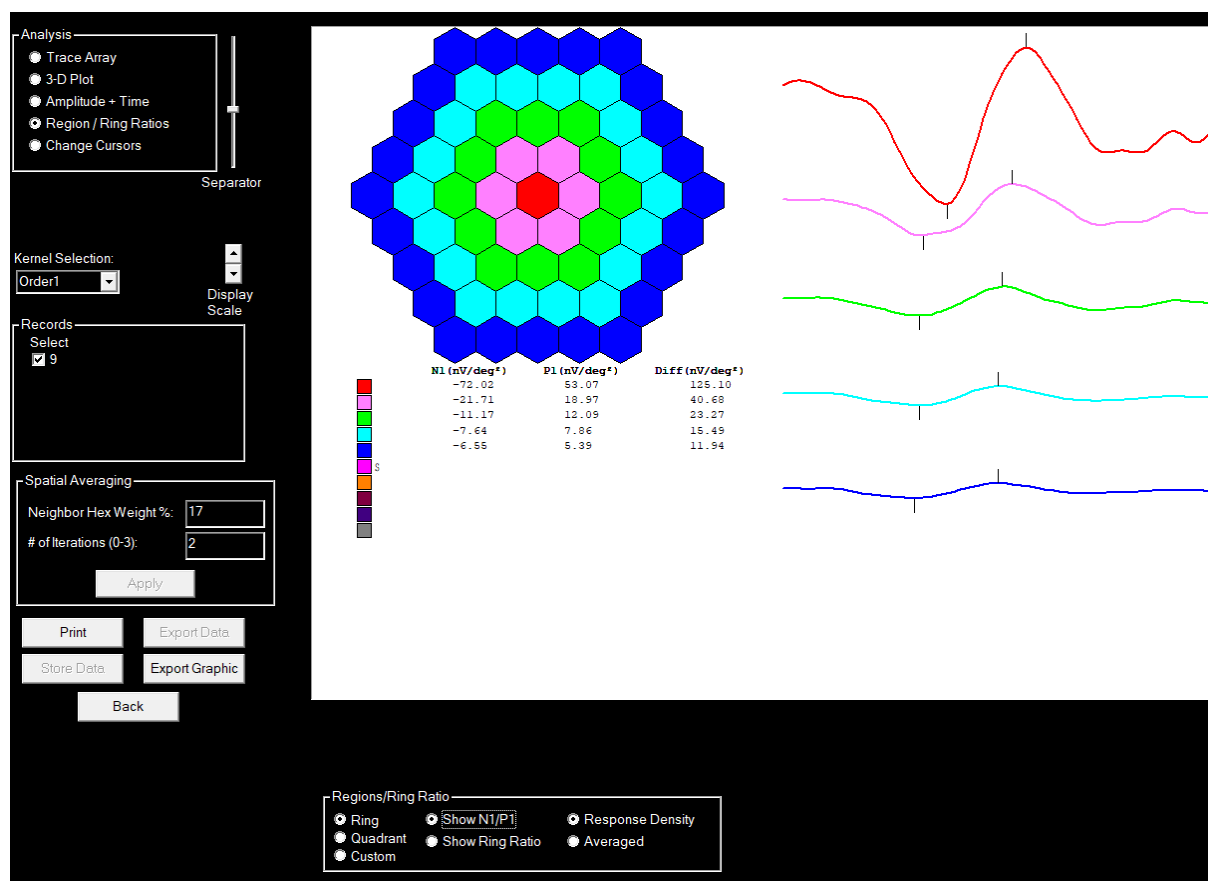


La gráfica 3D es posiblemente la más mal utilizada de las pantallas de datos mfERG. En la gráfica 3D, los datos se representan en nV / deg^2 . Ese es el valor del mfERG para un hexágono se divide por el área del hexágono (en grados cuadrados de ángulo visual). Dado que la densidad del cono es mayor en la fóvea, la gráfica 3D debería mostrar un pico de amplitud en la fóvea. Sin embargo, el Dr. Don Hood de la Universidad de Columbia ha demostrado que se puede generar una gráfica 3D convincentemente normal colocando los electrodos en un vaso de salina. Esto es cierto porque el ruido en cada hexágono es constante, por lo que la gráfica 3D a escala tiene una apariencia casi normal. Por lo tanto, es importante ver las formas de onda de traza antes de intentar interpretar la trama 3D.

Puede cambiar la apariencia de la gráfica 3D inclinando cualquiera de los 2 planos utilizando los controles deslizantes inmediatamente a la derecha e inmediatamente debajo del área del gráfico.

Promedio de regiones

En algunos trastornos, el mfERG se ve afectado en algún patrón regional. Por ejemplo, en la toxicidad de Plaquenil, las amplitudes mfERG se ven afectadas en los anillos pericentrales. En estos casos, puede tener sentido agrupar regiones del mfERG para su análisis. Véase [Lyons 2007] para un buen ejemplo de esto. Cuando haga clic por primera vez en el **botón Relación región/anillo**, se le presentará una pantalla donde todos los hexágonos se promedian en una sola respuesta.



El software mfERG le proporciona la capacidad de crear sus propias regiones y dos grupos regionales predeterminados comunes.

Crear sus propias regiones

Para crear una región de su propio diseño, primero debe hacer clic en **Personalizado** en el cuadro **Regiones/Relación de anillo**. Y luego seleccione uno de los cuadros de colores en la parte inferior izquierda de la pantalla. Debe aparecer una letra pequeña 'S' junto al cuadro, indicando que está seleccionado. Haga clic en los hexágonos que desea incluir en esta región. Continúe seleccionando grupos e incluyendo hexágonos hasta que se definan todos los grupos. Se pueden definir hasta 10 grupos.

Regiones predefinidas

Las regiones más comunes para el análisis de datos mfERG son anillos y cuadrantes.

Si selecciona Seleccionar **regiones de anillo**, el software creará automáticamente regiones de anillo como se muestra en la imagen en la parte superior de la página. Vea el ejemplo de una región de anillo mfERG de 19 hexágonos arriba.

Si selecciona **Regiones del cuadrante**, el software dividirá automáticamente los hexágonos en cuadrantes. Algunos hexágonos pueden incluirse en más de un cuadrante; esto se mostrará en el gráfico si es así.

Medición

Una vez definidas las regiones, puede medirlas seleccionando **Mostrar N1/P1** en el menú. El software colocará automáticamente cursores en las formas de onda promediadas para cada región y determinará la amplitud y latencia de N1, P1 y P1-N1. Estos se mostrarán en el área del gráfico. Puede ajustar manualmente la colocación de estos cursores haciendo clic en el cuadro que coincide con el color de la onda que le interesa ajustar (aparecerá una "S" junto al cuadro seleccionado para mostrar que se ha seleccionado), luego haciendo clic y arrastrando los cursores a la posición deseada. Los valores de amplitud y latencia se actualizarán automáticamente a medida que realice cambios.

Si se seleccionó Anillo como **selección de región**, también puede seleccionar **Mostrar relación de anillo** como medida.

Unidades de análisis de anillos

Hay dos opciones de unidades para mostrar las formas de onda, ya sea **Densidad de respuesta** que le da los promedios de anillo escalados con el tamaño del hexágono en nV / deg² o **Promediado** que es el promedio simple de todos los hexágonos del mismo color en nV.

Guía rápida de grabación MFERG

1. Antes de comenzar las pruebas, el paciente debe estar completamente dilatado (ver manual sobre la refracción del paciente).
2. En la computadora, cierre todas las demás aplicaciones e inicie el software multifocal.
3. Seleccione MFERG como tipo de prueba. Ingrese toda la información aplicable del paciente y la información del canal (seleccione 2 canales si graba binocularmente). Como mínimo, se debe especificar el apellido o la identificación y la fecha de nacimiento.
4. Elija el patrón deseado (19 hexágonos – 1 min, 61 – 4 min, 103 hexágonos – 8 min, 241 hexágonos – graba 8 minutos dos veces).
5. Mientras esté en una habitación moderadamente iluminada, conecte electrodos según el diagrama de configuración de mfERG. Asegúrese de anestesiarse los ojos con un anestésico local y llene la lente de contacto con Goniosol u otro 2% de metilcelulosa. Coloque los electrodos de acuerdo con el dibujo. **NOTA: SI SOLO GRABA DESDE 1 OJO SIEMPRE USE EL CANAL 1 PARA GRABAR** Anestesiarse el ojo contralateral si solo graba desde un ojo para reducir el parpadeo.
6. Coloque al paciente en el reposacabezas a 14" del monitor de patrones. Ajuste la cámara de fijación si es necesario.
7. Inicie **la vista previa del patrón**, luego ajuste el tamaño de la marca para que el paciente pueda fijar (cambiar el tamaño o el grosor).
8. Haga clic en **Next** para ir a la pantalla de grabación. Haga clic en **Línea base** para comprobar el nivel de ruido. La línea de base debe estar relativamente libre de ruido.
9. Una vez que tenga una línea base relativamente plana, seleccione el botón Grabar. Esto comenzará a grabar el primer segmento.
10. Si el segmento de grabación estaba libre de parpadeo, vaya al siguiente segmento haciendo clic en **Next Segmento** (si desea rehacer este segmento, haga clic en **Repeat Segmento**).
11. Recorra todos los segmentos (4 segmentos para 19 hexágonos, 16 para 61 hexágonos y 32 segmentos para 103 hexágonos...). Al final de todos los segmentos, almacene los datos haciendo clic en el **Guardar prueba** botón .
12. Se muestra **la pantalla Análisis**. Evalúe los resultados y repita el registro si es necesario.
13. Si está grabando desde el patrón de 241 hexágonos, deberá grabar dos veces para cada ojo y promediar más tarde.
14. Retire los electrodos del paciente.
15. Consulte el manual del usuario de LKC para el análisis de datos.

Guía rápida del informe MFERG

1. En la computadora, inicie el software multifocal y vaya a los informes
2. Seleccione MFERG en el tipo de prueba
3. Escriba el apellido del paciente o el número de identificación y haga clic en **Buscar**
4. Seleccionar grabación(es)
5. Seleccione la grabación que desea imprimir (por ejemplo, 19 Hexagons Right Eye). En el caso de 241 hexágonos, debería haber grabado dos veces : seleccione las dos grabaciones y promedie.
6. Revise la ubicación del cursor en la **vista Matriz de** seguimiento, mueva los cursores si es necesario en la **Mover cursor** vista
7. Imprima las vistas deseadas

Guía de interpretación de MFERG

Introducción

Hay varias formas en que se puede ver y analizar el ERG multifocal. Aquí hay pautas generales para comprender e interpretar los datos de mfERG.

Arreglos de discos de seguimiento

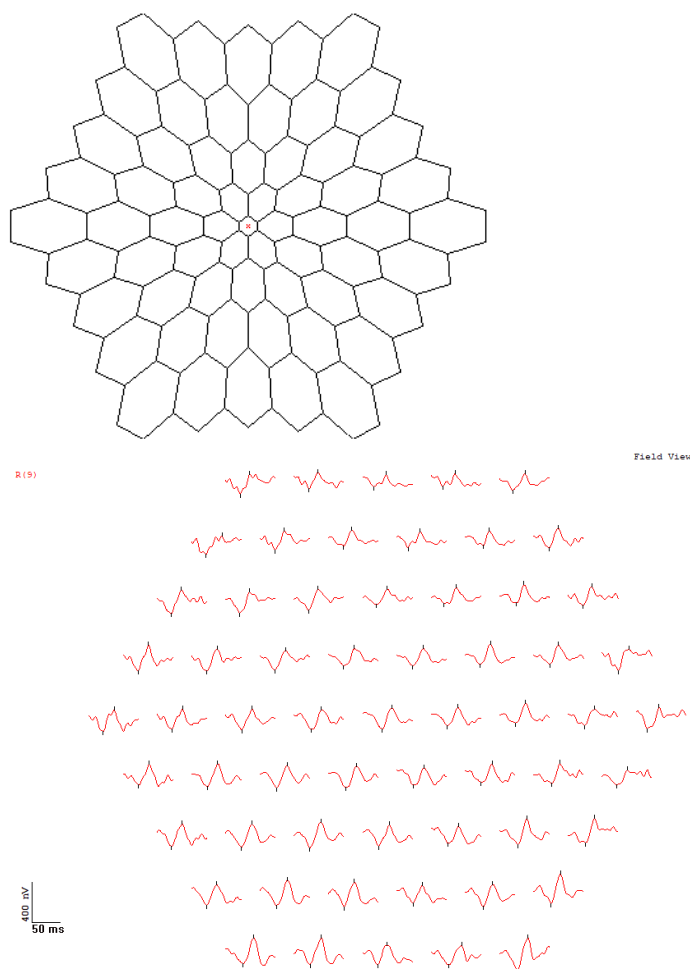
"La matriz de trazas es la pantalla básica de mfERG y siempre debe incluirse en el informe de resultados clínicos".

— Directriz ISCEV mfERG [2]

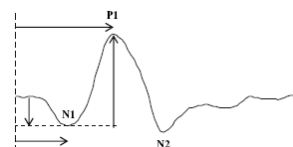
El Trace Array es la forma más útil de visualizar y comprender el ERG multifocal. Siempre debe comenzar su análisis de un mfERG mirando la matriz de trazas.

¿Cómo es una buena grabación?

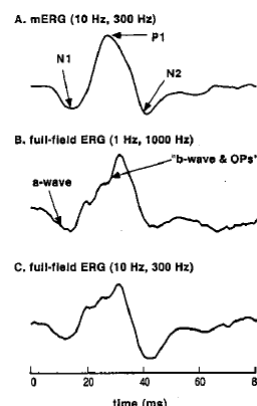
El Trace Array es la visualización de las wavelets ERG multifocales individuales dispuestas de la misma manera que la presentación del estímulo. Los hexágonos en el estímulo multifocal se escalan de modo que en sujetos normales la respuesta mfERG es aproximadamente la misma amplitud en cada hexágono. La matriz de estímulos a escala y una matriz de trazas típica de 61 hexágonos de un sujeto normal se muestran a continuación.



Cada wavelet multifocal tiene 3 características principales, una deflexión negativa inicial (N1), seguida de una deflexión positiva (P1), seguida de otra deflexión negativa (N2). Un ejemplo se muestra en Correcto (Imagen tomada de [2]).



La respuesta multifocal de ERG a cada hexágono se puede considerar como un "mini ERG fotópico". Los componentes del rastreo mfERG no son exactamente los mismos que los de un ERG fotópico de Ganzfeld, pero son muy similares. N1 se compone de los mismos componentes que la onda a del ERG de Ganzfeld y P1 está compuesto por los mismos componentes que la onda b y los OP del ERG de ganzfeld. Véase [1] en la página 42 para más detalles. Una comparación con los componentes de la norma ERG fotópico se muestra a la derecha (Imagen tomada de [1]). El rastreo superior muestra un rastreo ERG multifocal. Los 2 trazados inferiores muestran un ERG de ganzfeld fotópico con ajustes normales de amplificador y filtro y con ajustes de amplificador y filtro que coinciden con las condiciones de grabación del mfERG. Tenga en cuenta que el P1 aparece antes en el mfERG que la onda b en el ERG de Ganzfeld.

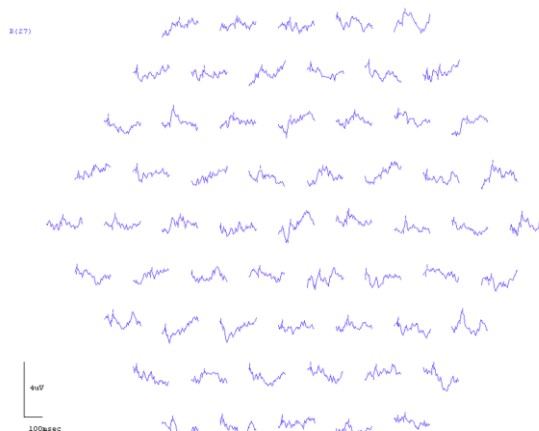


La medida diagnóstica más útil del rastreo mfERG individual es la amplitud de P1, medida a partir de N1. Esto se conoce como la "amplitud N1-P1". La amplitud N1-P1 se expresa típicamente en nanovoltios ($1 \text{ nV} = 0.001 \mu\text{V}$). En algunos casos, la amplitud N1-P1 se normaliza por el área del hexágono estimulante en grados cuadrados; esto se conoce como la "densidad de respuesta" y se expresa en nanovoltios por grado cuadrado (nV / deg^2). Otra medida diagnóstica que a veces se utiliza es el tiempo implícito P1, el tiempo hasta el pico de P1. Las características de N2 no son de importancia clínica.

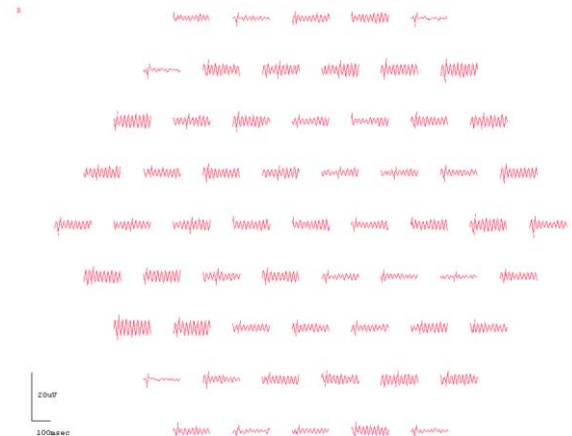
La amplitud de una forma de onda ERG es proporcional al área estimulada (medida en grados cuadrados) y a la densidad media de los fotorreceptores. En un ERG de Ganzfeld, el área estimulada del ojo (aproximadamente $150^\circ \times 120^\circ$) es del orden de 20,000 grados², mientras que un hexágono multifocal típico (para un estímulo de 61 hexágonos) está en el orden de 100 grados². Por lo tanto, mientras que la amplitud de un ERG fotópico de Ganzfeld normal es del orden de $100 \mu\text{V}$, la amplitud de un hexágono mfERG típico es del orden de $1/2 \mu\text{V}$, o aproximadamente 500 nV.

Para aquellos que recién están comenzando con mfERG, sugerimos encarecidamente registrar una serie de al menos 10 controles normales. Esto asegurará que 1) la técnica de grabación sea correcta y 2) podrá reconocer un mfERG normal.

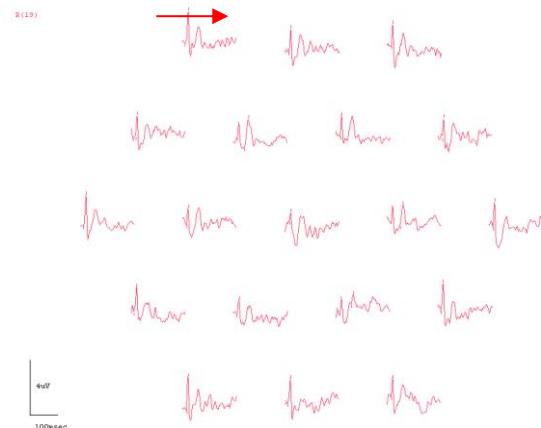
Fuentes de artefacto en el mfERG.



Movimientos oculares. Probablemente la fuente más común de artefacto en el mfERG es el movimiento excesivo de los ojos, entrecerrar los ojos y parpadear. Debido a que la señal muscular (EMG) de los movimientos de los ojos o los párpados puede medir cientos de μV , puede oscurecer fácilmente la señal multifocal subyacente. La principal característica de identificación de este artefacto es una línea de base inclinada con poca o ninguna forma de onda mfERG reconocible. La pendiente puede ser positiva o negativa.



Ruido de red. El ruido de la red es el resultado de la interferencia de la línea eléctrica que se acopla a los electrodos que se utilizan para grabar el mfERG. La causa más común de contaminación acústica de la red es el contacto deficiente con los electrodos. El ruido de la red se reconoce fácilmente por su apariencia sinusoidal periódica. Un ejemplo de interferencia de red (grabado con líneas eléctricas de 60 Hz) se muestra a la derecha. No hay señal mfERG presente en esta grabación; es puro artefacto. Si su mfERG se ve así, debe volver a grabarse.



Dispositivo de monitoreo. El monitor utilizado para registrar el mfERG genera una pequeña cantidad de interferencia en sincronía con la presentación del estímulo. Esta interferencia puede ser captada por los electrodos y aparecer como parte del rastreo mfERG. La causa habitual de la interferencia es el contacto deficiente del electrodo o tener los cables del electrodo demasiado cerca del monitor. La interferencia se manifiesta como un pico (que puede ser positivo o negativo) al comienzo de la forma de onda de traza. Un ejemplo de artefacto de monitor se muestra en muchos de los trazados en la grabación a la derecha.

¿Qué pasa con el punto ciego?

En las grabaciones mfERG que utilizan los patrones de hexágonos 19, 61 o 103, es muy posible que ningún hexágono de estímulo caiga completamente dentro del disco óptico. Además, pequeñas cantidades de inestabilidad de fijación pueden causar cierta estimulación de la retina adyacente, incluso si un hexágono cae en gran medida dentro del disco óptico. Por lo tanto, para los patrones hexagonales 19 y 61, el punto ciego probablemente no será visible; para el patrón de hexágono 103, el punto ciego puede o no ser visible. Con una pantalla de 241 elementos, al menos un hexágono debe caer completamente dentro del disco óptico si se mantiene una fijación constante, lo que resulta en un punto ciego visible en la matriz de trazas mfERG.

Los efectos de la edad en el mfERG

mfERG N1-P1 La amplitud exhibe una disminución lineal con una edad de aproximadamente 0.9% por año de 10 a 80 años, mientras que P1 el tiempo implícito aumenta a una tasa de aproximadamente 1.3% por año. [5] Este cambio en la edad debe tenerse en cuenta al observar los resultados numéricos para un paciente en particular.

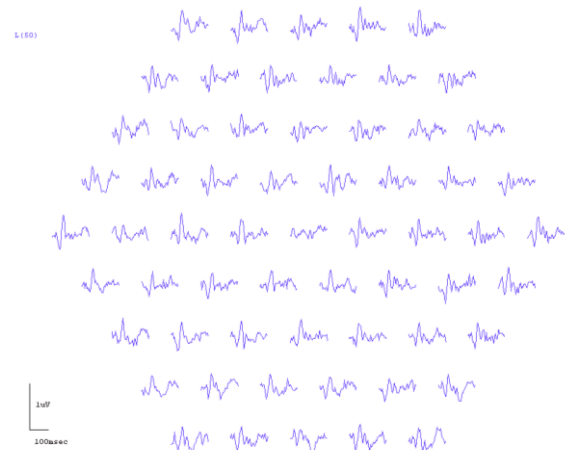
Los efectos de los trastornos de la retina en el mfERG

Debido a que el mfERG mide el ERG localmente, es muy útil para identificar sitios de enfermedad localizada o, en el caso de enfermedades como la retinosis pigmentaria, sitios de función restante localizada. El efecto principal de la mayoría de los trastornos de la retina es reducir la amplitud de P1.

Para la mayoría de las condiciones en las que el mfERG es útil, la matriz de trazas mostrará algunas áreas de función normal y algunas áreas de función anormal. Por ejemplo, un paciente con degeneración macular temprana generalmente mostrará trazados periféricos normales y wavelets mfERG atenuados en el centro de la matriz de trazas.

Un rastreo simulado de AMD se puede ver a la derecha. La simulación se creó bloqueando la luz del hexágono central al grabar desde un ojo normal.

Otros trastornos se manifestarán en la matriz de trazas como áreas de amplitud N1 – P1 disminuida en las áreas con deterioro funcional.



Sitios y mecanismos de daño retiniano y cambios en el mfERG

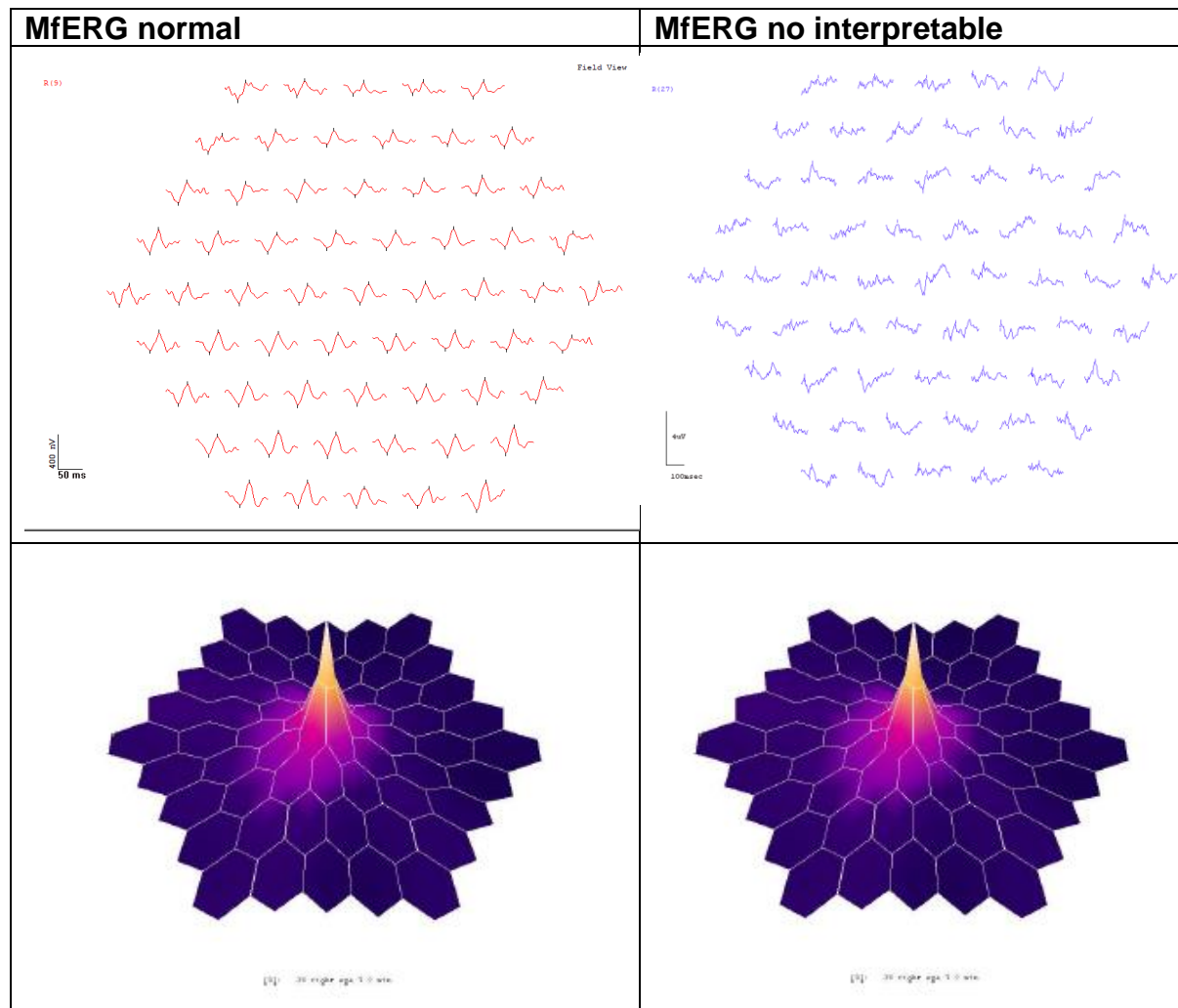
[Adaptado de Referencia 1]

Daños a	Mecanismo	P1 Amplitud	P1 Hora
Receptor de cono	Daños en el segmento exterior	Menor	Retraso moderado
	Pérdida celular	Menor	Normal
Capa plexiforme externa	Transmisión sináptica alterada	Más pequeño o más grande	Gran retraso
Células on-bipolares	Pérdida celular	Menor	Retraso moderado
Células off-bipolares	Pérdida celular	Mayor	Ligeramente más rápido (?)
Capa plexiforme interna	Transmisión sináptica alterada o pérdida celular	Aprox. normal (cambios de forma)	Pequeño retraso
Células ganglionares	Pérdida celular	Aprox. normal	Aprox. normal

La trama 3D

La gráfica 3D es una gráfica de área de amplitud P1 – N1 escalada por el tamaño del hexágono. Por lo tanto, se informa en nanovoltios por grado cuadrado (nV / deg²). En teoría, esto permite la visualización de la función en el área foveal. Si bien la trama 3D proporciona una imagen bonita, generalmente no es útil para el diagnóstico.

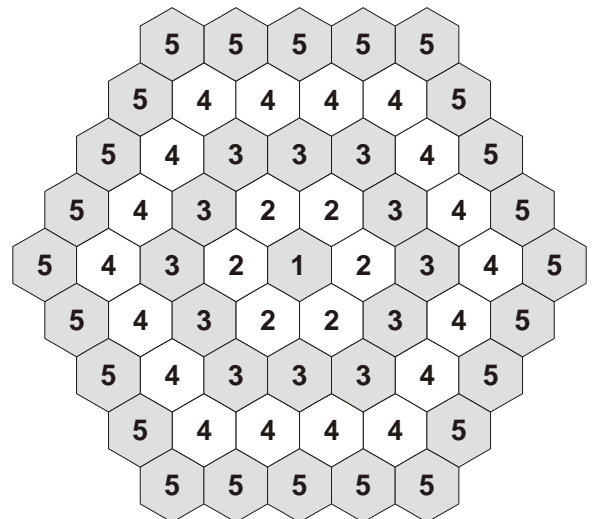
Esto no se puede enfatizar lo suficiente: **la trama 3D puede ser extremadamente engañosa en su apariencia y, en general, no debe usarse para el diagnóstico.** A continuación se muestran ejemplos de un buen mfERG y un mfERG completamente ininterpretable y sus correspondientes gráficos 3D:



Tenga en cuenta que el mfERG "basura" a la derecha tiene una trama 3D de aspecto completamente normal. Un destacado investigador de mfERG (Don Hood de la Universidad de Columbia) ha demostrado que una gráfica 3D de aspecto normal resulta de colocar los electrodos de grabación en un vaso de precipitados de solución salina.

Proporciones de anillo

Las relaciones de anillo mfERG son mediciones de la densidad de respuesta (en nV/deg²) creadas promediando anillos concéntricos al punto de fijación. Se usan más comúnmente con el mfERG de 61 hexágonos, que se muestra a la derecha. (La escala de los hexágonos con densidad de cono no se muestra para mayor claridad). Las relaciones de anillo se crean tomando la relación entre la densidad de respuesta del hexágono central (Anillo 1) y la densidad de respuesta promedio de un anillo periférico.



Las proporciones de anillo tienen varias propiedades diagnósticas útiles: no varían con la edad, y su variabilidad (coeficiente de variación) es mucho menor que la de los promedios de anillo.

Las proporciones de anillo proporcionan una detección temprana muy sensible y específica de la toxicidad de Plaquenil. [3] Valores elevados de R1:R2 y/o R1:R3 indicar toxicidad en pacientes que están tomando Plaquenil. Las proporciones de anillo calculadas por el software mfERG se pueden comparar con los límites publicados en [3, 4].

Las proporciones de anillo también son útiles en la detección de enfermedades maculares, donde valores bajos de R1:R4 puede indicar una respuesta macular significativamente disminuida en relación con la periferia. Los límites inferiores de lo normal para su uso en la evaluación de la enfermedad macular se pueden encontrar en [4].

Fuente de estímulo

El tipo exacto de estimulador utilizado en un mfERG puede afectar la amplitud y la forma de onda de los mfERG, por lo que es esencial informar el tipo de pantalla y especificar los detalles del fabricante y el modelo al informar los resultados que pueden compararse con sistemas con diferentes estimuladores.

Referencias:

1. Hood DC. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Progr Retin Eye Res.* 19:607-46, 2000.
2. Hoffmann, M.B., Bach, M., Kondo, M. et al. Estándar ISCEV para electrorretinografía clínica multifocal (mfERG) (actualización de 2021). *Doc Oftalmol* 142, 5–16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10633-020-09812-w>
3. Lyons JS, Severns ML. Detección de toxicidad retiniana temprana por hidroxiclороquina mejorada por análisis de relación de anillos de electrorretinografía multifocal. *Am J Ophthalmol* 143:801-9, 2007.
4. Lyons JS, Severns ML. Uso de proporciones de anillos ERG multifocales para detectar y seguir la toxicidad retiniana de Plaquenil: una revisión. *Doc Oftalmol* 118:29-36, 2009.
5. Tzekov RT, Gerth C, Werner JS. Scenescence of human multifocal electroretinogram components: a localized approach. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 242:549-60, 2004.

Multifocal VEP

1.0 Introducción

1.1 ¿Qué es una prueba multifocal?

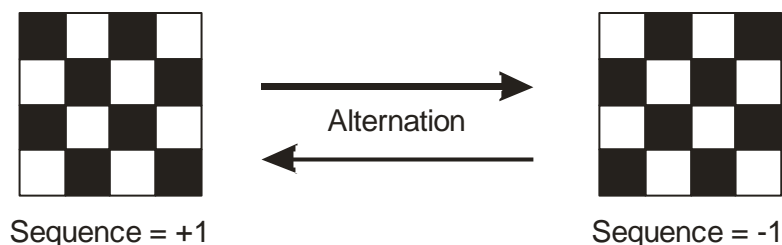
Las pruebas multifocales son una forma de registrar un potencial evocado visualmente (VEP) de muchas regiones para obtener un mapa de la función visual. Una prueba multifocal utiliza una pantalla de visualización de computadora como estimulador y la divide en una serie de áreas de prueba más pequeñas. Cada área de prueba se estimula utilizando una secuencia de encendido y apagado que difiere en el tiempo de todas las demás áreas de prueba. Las respuestas evocadas se recopilan simultáneamente de todas las áreas estimuladas, y los datos resultantes se procesan después del registro para extraer las respuestas individuales.

1.2 ¿Cómo funciona un VEP multifocal?

En el mfVEP, la pantalla que ve el paciente se divide en varios sectores, de 4 a 60. Cada sección estimulará una pequeña porción de la retina y la información se transferirá a la corteza visual a través del nervio óptico. mfVEP permitirá que la respuesta de esa porción se registre por separado de otras partes de la corteza visual.

1.3 m-secuencias y núcleos

Revise la sección sobre "m-secuencias y núcleos" en la sección mfERG de este manual para comprender los conceptos básicos. A diferencia del mfERG, el estímulo en el mfVEP no suele ser un estímulo intermitente. En cambio, es una alternancia del patrón en un sector en particular.



Un estímulo se obtiene del patrón VEP solo cuando se produce una alternancia, es decir, cuando el patrón está en un estado durante un fotograma y el otro estado durante el fotograma posterior. Para extraer la señal para un sector individual de los datos registrados, se suman todas las trazas donde hubo una alternancia (secuencia cambiada de $+1 \rightarrow -1$ o de $-1 \rightarrow +1$) y se restan todas las de secuencia trazas un cambio (donde no se produjo valor $+1 \rightarrow +1$ o $-1 \rightarrow -1$). El resultado es la respuesta del sistema visual (desde la retina a través del nervio óptico hasta la corteza visual primaria) al estímulo alterno. Esto se conoce como el núcleo de *segundo orden* del mfVEP.

1.4 Campo de visión

El campo de visión del estímulo multifocal está determinado por 2 factores: el tamaño de la pantalla del monitor y la distancia desde el monitor hasta el paciente. Coloque el monitor de manera que la distancia del paciente al monitor coincida con la distancia

especificada en la etiqueta en la parte frontal del monitor. Siguiendo la distancia de visualización en la parte frontal del monitor se obtiene un campo de visión total de 45° ($\pm 5^\circ$). Para obtener más información sobre el cálculo de la subtensión visual de los estímulos basados en monitores de ISCEV de calibración, consulte las pautas. [CSC, 2003]

1.5 ¿Cuándo es útil el mfVEP?

mfVEP proporciona una evaluación objetiva de la función visual topográfica. Para un sujeto normal, el mfVEP de los ojos izquierdo y derecho es casi idéntico. Cualquier diferencia significativa entre dos ojos indica una anomalía. mfVEP tiene una alta resolución espacial en la región foveal.

Utiliza:

- Ayuda a diagnosticar el glaucoma.
- Para confirmar la prueba de campo visual poco confiable.
- Ayuda a diagnosticar la neuritis óptica, la EM y el tumor compresivo en la vía visual. La latencia del mfVEP se verá alterada por estas condiciones. Tenga en cuenta que la neuropatía óptica isquémica (ION) es muy similar a la fase aguda de la EM en términos de síndrome, pero no produce retraso en la VEP.
- Para confirmar el campo visual funcional.

1.6 ¿Cuándo no es útil el mfVEP ?

El mfVEP requiere tanto una fijación adecuada como un enfoque adecuado para una grabación precisa. Cualquier trastorno que impida una fijación adecuada (por ejemplo, escotoma central) o un enfoque adecuado (por ejemplo, catarata densa o midriasis)

2 Preparación para una grabación mfVEP

2.1 El paciente

- El paciente **no debe** estar adaptado a la oscuridad para esta prueba. Si han estado expuestos a luces muy brillantes (como la lámpara de hendidura, la fotografía del fondo de ojo, la angiografía con fluoresceína) espere al menos 10 minutos antes de la prueba.
- El paciente **no debe** ser dilatado para esta prueba.
- Una buena refracción cercana es importante. Toda la pantalla debe estar enfocada, por lo que los pacientes presbióticos con lentes multifocales (incluidos los bifocales / trifocales) deben refractarse utilizando marcos de ensayo con un agregado más para compensar la distancia de la pantalla (que requiere aproximadamente 3.5D más adición).

2.2 Electrodo



El contacto deficiente o inestable con los electrodos es una de las principales causas de grabaciones mfVEP de mala calidad. Le recomendamos que preste especial atención a la preparación, colocación y limpieza adecuadas de los electrodos para la grabación de mfVEP.

Los electrodos de grabación son electrodos de copa de oro, como se muestra a la derecha. Se necesita uno de estos electrodos para cada sitio de grabación (hasta 3 canales). Otro electrodo para tierra generalmente se coloca en la frente o el lóbulo de la oreja y uno para referencia generalmente se coloca en Cz.



Limpie a fondo para eliminar todos los aceites de la piel y otros desechos que puedan afectar un buen contacto y deje que el alcohol se seque.

Usando divisores 2 a 1 o 3 a 1, salte las posiciones negativas (-) del canal de referencia de la frente. . Enchufe el electrodo de referencia (Cz) en el divisor.

Localice cada sitio del electrodo de grabación. Separe el cabello para exponer el cuero cabelludo en el sitio de grabación y frote *vigorosamente* con una almohadilla de preparación de electrodos. (Si el cabello del paciente es largo, los alfileres bobby pueden ayudar a mantener el cabello fuera del camino durante este proceso).

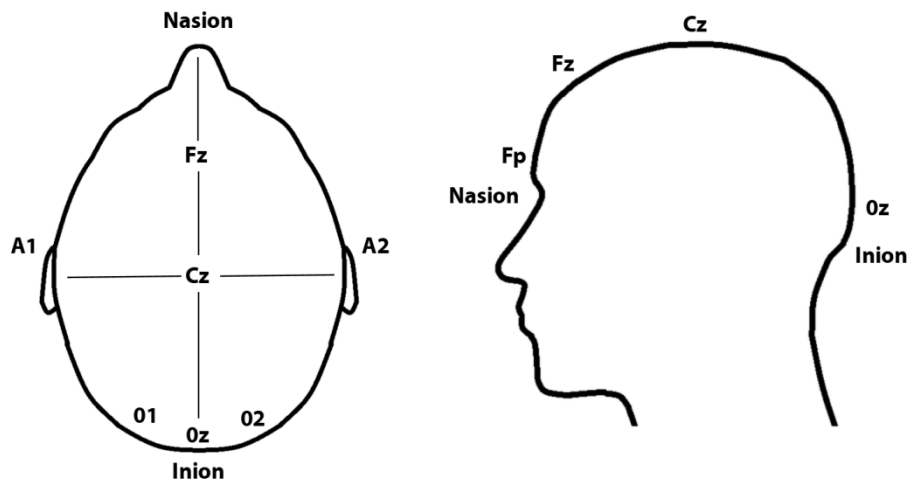
Es importante limpiar el cuero cabelludo a fondo para obtener un buen contacto con los electrodos.

Usando una generosa cucharada de **crema de** electrodos (no gel); pegue el cabello a cada lado de la parte hasta el cuero cabelludo. Esto es desordenado, pero es la mejor manera de mantener el cuero cabelludo expuesto. Una vez que el cabello esté pegado, coloque una porción generosa de crema de electrodo en la taza del electrodo y presione el electrodo *fírmemente* en su lugar. Cubra el electrodo con un cuadrado de papel de seda de 2 a 3 cm (1 a 1 1/2 pulgadas) y presione fírmemente de nuevo.

Repeat este procedimiento para cada electrodo. Conecte los electrodos en el lado positivo (+) de la unidad del amplificador, tomando nota de qué electrodo está conectado a qué canal.

Colocación de electrodos sugerida (hay muchos arreglos de electrodos posibles):

Ubicación del electrodo	Conexión del amplificador
Suelo en Fp o lóbulo de la oreja	Tierra
Referencia en Cz con un divisor de 1 a 3	1- 2- y 3-
Electrodo de grabación #1 en Oz	1+
Electrodo de grabación # 2 una pulgada por encima de Oz	2+
Electrodo de grabación #3 una pulgada por debajo de Oz.	3+



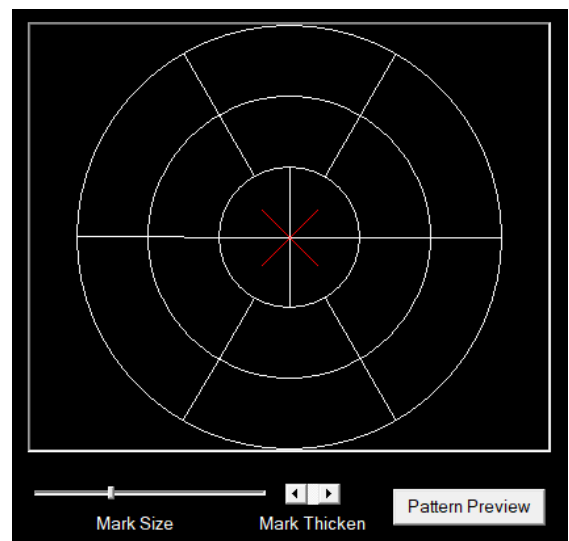
2.3 Iluminación ambiental

El mfVEP debe realizarse con las luces de la habitación encendidas. La intensidad de luz ideal para las luces de la habitación es aquella que produce una iluminación al sujeto cercana a la del promedio de la pantalla de estímulo (100 cd/m²). Si las luces de la habitación son demasiado brillantes, puede haber reflejos de la pantalla del paciente que interferirán con la grabación del mfVEP.

2.4 Problemas con pacientes con discapacidad visual

Los pacientes con discapacidad visual central significativa tendrán dificultades para fijarse en la pantalla. El objetivo de fijación habitual es una pequeña "X" en el centro de la pantalla. Este objetivo de fijación se puede alargar y engrosar. El control **Mark Size** determina la longitud de las patas de la "X", mientras que el control **Mark Thicken** determina el grosor de las patas.

Los pacientes con visión central deficiente a veces pueden fijarse centrando la "X" agrandada en su visión restante.



2.6 Monitoreo de fijación

Se proporciona una cámara para permitirle monitorear al paciente durante las pruebas multifocales. La cámara está montada en el conjunto de reposo de la barbilla debajo y delante del monitor estimulador de patrones. La imagen de la cámara se muestra en la pantalla del operador de la computadora. Esta cámara le permite ver si:

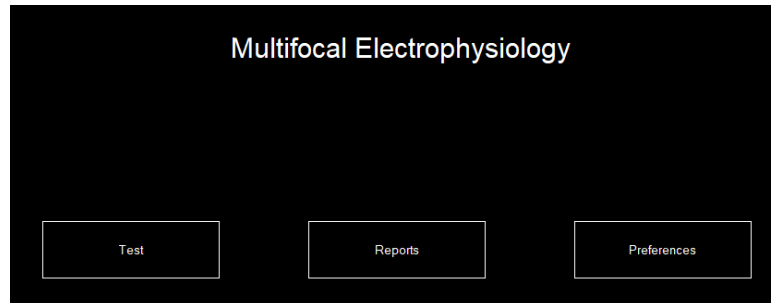
- el paciente está cerrando los ojos,
- el paciente está muy desfijado.

La cámara no le permite determinar si el paciente está ligeramente desconectado como en el caso de un paciente con un escotoma central que utiliza un locus retiniano

preferido alternativo. Nada menos que una cámara de retina le permitirá determinar si el estímulo está centrado en la fóvea.

3.0 Ejecución de la prueba

Abra el software multifocal y seleccione *Probar*.

The screenshot shows a detailed configuration screen for the Multifocal Electrophysiology software. It is divided into several sections:

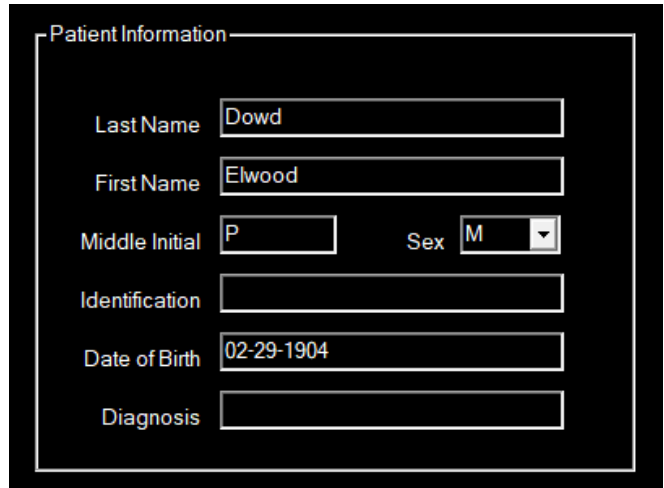
- Patient Information:** Fields for Last Name, First Name, Middle Initial, Sex (dropdown), Identification, Date of Birth, and Diagnosis.
- Test Type:** Radio buttons for MFERG and MFVEP (selected).
- Test Conditions:**
 - Channels: 2 (dropdown)
 - Electrode: Gold Cup (dropdown)
 - Sample Rate: 2000 Hz (dropdown)
 - Gain: 6 (dropdown)
 - Low Pass Filter: 100.00 Hz (dropdown)
 - High Pass Filter: 5.00 Hz (dropdown)
- Labels:** Ch. 1: Horizontal, Ch. 2: Vertical.
- Eyes Tested:** Radio buttons for Right, Left, and Both (selected).
- Pattern Preview:** A circular diagram with concentric rings and radial lines, representing the visual field.
- Mark Size and Mark Thicken:** Sliders and a "Pattern Preview" button.
- Sectors:** Three boxes for different sectors: 4 (1.8 min), 16 (3.6 min, selected), and 60 (7.2 min).
- Reversal:** A radio button for Reversal (selected).
- Navigation:** "Back" and "Next" buttons at the bottom right.

3.1 Tipo de prueba

Seleccione MFVEP, si la opción no aparece, esto significa que no tiene una licencia mfVEP. Consulte la sección configuración del sistema de este manual para obtener información sobre cómo actualizar.

3.2 Información para el paciente

Se requiere apellido o identificación y fecha de nacimiento para comenzar una prueba.



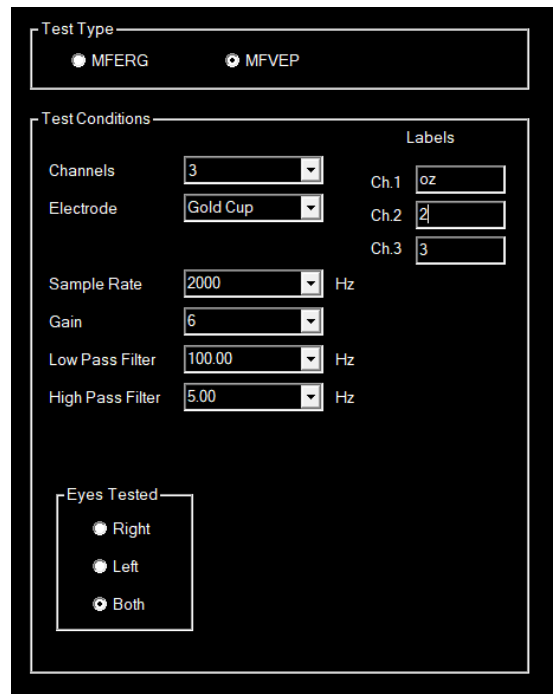
A screenshot of a 'Patient Information' form. It contains several input fields: 'Last Name' with 'Dowd', 'First Name' with 'Elwood', 'Middle Initial' with 'P', 'Sex' with a dropdown menu showing 'M', 'Identification' (empty), 'Date of Birth' with '02-29-1904', and 'Diagnosis' (empty).

3.3 Canales y etiquetas

Cuanto más canales grabes, mejor será el resultado.

Seleccione el número de canales desde los que desea grabar e introduzca etiquetas.

Seleccione el ojo o los ojos que se van a examinar. Parchear cualquier ojo que no deba ser probado.



A screenshot of a 'Test Type' and 'Test Conditions' form. The 'Test Type' section has two radio buttons: 'MFERG' (selected) and 'MFVEP'. The 'Test Conditions' section includes: 'Channels' (dropdown with '3'), 'Electrode' (dropdown with 'Gold Cup'), 'Sample Rate' (dropdown with '2000' Hz), 'Gain' (dropdown with '6'), 'Low Pass Filter' (dropdown with '100.00' Hz), and 'High Pass Filter' (dropdown with '5.00' Hz). To the right, under 'Labels', there are three input fields: 'Ch.1' with 'oz', 'Ch.2' with '2', and 'Ch.3' with '3'. At the bottom, the 'Eyes Tested' section has three radio buttons: 'Right', 'Left', and 'Both' (selected).

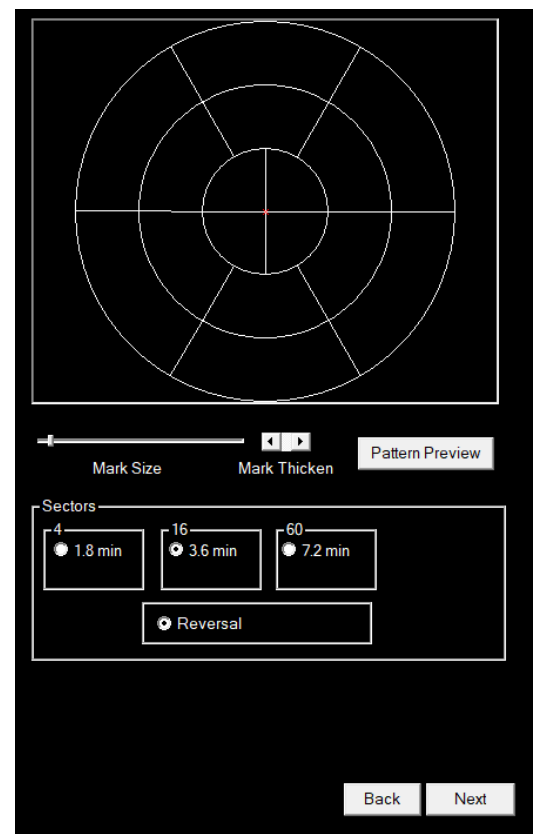
3.4 Selección de patrones

El software mfVEP le proporciona varias opciones de número de segmentos de anillo (sectores) y longitud de secuencia m para satisfacer sus necesidades clínicas.

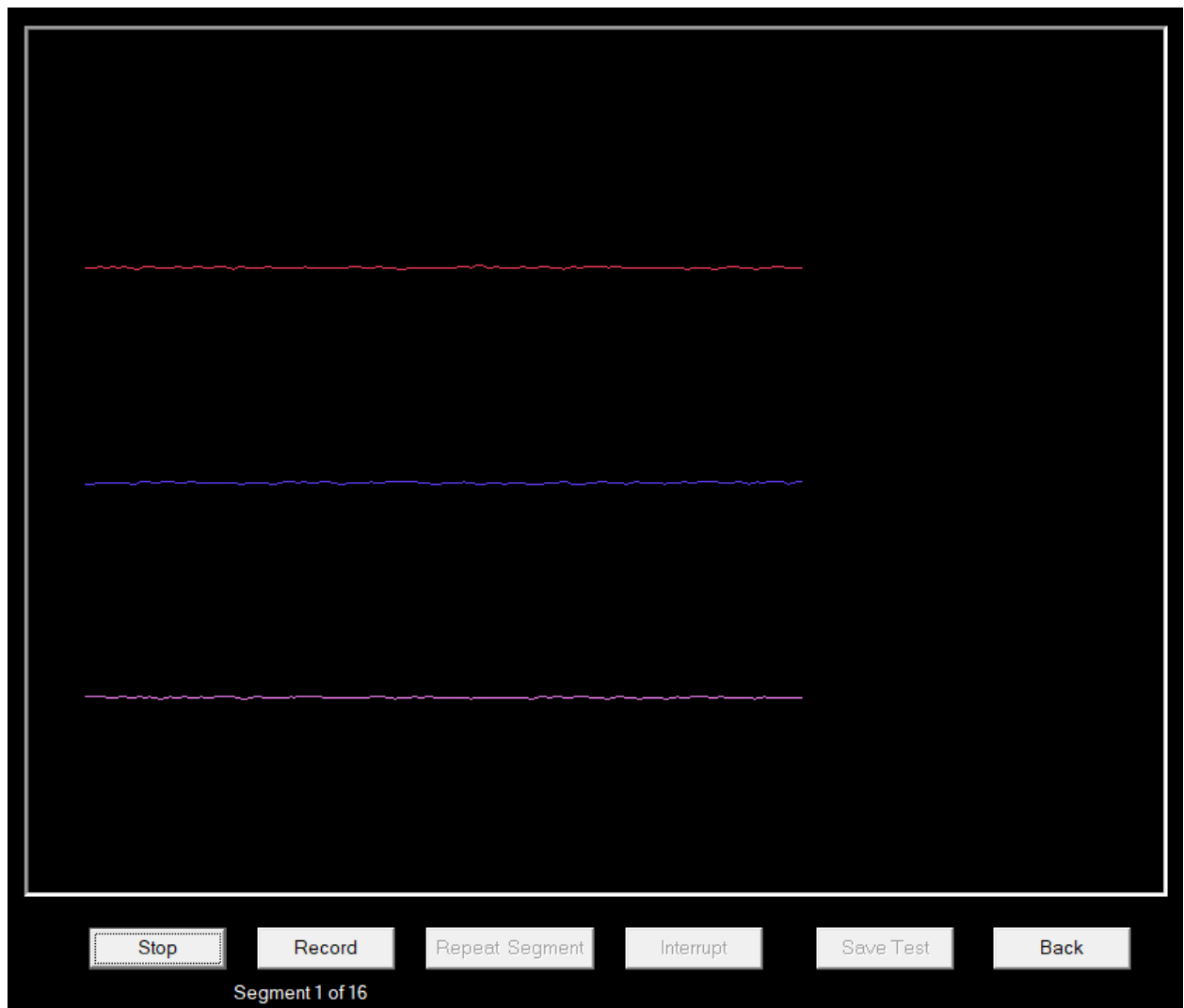
Número de sectores

Cuanto mayor sea el número de sectores desde los que se graba, menor será la señal de cada sector. Dado que el ruido generado durante la grabación es independiente del tamaño del sector, más grandes los sectores (que producen señales más altas) dan una mejor relación señal-ruido y, por lo tanto, permiten tiempos de grabación más cortos de un paciente.

El control **Mark Size** determina la longitud de las patas de la "X", mientras que el control **Mark Thicken** determina el grosor de las patas.

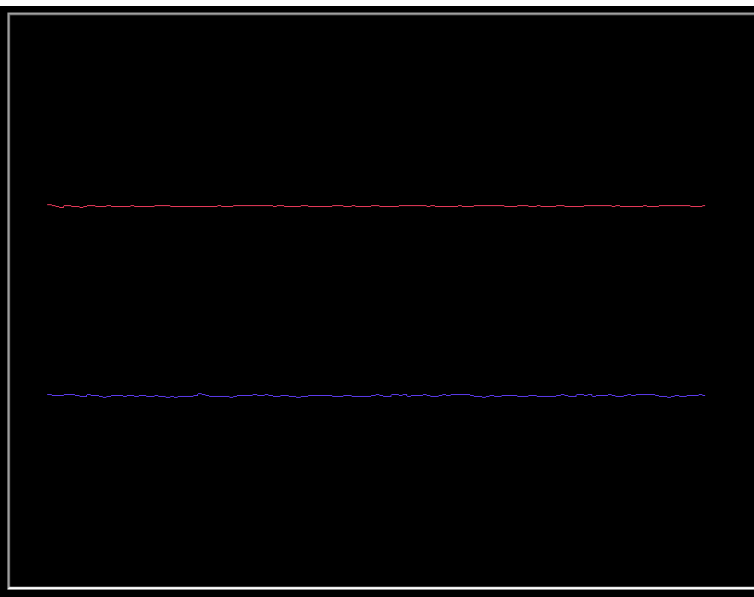
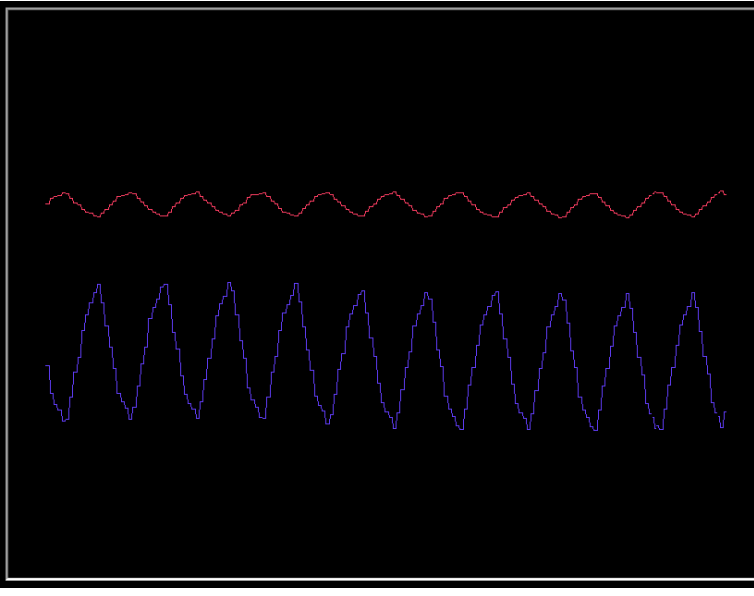


3.5 Datos de registro



Base

Después de colocar los electrodos en el paciente y conectarlos al amplificador o al cable del paciente, debe ejecutar la línea de base para asegurarse de que todas las conexiones funcionen correctamente y que el paciente pueda mantener una fijación constante. Haga que el paciente coloque su barbilla en el reposacabezas y ajuste la altura del reposacabezas si es necesario. Luego haga que el paciente mire directamente a la fijación roja "X" en la pantalla. Haga clic en **Línea base**. El sistema comenzará a recopilar datos sin presentar un estímulo y le permitirá observar los datos de referencia del paciente. A continuación se muestran ejemplos de trazados de referencia buenos y pobres.

<p>Buena línea de base</p>	
<p>Línea de base incorrecta</p> <p>Esta línea de base tiene un ruido de red excesivo (50/60 Hz). Lo más probable es que sea causada por una mala conexión de electrodos, aunque hay otras posibles explicaciones para el ruido.</p> <p>El análisis incluye la eliminación de la interferencia de la línea eléctrica, por lo que no se requiere la eliminación completa de la interferencia de la línea eléctrica.</p>	

3.6 Registro

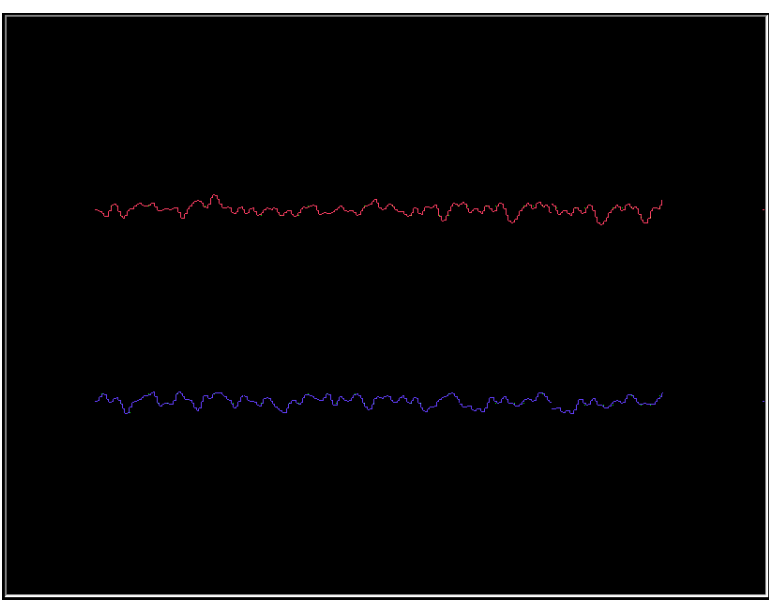
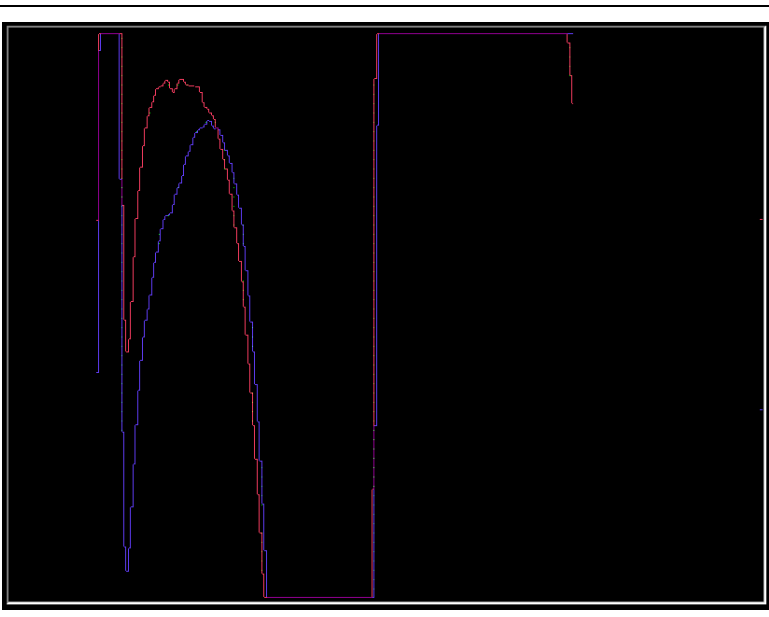
El software LKC mfERG divide las grabaciones en una serie de **segmentos**. Durante cada segmento, el paciente debe fijarse en el objetivo de fijación sin parpadear. Después de cada segmento, el paciente puede parpadear o descansar antes de continuar. Las secuencias más largas tienen más segmentos.

Cada segmento consta de una serie de **pasos**. Cada paso es una presentación de estímulo, por lo que hay 72 pasos por segundo. Hay 1024 pasos por segmento, por lo que un segmento es $1024 / 72 = 14$ segundos de duración, más otra fracción de segundo para la sincronización y mezcla de los segmentos. El progreso de cada segmento se muestra en la pantalla como una fracción del número total de pasos en

el segmento, por ejemplo, 257/1024. El progreso del segmento se actualiza cada 16 pasos.

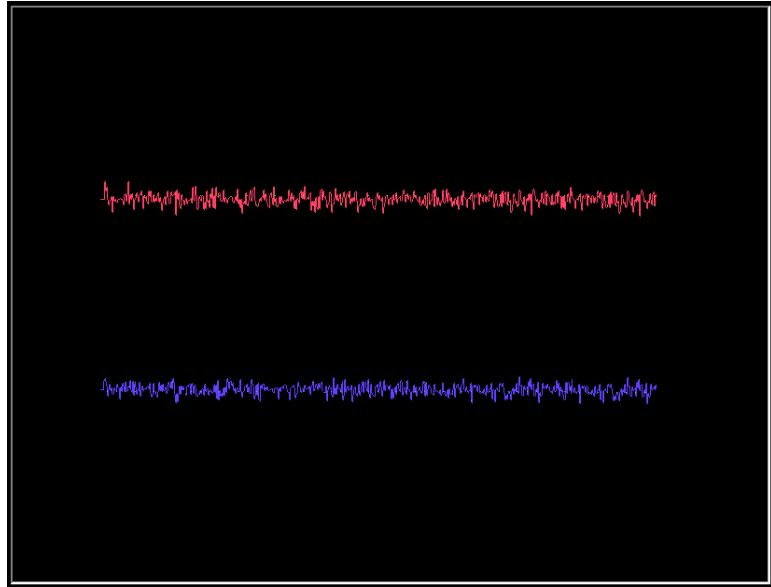
Durante la grabación, una ventana mostrará los datos de cada 16 pasos. Debe observar cuidadosamente los datos mostrados para asegurarse de que ningún movimiento ocular u otros artefactos contaminen la grabación. A continuación se muestran ejemplos de rastreos buenos y malos. En general, si los datos registrados parecen salir de la ventana, el artefacto es inaceptablemente grande y ese segmento debe volver a grabarse.

Durante la grabación de un segmento, **la interrupción** se puede utilizar si el paciente parpadeó o se movió y necesita repetir el segmento actual.

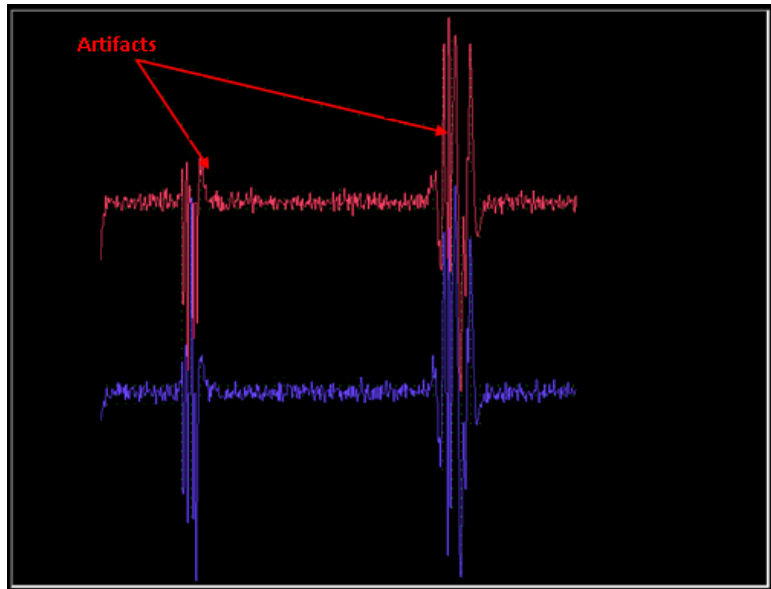
<p>Este es un buen rastro de registro durante la adquisición.</p>	
<p>Este es un ejemplo de un artefacto de parpadeo o contracción muscular durante la grabación. Si se producen demasiados artefactos de parpadeo, el segmento debe interrumpirse (haga clic en el botón Interrumpir) y repetirse (haga clic en el Repeat). botón</p>	

Al final del segmento, se realiza el procesamiento inicial para eliminar artefactos y se muestra el segmento. En este punto, el segmento se puede repetir o puede continuar con el **segmento Next**.

Esta es una buena grabación. La respuesta del ojo a la señal mfERG es visible (pequeñas wavelets), no hay grandes movimientos oculares, y todos los datos están dentro de los límites de la pantalla y son relativamente consistentes en amplitud.



Este es un segmento que contiene dos grandes movimientos oculares. El movimiento ocular tiene mayor amplitud que el resto de la forma de onda. Los artefactos de parpadeo serán eliminados por los algoritmos de procesamiento. Sin embargo, si el % de artefactos que se muestra encima del gráfico es mayor que un pequeño porcentaje, el segmento debe volver a registrarse. En este caso, seleccione **Repeat segmento** para volver a grabar.



Siga grabando hasta que todos los segmentos estén listos. Luego haga clic en **Guardar prueba** para almacenar los datos.

Una vez almacenados los datos **Análisis.** , se muestra la pantalla

Para obtener un MFVEP de buena calidad, se recomienda repetir la grabación al menos otras 2 veces, luego promediar los resultados.

4.0 Análisis e informe de datos MFVEP

Inicie el software multifocal y vaya a **Informes**.

Borrar All borrará todos los campos de información del paciente

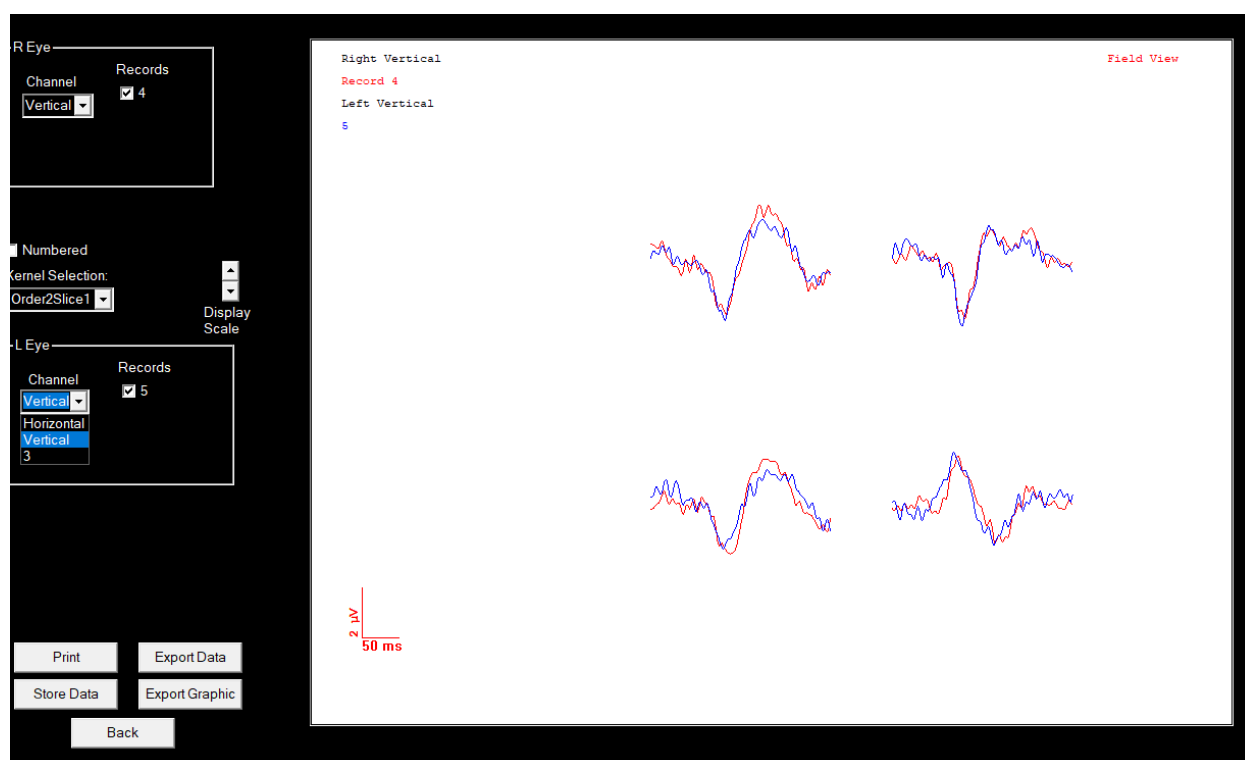
Haga clic en **Atrás** para ir a Main Menu

Seleccione **MFVEP** en **Tipo de prueba**, la base de datos mostrará todas las pruebas almacenadas.

Escriba el apellido o id del paciente para el que desea crear un informe y haga clic en **Buscar**.

Seleccione un total de hasta 4 grabaciones. Las grabaciones del ojo derecho se pueden seleccionar con grabaciones del ojo izquierdo o grabaciones de ambos ojos, las grabaciones del ojo izquierdo se pueden seleccionar con grabaciones del ojo derecho o grabaciones de ambos ojos, pero las grabaciones del ojo izquierdo, el ojo derecho y ambos ojos no se pueden analizar simultáneamente. Las grabaciones también deben tener el mismo **tipo de prueba** y **duración de prueba** para poder recuperarse juntas.

Seleccione haciendo clic con el botón izquierdo del ratón. Seleccione **Next** y se mostrará la pantalla de análisis



Asegúrese de que registros apropiados se comprueban los para revisar las formas de onda deseadas. Compare cada canal y revise las formas de onda para detectar cualquier defecto.

Puede utilizar la flecha arriba y abajo de la escala de **visualización** para ajustar el tamaño de la forma de onda.

Para cambiar los canales, use la lista desplegable en el cuadro ocular R. En este ejemplo utilizamos 3 electrodos de grabación etiquetados en la posición Horizontal, Vertical y 3.

Cualitativamente, las respuestas deprimidas o tardías representan anomalías. Revisar cada canal le dará una idea de qué áreas de pérdida visual hay en comparación con los sectores adyacentes o canales separados.

Las respuestas mfVEP se pueden utilizar para determinar respuestas VEP localizadas espacialmente. A medida que los electrodos se colocan sobre la región occipital, el registro permite respuestas dominadas por un componente de la corteza visual primaria. Hay una serie de aplicaciones que esta prueba tiene en el campo de la neuro-oftalmología como ayuda en el diagnóstico. Esto incluye lo siguiente:

1. **Esclerosis múltiple, glaucoma, atrofas ópticas, neuropatías ópticas isquémicas:** se ha demostrado que las respuestas mfVEP pueden correlacionarse linealmente con cambios locales en las pruebas sensibles medidas por comportamiento, como los campos visuales de Humphrey. Esto sugiere que el mfVEP es un método para caracterizar la pérdida de células ganglionares de la retina. En algunos casos, el uso de mfVEP puede mostrar anomalías en áreas localizadas antes de las anomalías del campo visual. También se puede usar en pacientes que tienen problemas para realizar la prueba HVF.
2. **Pérdida visual no orgánica:** Similar a la VEP convencional, la mfVEP se puede utilizar para descartar la pérdida visual funcional. También proporciona la ventaja de producir una representación topográfica de la pérdida visual, que luego se puede correlacionar con los campos visuales del paciente.

Aunque el VEP multifocal tiene una variedad de aplicaciones clínicas, todavía se está explorando y desarrollando en un contexto clínico y de investigación.

Guía de solución de problemas multifocal

Síntoma	Acciones sugeridas
La pantalla insertada con la imagen de la cámara falta en la ventana de grabación.	Asegúrese de que la cámara esté conectada a un puerto USB Intente reiniciar el software: a veces la cámara no se registra la primera vez.
Obtengo una línea completamente plana cuando ejecuto la línea de base o el registro.	Desconecte la conexión USB de la UBA a la computadora, luego vuelva a conectarla.
Interferencia excesiva de 50 Hz / 60 Hz	Es posible que un electrodo no esté haciendo un buen contacto. Compruebe la referencia y los electrodos de grabación Un cable puede romperse dentro del electrodo.
Electrodo Burian-Allen roto (lente o espejuelo roto)	Reemplace el electrodo

Limpieza entre pacientes

Limpieza de la frente y los reposamentones

El paciente entrará en contacto con el reposacabezas y el reposo de la barbilla durante la prueba. Estos deben limpiarse y desinfectarse entre usos para prevenir la propagación de infecciones de la piel.

El método más simple de limpiar y desinfectar el reposacabezas y el reposamentón es limpiarlos con una solución de alcohol isopropílico al 70%. Usar una toallita desinfectante es una buena manera de hacerlo. También puede limpiar el reposacabezas y el reposamentón con una solución de glutaraldehído.

Referencias

Las publicaciones a continuación se mencionan en el manual.

- [CSC 2003] Calibration Standards Committee of ISCEV. Guidelines for calibration of stimulus and recording parameters used in clinical electrophysiology of vision. *Documenta Oftalmológica* 107: 185–93, 2003.
- [Capucha 1998] Capucha DC, Li J. A technique for measuring individual multifocal ERG records. En Yager D (ed.) *Evaluación no invasiva del sistema visual. Sociedad Óptica de America, Tendencias en Óptica y Fotónica* 11:33-41, 1998.
- [Capucha 2000] Capucha DC. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Prog Retinal Eye Res* 19:607-646, 2000.
- [Capucha 2002] Hood DC, Zhang X, Hong J, and Chen C. Quantifying the benefits of additional channels of multifocal VEP recording. *Documenta Oftalmológica* 104:303-320, 2002.
- [Capucha 2002] Hood DC. La electrorretinografía multifocal técnicas de potencial evocado fíctico y visual. *Principios y práctica de la electrofisiología clínica de la visión* 197-205, 2006.
- [Hoffman 2021] Hoffmann, M.B., Bach, M., Kondo, M. et al. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2021 update). *Doc Ophthalmol* 142, 5–16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10633-020-09812-w>
- [Mármol 2003] Mármol M, et al. Guidelines for basic multifocal electroretinography (mfERG). *Doc Ophthalmol* 106:105-15, 2003.
- [Lyon 2007] Lyon JS, Severns ML. Detección de toxicidad temprana por hidroxiclороquina mejorada por análisis de ración en anillo de electrorretinografía multifocal. *Am J Ophthalmol* 143:801-9, 2007.
- [Sutter 1986] Retinal area response mapping using simultaneous multi-area stimulation with binary sequences and objective response analysis. NOS Patente número 4.846.567.
- [Sutter 2001] Sutter EE. Imaging visual function with the multifocal m-sequence technique. *Vision Res* 41:1241-55, 2001.