

UTAS

Multifocal Software

Manual de usuario

Fecha de emisión: 2025-11-13



CE
2797

Rx only

N.º de referencia 96-014-ES

EN - <http://www.lkc.com/IFUs> 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 normativos 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 incluya 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 en el reverso de la IFU. El número de pieza manual será similar al 96-123-AB.

Su manual se le enviará en un plazo de 7 días.

Consulte 96-020 UTAS Hardware Manual para obtener información reglamentaria completa.

LKC Technologies, Inc.
20501 Seneca Meadows Parkway Suite 305
Germantown, MD 20876
USA
301.840.1992
Support@LKC.com
www.LKC.com

Copyright © 2008 – 2025, LKC Technologies Inc., All Derechos reservados

POLÍTICA DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO LKC

UTAS es el nombre comercial de este dispositivo y de todo el software asociado. La vida útil de un UTAS es de 5 años a partir de la fecha de envío original del UTAS. LKC dará servicio a cualquier 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 UTAS bajo el siguiente acuerdo de licencia:

El software solo se puede utilizar junto con las UTAS. El comprador de las UTAS puede hacer copias del software para facilitar su uso, siempre que el aviso de derechos de autor de LKC se conserve con cada copia. Esta licencia prohíbe específicamente el uso de este software con dispositivos que no incluyan 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.

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	4
Finalidad prevista y usuarios previstos	6
Beneficio clínico	6
Grupos destinatarios previstos	6
Indicaciones de uso	6
Pruebas específicas de software multifocal	6
Precauciones para la instalación de software	7
Configuración de UTAS	8
Organizar el hardware	8
Instalación de software	8
Actualización a MFERG o MFVEP	9
Configuración del software - Preferencias	9
Exportación de datos	11
Copia de seguridad de los 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 Secuencias M y kernels	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 Supervisión de la fijación	20
3.0 Ejecución de la prueba	21
3.1 Tipo de prueba	21
3.2 Información del paciente	22
3.3 Canales y etiquetas	22
3.4 Selección de patrones	22
3.5 Registro de datos	25
3.6 Registro	26
4.0 Análisis e informe de datos MFERG	29
4.1 Búsqueda de 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	46
1.0 Introducción	46
1.1 ¿Qué es una prueba multifocal?	46
1.2 ¿Cómo funciona un VEP multifocal?	46
1.3 Secuencias M y kernels	46
1.4 Campo de visión	46
1.5 ¿Cuándo es útil el mfVEP?	47
1.6 ¿Cuándo no es útil el mfVEP ?	47

2 Preparación para una grabación mfVEP	47
2.1 El paciente	47
2.2 Electrodo	47
2.3 Iluminación ambiental.....	49
2.4 Problemas con pacientes con discapacidad visual	49
2.6 Supervisión de la fijación.....	49
3.0 Ejecución de la prueba	50
3.1 Tipo de prueba.....	50
3.2 Información del paciente	51
3.3 Canales y etiquetas.....	51
3.4 Selección de patrones	51
3.5 Registro de datos.....	53
3.6 Registro	54
4.0 Análisis e informe de datos de MFVEP.....	57
Guía de solución de problemas multifocal.....	59
Limpieza entre pacientes	60
Limpieza de la frente y los mentoneros	60
Referencias	61

Finalidad prevista y usuarios previstos

UTAS es un dispositivo de electrofisiología utilizado como ayuda de diagnóstico y manejo de enfermedades en disfunciones de la vía visual o trastornos oftálmicos.

UTAS realiza electroretinograma (ERG), electro-oculograma (EOG), potencial evocado visual (VEP), ERG/VEP multifocal y la medición de las respuestas psicofísicas del sistema visual, incluida la adaptometría oscura.

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.

Beneficio clínico

Ayudar a los profesionales de la salud con el diagnóstico y el tratamiento de la disfunción/enfermedad de las vías oftálmicas o visuales o para garantizar la seguridad de los medicamentos.

Grupos destinatarios previstos

No hay grupos destinatarios específicos.

Indicaciones de uso

UTAS está indicado para su uso en la medición de potenciales electrofisiológicos visuales, incluyendo electroretinograma (ERG) y potencial evocado visual (VEP). UTAS también está indicado para su uso en la medición de las respuestas psicofísicas del sistema visual, incluida la adaptometría oscura. UTAS está destinado a ser una ayuda en el diagnóstico y manejo de enfermedades en disfunciones de las vías visuales o trastornos oftálmicos (e.g., retinopatía diabética, glaucoma).

Pruebas específicas de software multifocal

El software multifocal de LKC Technologies realiza las pruebas multifocales ERG y VEP, así como Pattern ERG y VEP para ayudar en el diagnóstico y manejo de enfermedades de disfunciones de las vías visuales o trastornos oftálmicos.

El software LKC Technologies Multifocal solo está diseñado para usarse con ejecuciones en el dispositivo 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 computadoras UTAS que han sido suministradas por LKC específicamente para este software. Consulte 96-020 Manual del usuario del hardware UTAS para obtener detalles sobre el hardware UTAS y la información reglamentaria.

Precauciones para la instalación de software

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 dispositivo UTAS deje de funcionar o se bloquee inesperadamente.

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

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

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

El usuario no cambia los privilegios de usuario ni la configuración del software.

No se instalarán productos de software no aprobados por LKC en las UTAS.

Además, el software Multifocal suministrado no es independiente y solo está diseñado para su uso con el UTAS.

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 la PC de la UTAS para generar informes y analizar datos. Se recomienda cerrar todas las aplicaciones de Office cuando se ejecute el software Multifocal.

Configuración de UTAS

Organizar el 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 de la mentonera. La distancia de la pantalla a 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 indicada en la etiqueta de la parte frontal del monitor).

La altura de la mentonera debe ajustarse de modo 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, la mentonera solo necesita ajustarse $\pm 1"$ desde 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 visión de los ojos de un sujeto cuya barbilla está en el mentón.



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 instrucciones para instalar el software.

Una vez instalado 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 equipo. mfERG y mfVEP tienen dos claves de software diferentes. Si solicita ambas partes del software, necesitará dos llaves. Para 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.

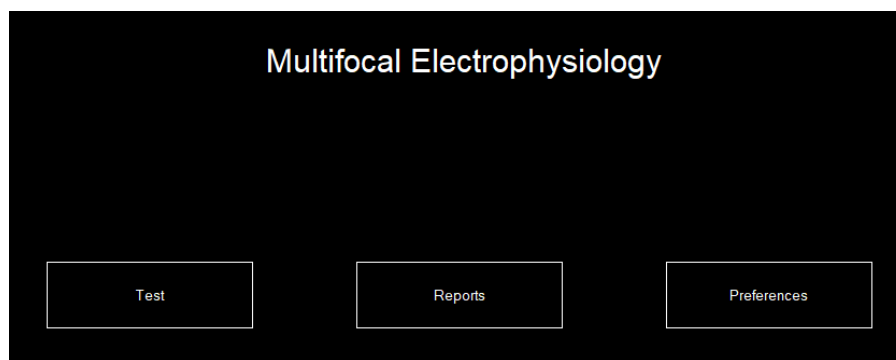
Cuando se le envíen las teclas multifocales, se llamarán *MFERG. KEY* y *MFVEP. CLAVE*. Copie este archivo en el directorio C:\DataMFERG para habilitar el software. Si tiene alguna pregunta, llame o envíe un correo electrónico a la línea directa de atención al cliente de LKC.

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 el ID de computadora de su UTAS. Envíe por correo electrónico este ID# a support@lkc.com con una solicitud de una clave de licencia MFERG o MFVEP (es posible que se aplique un costo).

Configuración del software - Preferencias

Haga doble clic en el icono mfERG en su escritorio.



Ve a la pantalla de Preferencias

The screenshot shows a software preferences window. At the top, there are fields for 'Institution Name' (LKC Technologies) and 'Address' (2 Professional Drive, Suite 222, Gaithersburg, MD 20879). A 'Font' dropdown is set to 12. Below this are two main sections: 'MFERG Preferences' and 'MFVEP Preferences'. Each section has a 'Report Format' dropdown (set to 'Multi-focal ERG' for MFERG and 'Multi-focal VEP' for MFVEP) and a 'Font' dropdown (set to 10 for MFERG and 12 for MFVEP). Under each section is a 'Database' section with a 'Database File' path (C:\Data\MFERG\mfERG.mdb for MFERG and C:\Data\MFERG\mfVEP.mdb for MFVEP), a 'Select a Database' button, and a 'Create a New Database' button. A 'Date Format' section for MFERG shows two radio buttons: 'MM/DD/YYYY' (selected) and 'DD/MM/YYYY'. At the bottom, there is a 'Max Report Font Size' dropdown (set to 12), a warning box that says 'Report font size may be reduced to fit on printed page.', and two buttons: 'System Setup' and 'Back'.

Ingrese la información de su práctica en las casillas 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.

Seleccionar 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 con 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 con el 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.

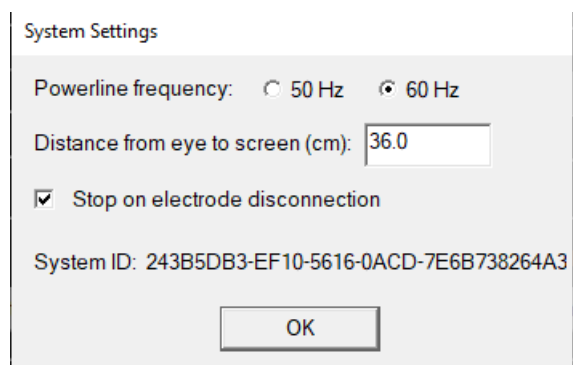
All bases de datos multifocales se almacenan en la carpeta C:\Data\MFERG



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 de UTAS

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



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

Exportación de datos

Para imprimir o exportar datos o gráficos en cualquiera de las vistas de análisis, haga clic en uno de los botones de 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 en un archivo .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 los 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 hacer 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. Localice 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 externa o en un servidor para realizar una copia de seguridad. Se recomienda realizar una copia de seguridad de 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?

La prueba multifocal es una forma de registrar un electroretinograma (ERG) de muchas regiones de la retina para obtener un mapa de la función de la retina. 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 mediante una secuencia de encendido y apagado que difiere en tiempo de todas las demás áreas de prueba. Las respuestas evocadas se recogen simultáneamente de todas las áreas estimuladas, y los datos resultantes se procesan después del registro para extraer las respuestas individuales.

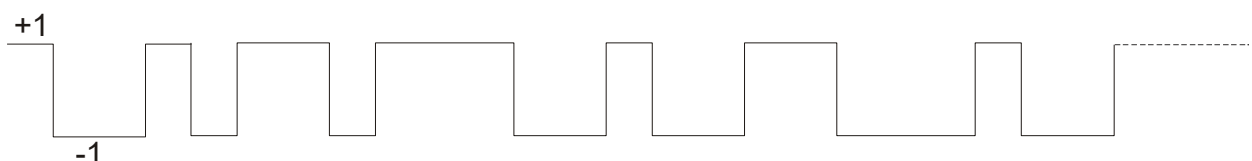
1.2 ¿Cómo funciona un ERG multifocal?

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 partes de la retina. La amplitud de la respuesta de la retina sana es proporcional al número de fotorreceptores contenidos en la zona 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 hexágonos pequeños en la región central y hexágonos más grandes a medida que aumenta la distancia 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 conos, células bipolares dentro y fuera de él, células de Müller y, posiblemente, células ganglionares. Sin embargo, el mfERG no es solo "un pequeño ERG". Para una discusión completa, véase [Hood, 2000].

1.3 Secuencias M y kernels

En teoría, siempre que cada uno de los hexágonos/sectores se destelle en un orden diferente, es posible recuperar la respuesta de cada uno. En la práctica, el mejor método para hacer parpadear los hexágonos es utilizar una *secuencia binaria pseudoaleatoria*. Una secuencia binaria pseudoaleatoria tiene 2 estados, designados +1 y -1, y cambia de estado 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 el siguiente aspecto:



Cada aproximadamente 1/4" en el gráfico anterior representa un solo período de estímulo (13.9 ms) en la pantalla; Cuando el valor de secuencia es +1, el hexágono/sector parpadea y cuando el valor de secuencia es -1, el hexágono/sector no parpadea. La duración del flash es de aproximadamente 7 ms de duración. 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. Estas se conocen como "secuencias *m* largas".

Extraer la señal de un hexágono individual a partir de los datos registrados es sencillo: basta con añadir todas las trazas en las que se produjo el destello (valor de secuencia = +1) y restar todas las trazas en las que no se produjo el destello (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 *kernel 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 anterior 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 kernel 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 entre el monitor y 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 directrices 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 precoz asociada a la edad
- Síndromes de punto blanco como MEWDS, AZOOR y coroiditis multifocal
- Oclusión de la vena de la rama 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 la fijación cuidadosa del paciente para obtener registros significativos, es menos útil en los trastornos en los que 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) se fijará erráticamente. En cualquier caso, se pueden obtener resultados inexactos o engañosos de mfERG. Los trastornos con escotomas centrales grandes incluyen:

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

Otros trastornos que también pueden hacer que un paciente no pueda fijarse lo suficiente para la prueba de mfERG incluyen:

- Nistagmo
- Golpe
- Lesión cerebral traumática

2.0 Preparación para una grabación mfERG

2.1 El paciente

Antes del registro, se debe dilatar al paciente con un midriático de corta duración como tropicamida al 1% (*Mydriacyl*, *Mydril*, etc.). Espere al menos 15 minutos para que el medicamento haga efecto. El paciente **no debe** estar adaptado a la oscuridad para esta prueba, pero si ha estado expuesto a luces brillantes (como lámparas de hendidura, fotografías de fondo de ojo, 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, incluso si se graba solo en un ojo. La anestesia en el ojo contralateral facilitará que el paciente no parpadee durante la prueba.

2.2 Electrodo



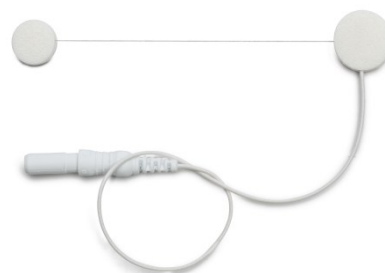
El contacto deficiente o inestable con los electrodos es una de las principales causas de las grabaciones de mfERG de mala calidad. Le recomendamos que preste especial atención a la preparación, colocación y limpieza adecuadas de los electrodos para el registro de mfERG.

2.2.1 Electrodo activo

Los mejores registros 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, conecte el segundo electrodo de manera similar en el canal 2. El electrodo Burian-Allen también está disponible en una configuración monopolar; Los electrodos Burian-Allen monopolares 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, coloque el hilo en la esclerótica por encima del párpado inferior, luego coloque la almohadilla de espuma adhesiva más grande en 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

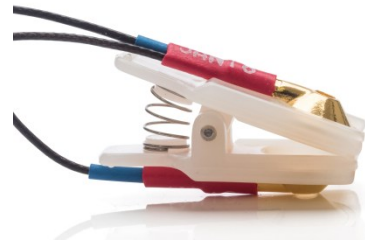
Si utiliza un electrodo monopolar, coloque el electrodo indiferente (de referencia) cerca del canto temporal del ojo desde el que está grabando, o alternativamente en la frente. De cualquier manera, limpie el sitio del electrodo con una almohadilla de preparación o alcohol para eliminar los aceites de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

Si usa el canto temporal, use un electrodo de copa de oro (VEP) con crema de electrodos (no gel) y colóquelo lo más cerca posible del canto temporal. (Si utilizó un electrodo DTL Plus, coloque primero el DTL, ya que la almohadilla de espuma adhesiva debe ubicarse con precisión. A continuación, 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 -).

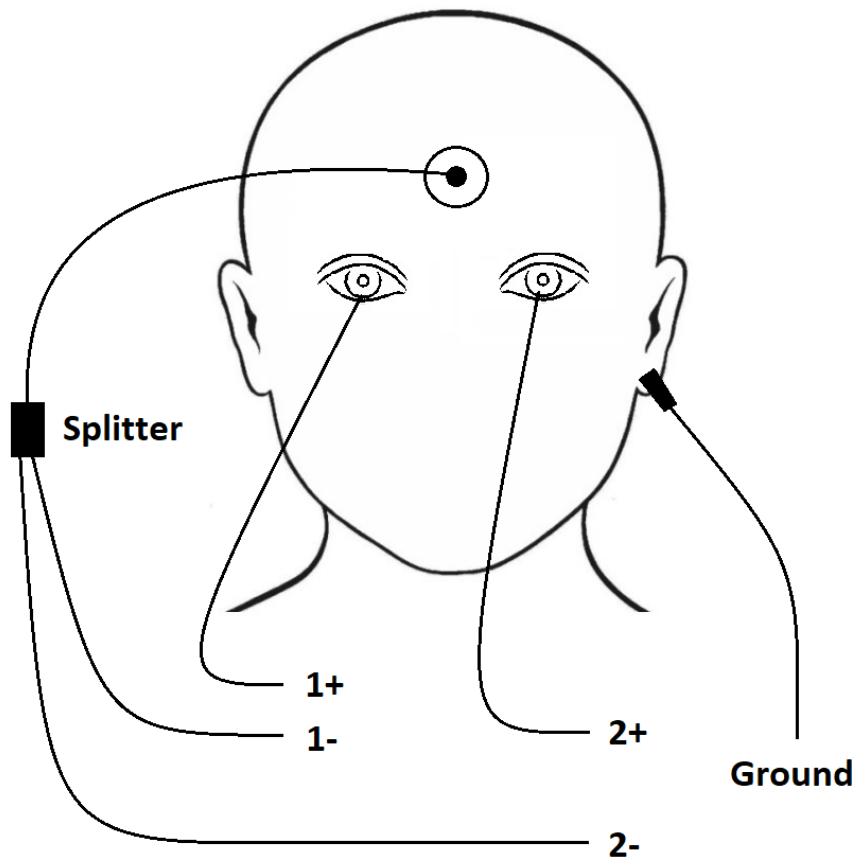
Si elige la frente para su electrodo indiferente, use un electrodo de ECG y un clip de tierra. O puede usar un electrodo de copa de oro (VEP) con crema de electrodos.

2.2.3 Electrodo de tierra

Un electrodo de clip para la oreja es una excelente conexión a tierra. Limpie el lóbulo de la oreja con alcohol y deje que se seque. Coloque el gel de electrodos (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).

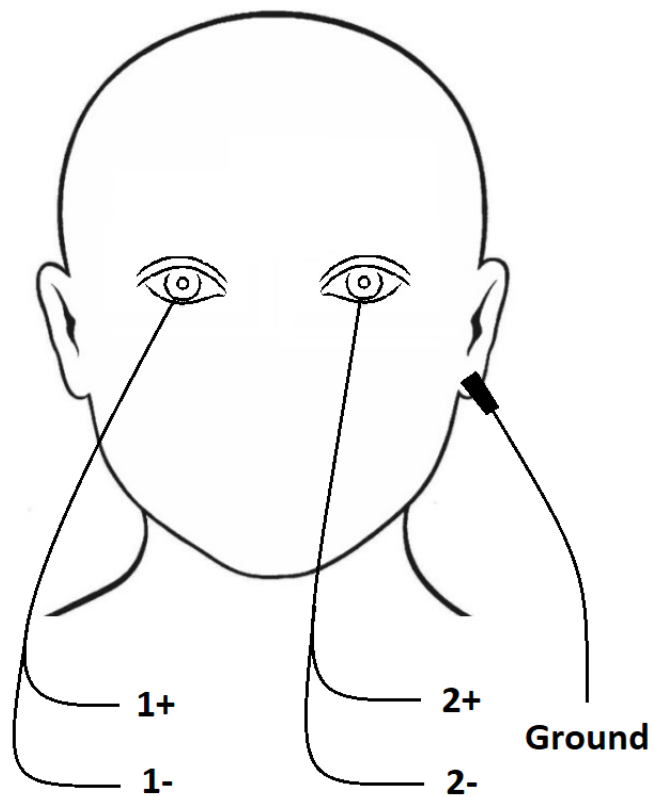


Configuración de ERG utilizando electrodos monopolares (es decir, ERG-Jet, DTL). Tenga en cuenta que el electrodo de puesta a tierra es un clip para la oreja lleno de gel, los electrodos de referencia son electrodos de copa de oro llenos de crema, y el electrodo positivo o activo se muestra aquí con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

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 emetropía, por lo que algunos expertos consideran que la refracción es innecesaria dentro de estos límites". [Marmor, 2003]

Si opta por refractar a sus pacientes antes de grabar, le recomendamos que incluya un complemento de +3 D (lente dioptría) para compensar la distancia de la pantalla de grabación (~30 cm). Además, debe tener en cuenta que una 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.

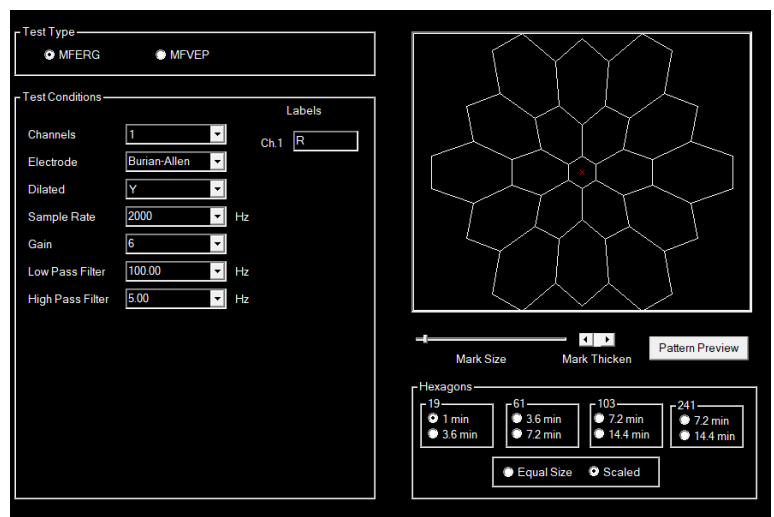
2.4 Iluminación ambiental

La 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 al sujeto cercana a la del promedio de la pantalla de estímulo ($100 \text{ cd} / \text{m}^2$). Si las luces de la habitación son demasiado brillantes, es posible que haya reflejos en la pantalla del paciente que interfieran 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 Tamaño de marca** determina la longitud de las patas de la "X", mientras que el **control Engrosar marca** 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 permanezca lo suficientemente estable como para obtener 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 Supervisión de la fijación

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

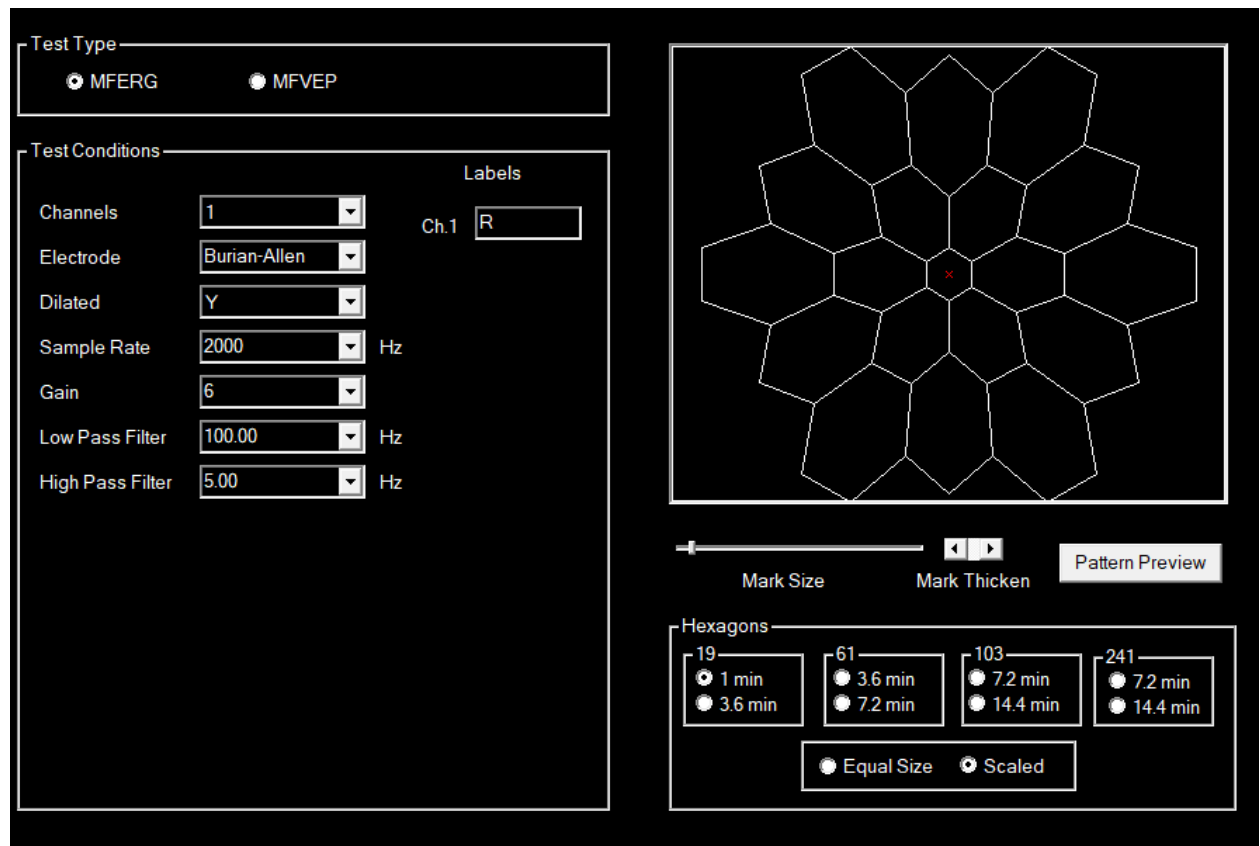
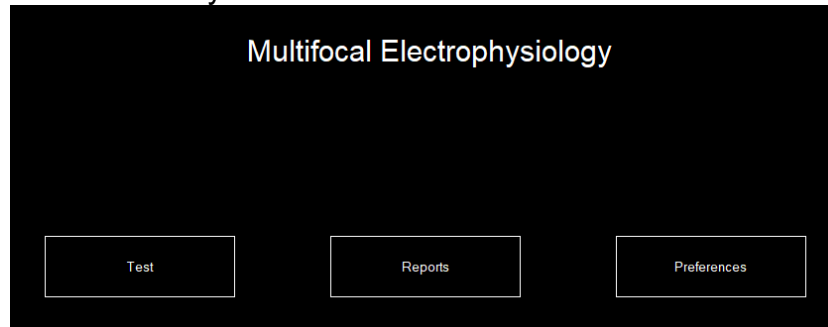
- el paciente parpadea o mueve los ojos,
- se ha caído un electrodo, o

- El paciente está muy desfijado.

La cámara no le permite determinar si el paciente está ligeramente desfijado, como en el caso de un paciente con un escotoma central, utilizando un locus retiniano alternativo preferido. Nada menos que una cámara retinal 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*.

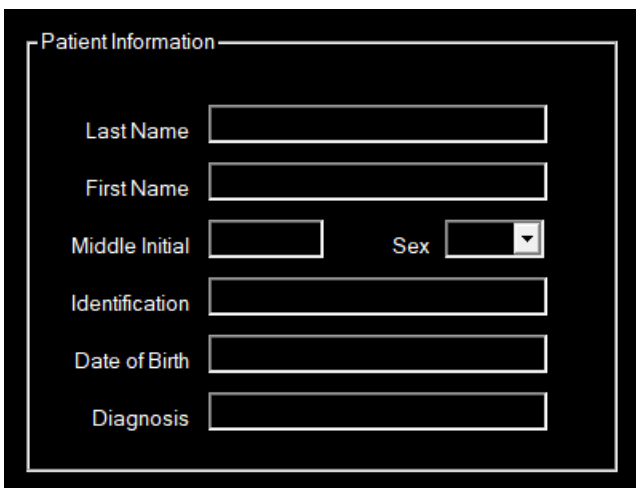


3.1 Tipo de prueba

Seleccione MFERG, si la opción no aparece, significa que no tiene una licencia MFERG. Consulte la sección de configuración de UTAS de este manual para actualizar.

3.2 Información del paciente

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



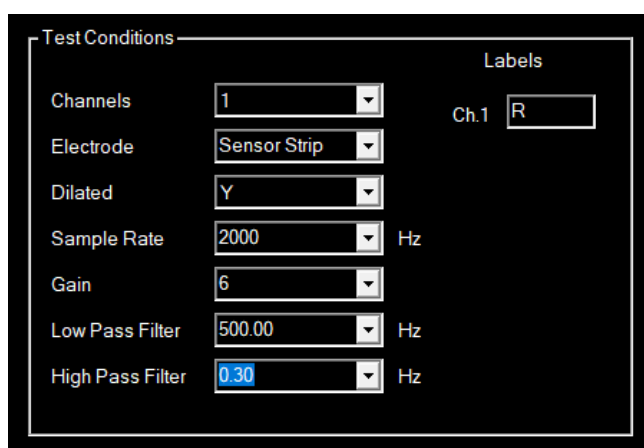
The screenshot shows a 'Patient Information' form with the following fields: Last Name, First Name, Middle Initial, Sex (a dropdown menu), Identification, Date of Birth, and Diagnosis. Each field is represented by a text input box.

3.3 Canales y etiquetas

Número de canal: todos los UTAS pueden grabar de forma monocular o binocular. El software se establece automáticamente de forma predeterminada en el ojo derecho en el canal 1 y en el ojo izquierdo en el canal 2.



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



The screenshot shows a 'Test Conditions' form. On the left, there are dropdown menus for Channels (set to 1), Electrode (Sensor Strip), Dilated (Y), Sample Rate (2000 Hz), Gain (6), Low Pass Filter (500.00 Hz), and High Pass Filter (0.30 Hz). On the right, under the 'Labels' section, there is a text box for 'Ch.1' containing the letter 'R'.

3.4 Selección de patrones

Hay tres elementos a tener en cuenta a la hora de seleccionar una prueba mfERG:

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

El software mfERG le ofrece 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 grabe, 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) proporcionan una mejor relación señal-ruido y, por lo tanto, permiten tiempos de grabación más cortos de un paciente. Por lo tanto, en general, debes grabar utilizando el menor número de hexágonos que te permitan resolver el

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

Escalado de hexágonos

Si está grabando desde el ojo humano, le recomendamos que utilice 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.

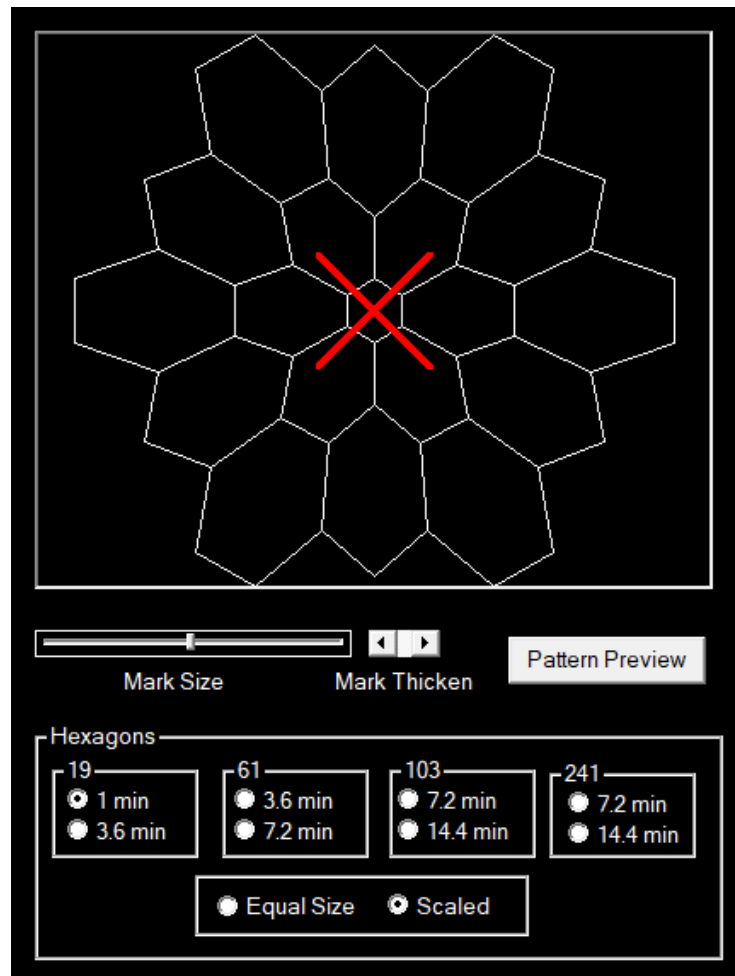
Si está grabando con animales, le recomendamos que utilice hexágonos del mismo tamaño. Los mfERG que utilizan hexágonos de igual tamaño se interpretan más fácilmente cuando la fijación es incierta. Además, muchas especies animales tienen perfiles de densidad de conos que son significativamente diferentes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

Secuencias M

Las secuencias *m* más largas permiten un mayor promedio de datos y, por lo tanto, proporcionan grabaciones más silenciosas. Cuando se utilizan electrodos más ruidosos, como los electrodos DTL, se debe utilizar una secuencia *m* más larga. En general, el ruido disminuye en 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 razón de 72 Hz, hay $72 \times 60 = 4320$ estímulos por minuto).

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

Los tiempos de registro recomendados para los diferentes electrodos son:



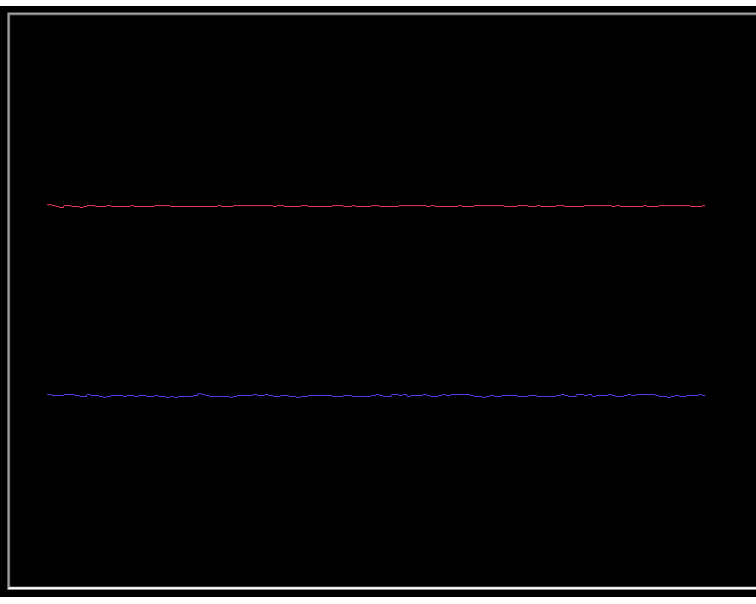
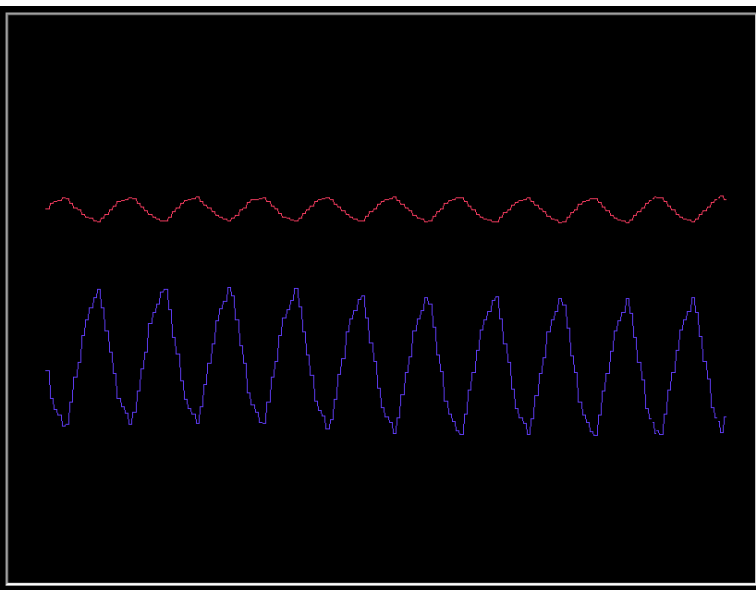
Hexágonos	Grabación con electrodos Burian-Allen	Grabación con electrodos DTL o ERG Jet
19	1 minuto	4 minutos
61	4 minutos	8 minutos
103	8 minutos	15 minutos
241	8 min grabado dos veces y promediado	15 minutos grabados 4 veces y promediados

3.5 Registro de datos



Referencia

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 estable. Haga que el paciente coloque la barbilla en la barbilla 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**. La UTAS comenzará a recopilar datos sin presentar un estímulo y le permitirá observar los datos basales del paciente. A continuación se muestran ejemplos de trazados de línea de base buenos y deficientes.

<p>Buena línea de base</p>	
<p>Mala línea de base</p> <p>Esta línea de base tiene un ruido excesivo de la red (50/60 Hz). Lo más probable es que se deba a una mala conexión del electrodo, aunque hay otras explicaciones posibles 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>	

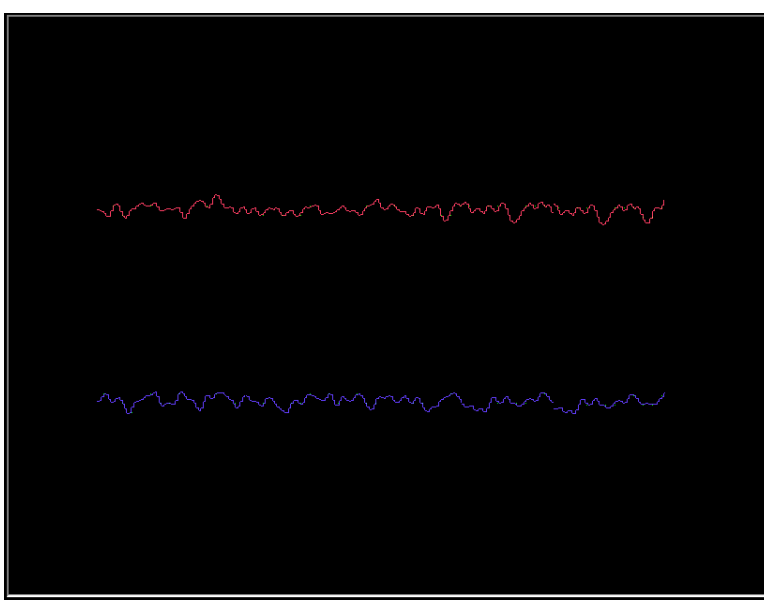
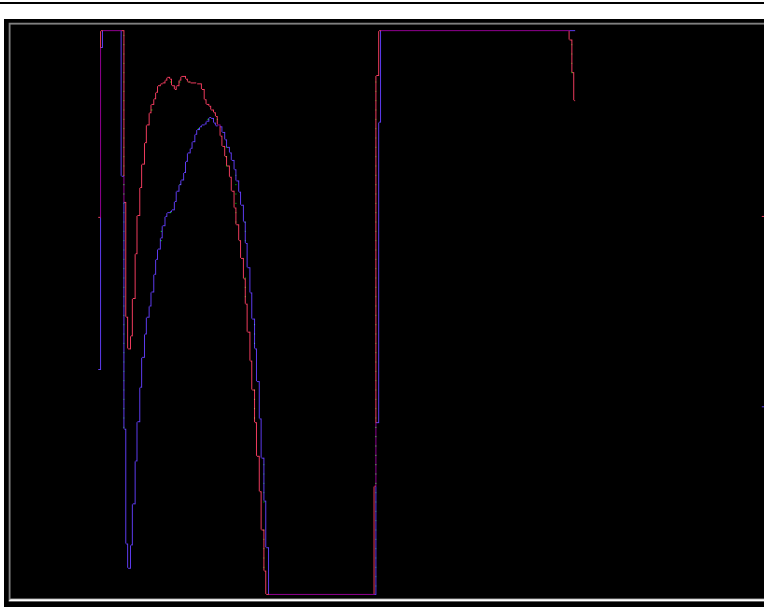
3.6 Registro

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 m* 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 tiene $1024 / 72 = 14$ segundos de duración, más otra fracción de segundo para la sincronización y combinación 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.

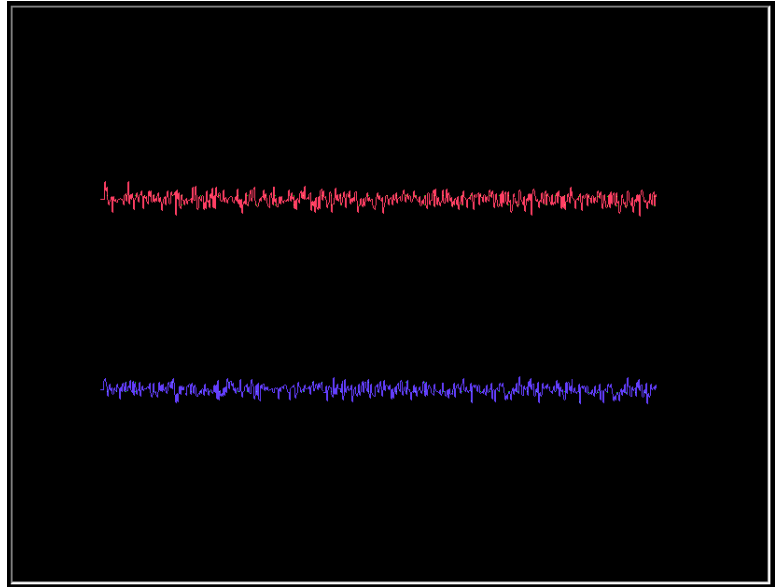
Durante la grabación, una ventana mostrará los datos de cada 16 pasos. Debe observar cuidadosamente los datos mostrados para asegurarse de que ningún movimiento ocular u otros artefactos contaminen la grabación. A continuación se muestran ejemplos de trazados buenos y malos. En general, si los datos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

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

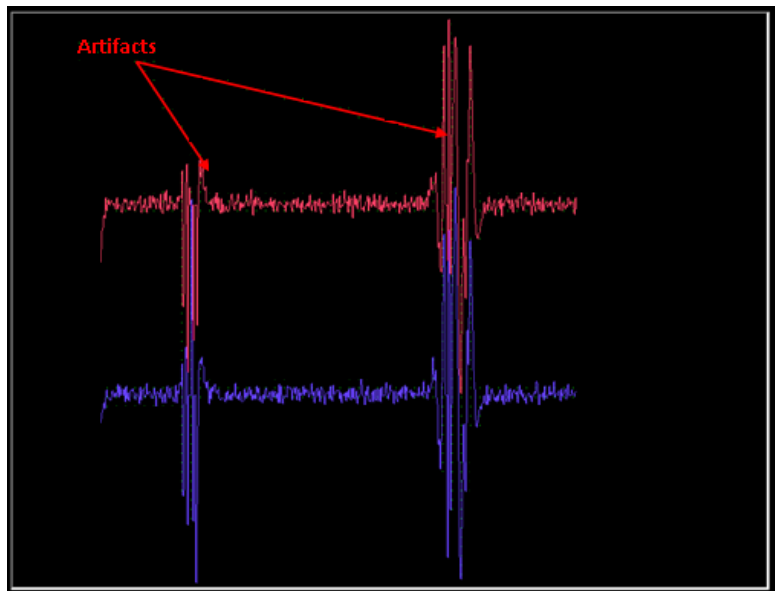
<p>Este es un buen seguimiento de registro durante la adquisición.</p>	
<p>Este es un ejemplo de un artefacto de parpadeo durante la grabación. Si se producen demasiados artefactos de parpadeo, el segmento debe interrumpirse (haga clic en el botón Interrupción) y repetirse (haga clic en el botón Repeat).</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 ondículas), no hay grandes movimientos oculares y todos los datos están dentro de los límites de la pantalla y son relativamente consistentes en amplitud.



Se trata de 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 porcentaje de artefactos que se muestra encima del gráfico es mayor que un pequeño porcentaje, el segmento debe volver a registrarse. En este caso, seleccione **Repetir segmento** para volver a grabar.



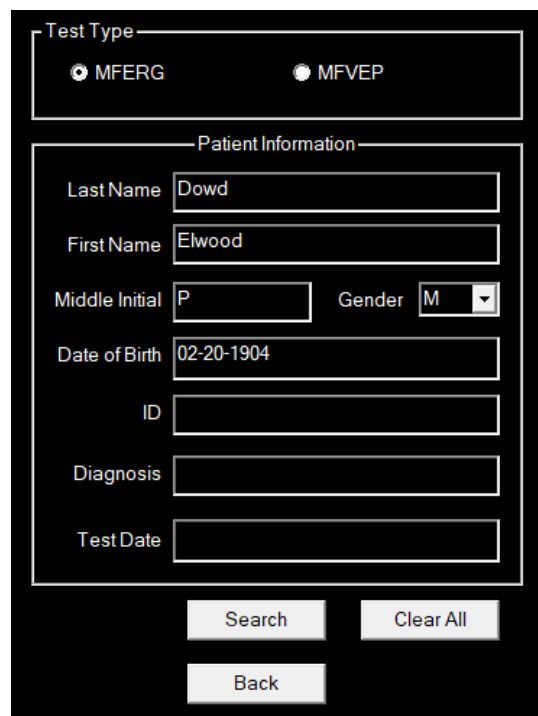
Siga grabando hasta que todos los segmentos estén listos. A continuación, haga clic en **Guardar prueba** para almacenar los datos.

Una vez que se han almacenado los datos, **se muestra la pantalla** Análisis.

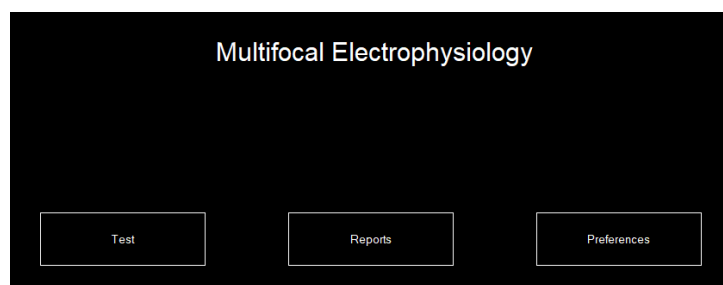
4.0 Análisis e informe de datos MFERG

Los resultados de mfERG pueden verse 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 UTAS que utiliza un tipo de estimulador diferente.

4.1 Búsqueda de los datos de un paciente



The screenshot shows a 'Patient Information' form within a software interface. At the top, there is a 'Test Type' section with two radio buttons: 'MFERG' (selected) and 'MFVEP'. Below this is the 'Patient Information' section, which includes 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 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 sus parámetros de búsqueda (ejemplo a la derecha)

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

Clear 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 del mismo **tipo de prueba** y **longitud de prueba** para poder recuperarse 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	

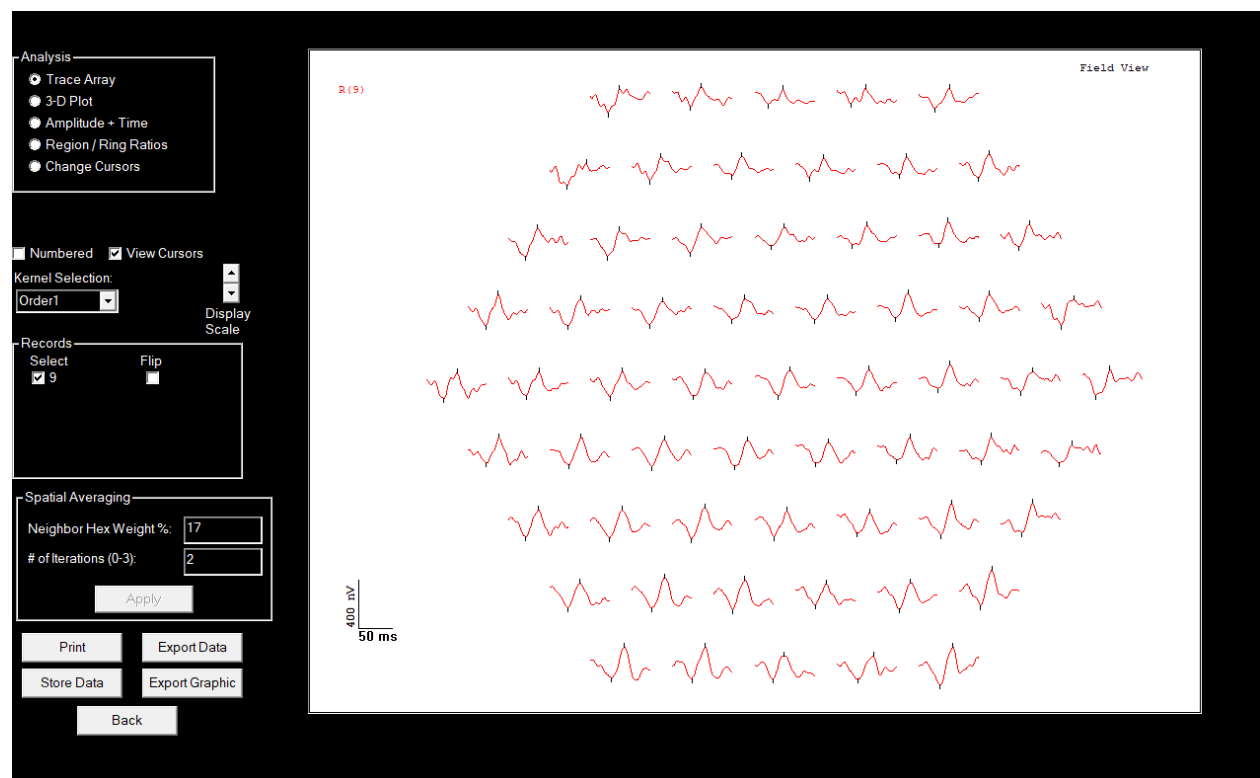
Haga clic en **Next** para ir a la página Análisis

4.2 Análisis de datos

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

Matriz de seguimiento

La vista **Trace Array** muestra las formas de onda mfERG individuales para cada hexágono. Esta es la vista más importante de los datos, ya que muestra si hay artefactos 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 trazado 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 la opción **Voltear** esté marcada), 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 utilizando el **control deslizante Escala de** visualización. Al hacer clic en la flecha hacia arriba, se ampliarán las formas de onda. La escala en la parte inferior izquierda de la pantalla cambiará para que se muestre la amplitud correcta de la forma de onda.

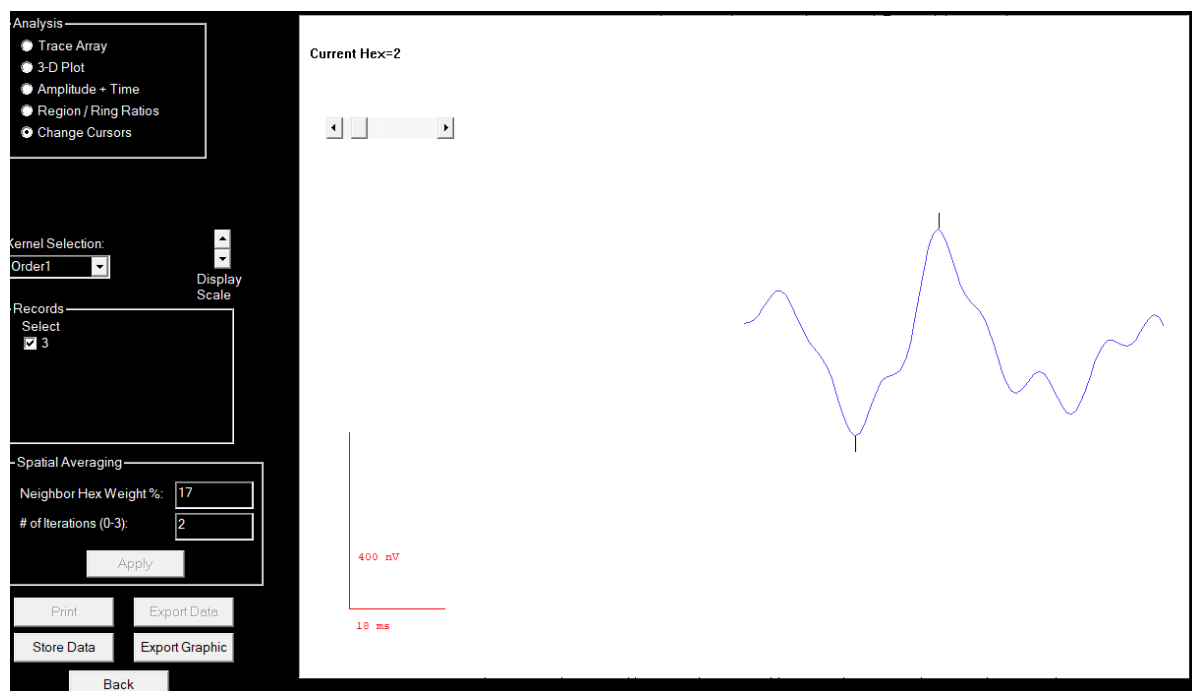
- **Numerado** Activa la numeración secuencial de los seguimientos individuales.
- **Ver cursores** Muestra las marcas colocadas por el software para N1 y P1 (los valores predeterminados están marcados)
- **Dar la vuelta** Refleja las formas de onda alrededor de una línea vertical. Hace que un ojo derecho parezca un ojo izquierdo o viceversa. Puede ser útil en la superposición de 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** en **análisis** en la esquina superior izquierda de la pantalla, que se describe a continuación.

Si tiene varios registros seleccionados, puede activar o desactivar 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 mediante una rutina de estiramiento de plantillas. [Hood 1998]. Si bien esta técnica casi siempre colocará los cursores de N1 y P1 en la ubicación correcta, debe revisar la ubicación de los cursores en la forma de onda. Si cree que es necesario ajustarlos, 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 utilizar el ratón 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 para P1

Cuando haya corregido cualquier error de colocación del cursor, estará listo para continuar analizando sus formas de onda. Nota: Los ajustes de las posiciones del cursor no se almacenan con la forma de onda.

Si se seleccionaron varias formas de onda y se promediaron, **Cambiar cursores** le permitirá cambiar la ubicación del cursor en el promedio de las formas de onda seleccionadas.

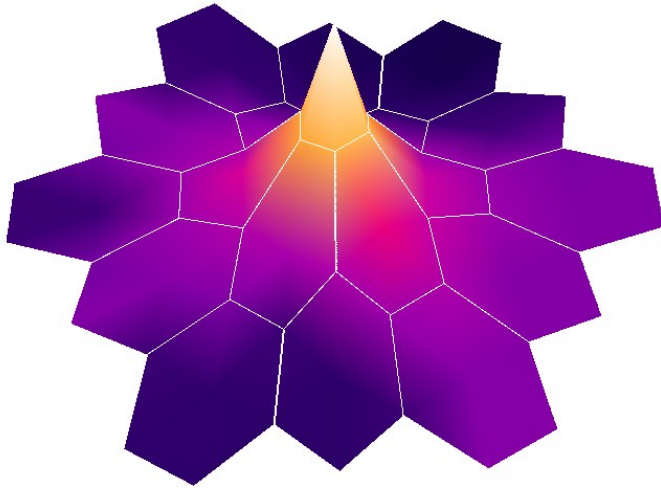
Amplitud y Time

Si desea ver los valores numéricos de las amplitudes hexagonales individuales y los tiempos implícitos, haga clic en el **Amplitud y Time** 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 mediante la leyenda en la parte inferior izquierda del área gráfica. Puede desactivar la numeración de los hexágonos desmarcando la **casilla Numerados**.



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

Gráfico 3D

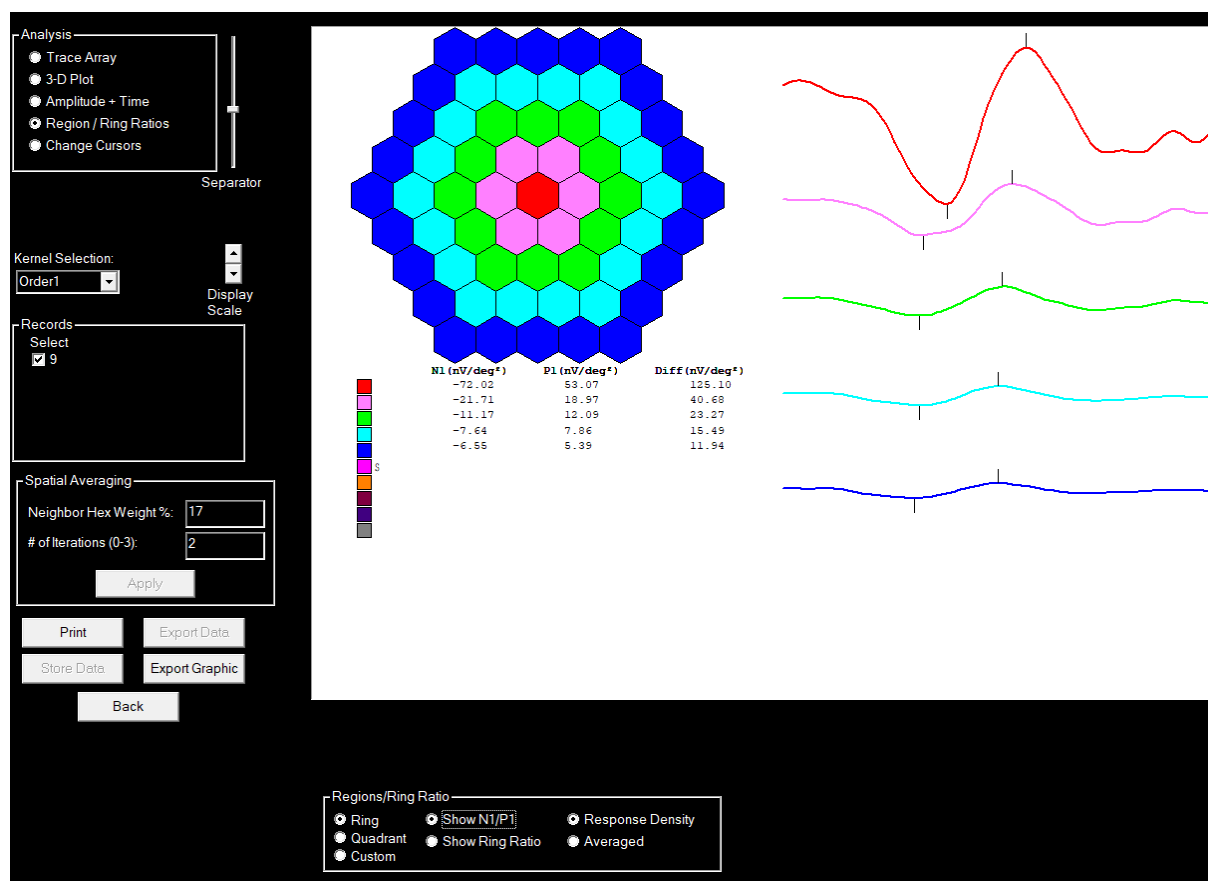


Podría decirse que el gráfico 3D es el más mal utilizado de las pantallas de datos mfERG, en el gráfico 3D, los datos se representan en $nV/grados^2$. Es decir, el valor del mfERG para un hexágono se divide por el área del hexágono (en grados cuadrados de ángulo visual). Dado que la densidad del cono es mayor en la fóvea, el gráfico 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 un gráfico 3D convincentemente normal colocando los electrodos en un vaso de precipitados de solución salina. Esto es cierto porque el ruido en cada hexágono es constante, por lo que el gráfico 3D a escala tiene una apariencia casi normal. Por lo tanto, es importante ver las formas de onda de traza antes de intentar interpretar el gráfico 3D.

Puede cambiar la apariencia de la gráfica 3D inclinando cualquiera de los 2 planos usando 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 de mfERG se ven afectadas en los anillos pericentrales. En estos casos, puede tener sentido agrupar regiones del mfERG para su análisis. Ver [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 en la que todos los hexágonos se promedian en una sola respuesta.



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

Creación de 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 pequeña letra 'S' junto al cuadro, lo que indica que está seleccionado. Haga clic en los hexágonos que desea incluir en esta región. Continúe seleccionando grupos e incluyendo hexágonos hasta que todos los grupos estén definidos. Se pueden definir hasta 10 grupos.

Regiones predefinidas

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

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

Si selecciona regiones **de cuadrante**, el software dividirá automáticamente los hexágonos en cuadrantes. Algunos hexágonos pueden estar incluidos 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 ubicación de estos cursores haciendo clic en el cuadro que coincida con el color de la onda que le interesa ajustar (aparecerá una "S" junto al cuadro seleccionado para mostrar que ha sido 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 timbre** 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 del anillo escalados con el tamaño del hexágono en nV/grado² 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 la prueba, el paciente debe estar completamente dilatado (ver manual sobre refracción del paciente).
2. En la computadora, cierre todas las demás aplicaciones e inicie el software multifocal.
3. Seleccione MFERG como tipo de prueba. Introduzca toda la información del paciente y la información del canal correspondientes (seleccione 2 canales si graba con binoculares). Como mínimo, se debe especificar Apellido o Identificación y 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 se encuentra en una habitación moderadamente iluminada, conecte los electrodos según el diagrama de configuración de mfERG. Asegúrese de anestesiar 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, UTILICE SIEMPRE EL CANAL 1 PARA GRABAR** Anestesiar el ojo contralateral si solo graba desde un ojo para reducir el parpadeo.
6. Coloque al paciente en la mentonera 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 de base** para comprobar el nivel de ruido. La línea de base debe estar relativamente libre de ruido.
9. Una vez que tenga una línea de base relativamente plana, seleccione el **botón Grabar**. Esto iniciará la grabación del 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. Recorre 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 **botón Guardar prueba**.
12. Aparecerá la **pantalla Análisis**. Evalúe los resultados y repita la grabación si es necesario.
13. Si está grabando a partir del 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 de 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 (e.g., 19 hexágonos Ojo derecho). 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 trazado**, mueva los cursores si es necesario en la **vista Mover cursor**
7. Imprima las vistas deseadas

Guía de interpretación de MFERG

Introducción

Hay varias formas en las que se puede ver y analizar el ERG multifocal. A continuación, se presentan pautas generales para comprender e interpretar los datos de mfERG.

Matrices de seguimiento

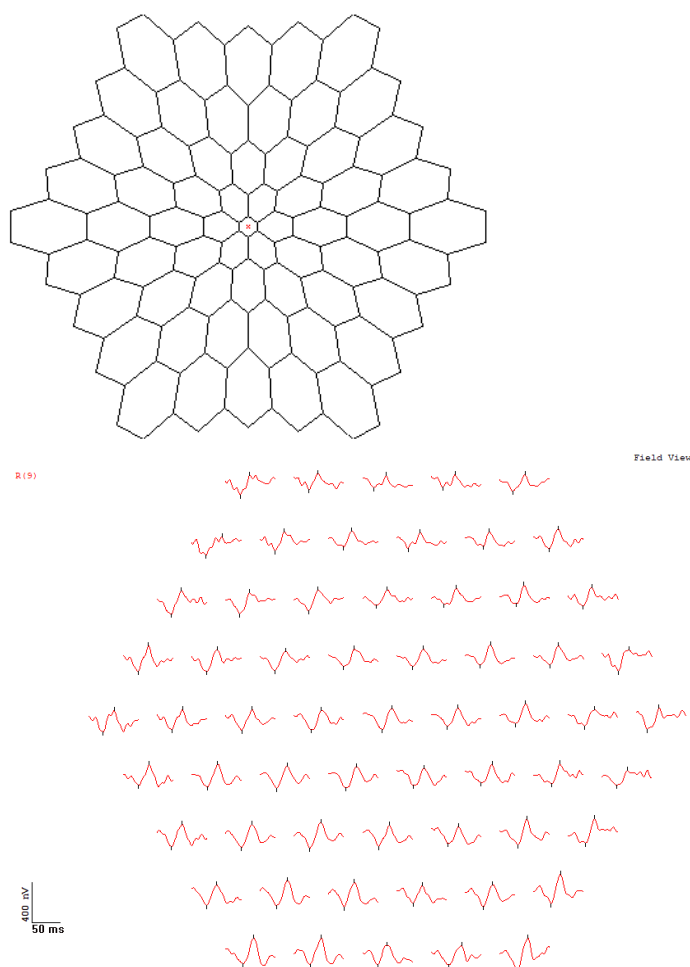
"La matriz de trazas es la pantalla básica de mfERG y siempre debe incluirse en el informe de resultados clínicos".

— Directriz ISCEV mfERG [2]

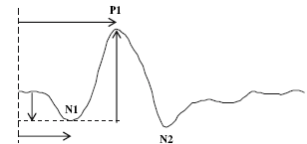
El Trace Array es la forma más útil de visualizar y comprender el ERG multifocal. Siempre debe comenzar el análisis de un mfERG mirando la matriz de seguimiento.

¿Cómo es una buena grabación?

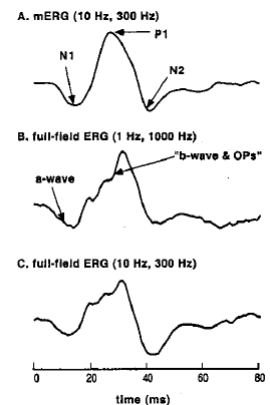
El Trace Array es la visualización de las ondículas ERG multifocales individuales dispuestas de la misma manera que la presentación del estímulo. Los hexágonos en el estímulo multifocal se escalan de modo que en sujetos normales la respuesta mfERG es aproximadamente la misma amplitud en cada hexágono.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



Cada ondícula multifocal tiene 3 características principales, una deflexión negativa inicial (N1), seguida de una deflexión positiva (P1), seguida de otra deflexión negativa (N2). A la derecha se muestra un ejemplo (Imagen tomada de [2]).



La respuesta ERG multifocal a cada hexágono se puede considerar como un "mini ERG fotópico". Los componentes del trazado 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 A-Wave del ERG de Ganzfeld y P₁ se compone de los mismos componentes que la B-Wave y los OP del ERG de Ganzfeld. Véase [1] en la página 42 para más detalles. A la derecha se muestra una comparación con los componentes del ERG fotópico estándar (Imagen tomada de [1]). El trazado superior muestra un trazado ERG multifocal. Los 2 trazos 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 El componente aparece antes en el mfERG que la b-wave en el ERG de Ganzfeld.

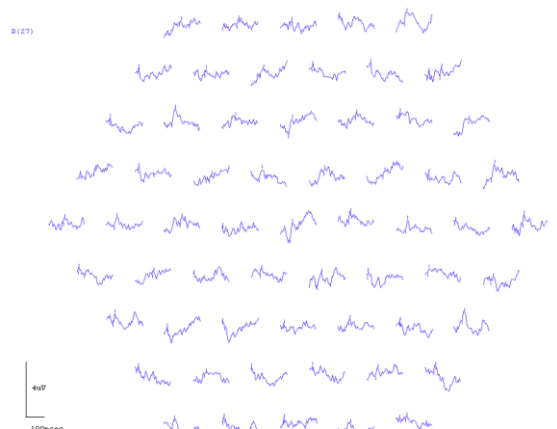


La medida diagnóstica más útil del trazado individual de mfERG es la amplitud de P₁, medida a partir de N₁. Esto se conoce como la "amplitud N₁-P₁". La amplitud N₁-P₁ se expresa típicamente en nanovoltios (1 nV = 0,001 μ V). En algunos casos, la amplitud N₁-P₁ se normaliza por el área del hexágono estimulante en grados cuadrados; esto se conoce como "densidad de respuesta" y se expresa en nanovoltios por grado cuadrado (nV/grado²). Otra medida diagnóstica que a veces se utiliza es el tiempo implícito de P₁, es decir, 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 fotorreceptores. En un ERG de ganzfeld, el área estimulada del ojo (aproximadamente 150° x 120°) es del orden de 20.000 grados², mientras que un hexágono multifocal típico (para un estímulo de 61 hexágonos) es del orden de 100 grados². Por lo tanto, mientras que la amplitud de un ERG fotópico de ganzfeld normal es del orden de 100 μ V, la amplitud de un hexágono mfERG típico es del orden de 1/2 μ V, o aproximadamente 500 nV.

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

Fuentes del artefacto en el mfERG.



Movimientos oculares. Probablemente la fuente más común de artefactos 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



μς, πνεδε οσχυρεχερ φ(χιλμεντε λα σε)αλ μλτιφοχαλ συβψαχεντε. Λα πρινχιπαλ χ αραχερῖστιχα ιδεντιφιχατιπα δε εστε αρτεφαχτο εσ υνα λῖνεα δε βασε ινχλιναδα χ ον ποχα ο νινγυνα 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 registrar el mfERG. La causa más común de la contaminación acústica de la red es el contacto deficiente con los electrodos. El ruido de la red se reconoce fácilmente por su aspecto sinusoidal periódico. A la derecha se muestra un ejemplo de interferencia de red (registrada con líneas eléctricas de 60 Hz). No hay ninguna señal mfERG presente en esta grabación; Es puro artefacto. Si su mfERG se ve así, debe volver a grabarse.



Artefacto de supervisión. 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 trazado mfERG. La causa habitual de la interferencia es un contacto deficiente con los electrodos o tener los cables de los electrodos demasiado cerca del monitor. La interferencia se manifiesta como un pico (que puede ser positivo o negativo) al principio de la forma de onda traza. Un ejemplo de artefacto de monitor se muestra en muchos de los calcos de la grabación de la derecha.

¿Qué pasa con el punto ciego?

En las grabaciones mfERG que utilizan los patrones de hexágono 19, 61 o 103, es muy posible que ningún hexágono de estímulo caiga completamente dentro del disco óptico. Además, pequeñas cantidades de inestabilidad de la 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 de hexágono 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 estable, lo que da como resultado un punto ciego visible en la matriz de trazas mfERG.

Los efectos de la edad en el mfERG

mfERG N1-La amplitud de P1 exhibe una disminución lineal con la edad de aproximadamente 0,9% por año desde los 10 hasta los 80 años, mientras que el tiempo implícito de P1 aumenta a una tasa de aproximadamente 1,3% por año. [5] Este cambio en la edad se debe tener en cuenta al observar los resultados numéricos de un paciente en particular.

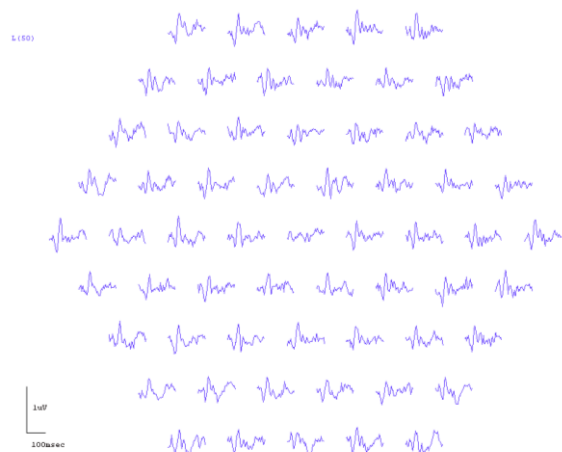
Los efectos de los trastornos de la retina en el mfERG

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 remanente 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 rastreo 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 ondículas mfERG atenuadas en el centro de la matriz de trazas.

A la derecha se puede ver un trazado AMD simulado. La simulación se creó bloqueando la luz del hexágono central cuando se grababa 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 la referencia 1]

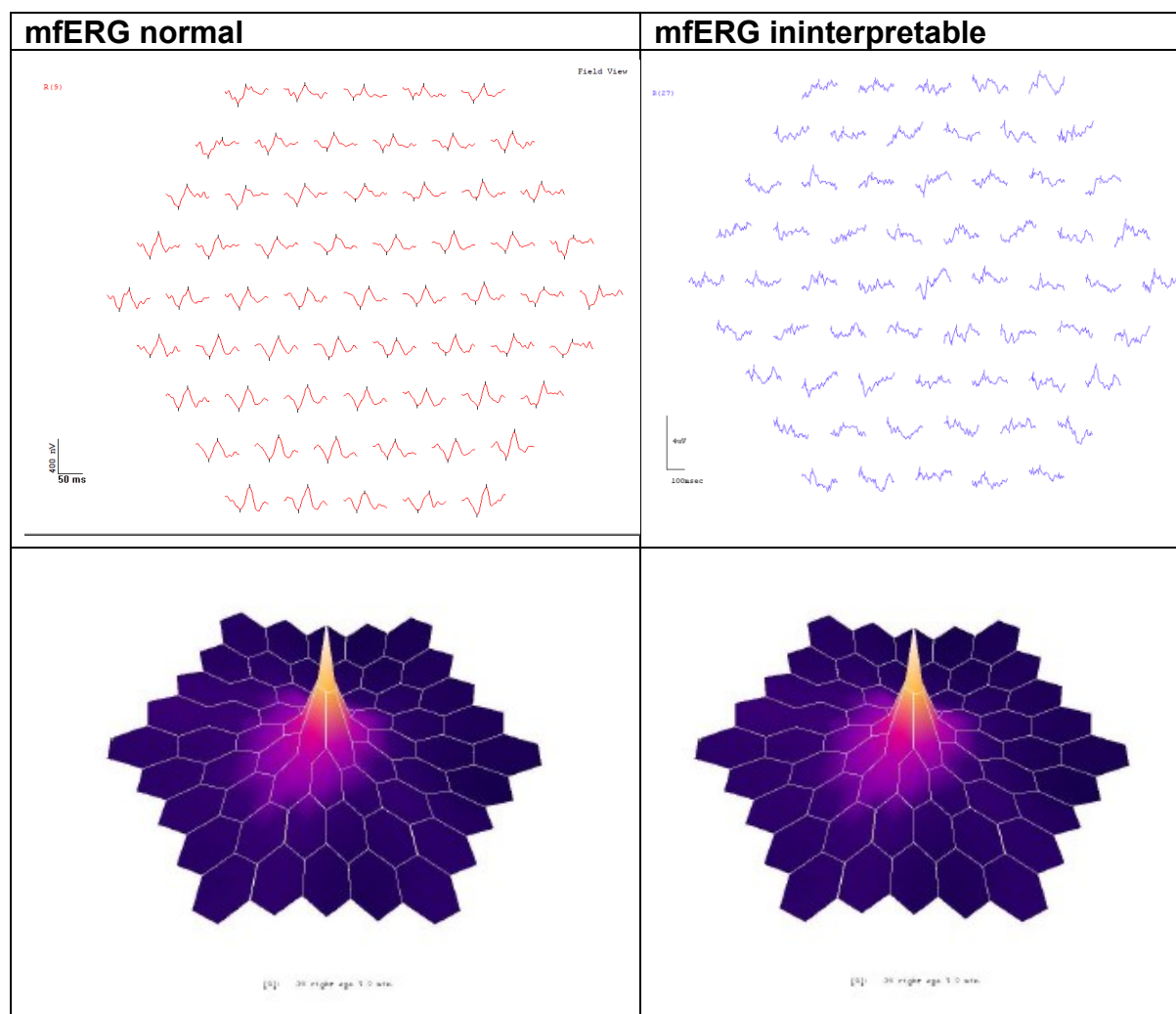
Daños a	Mecanismo	Amplitud P1	P1 Time
Receptor de cono	Daños en el segmento exterior	Menor	Retraso moderado
	Pérdida celular	Menor	Normal
Capa plexiforme externa	Alteración de la transmisión sináptica	Más pequeño o más grande	Gran retraso
Células bipolares	Pérdida celular	Menor	Retraso moderado
Células no bipolares	Pérdida celular	Mayor	Un poco más rápido (?)
Capa plexiforme interior	Alteración de la transmisión sináptica o pérdida celular	Aprox. normal (cambios de forma)	Pequeño retraso

Células ganglionares	Pérdida celular	Aprox. normal	Aprox. normal
----------------------	-----------------	---------------	---------------

La trama 3D

El gráfico 3D es un gráfico de área de amplitud P1 – N1 escalado por el tamaño del hexágono. Por lo tanto, se informa en nanovoltios por grado cuadrado (nV/grado²). En teoría, esto permite la visualización de la función en el área foveal. Si bien el gráfico 3D proporciona una imagen bonita, generalmente no es útil para el diagnóstico.

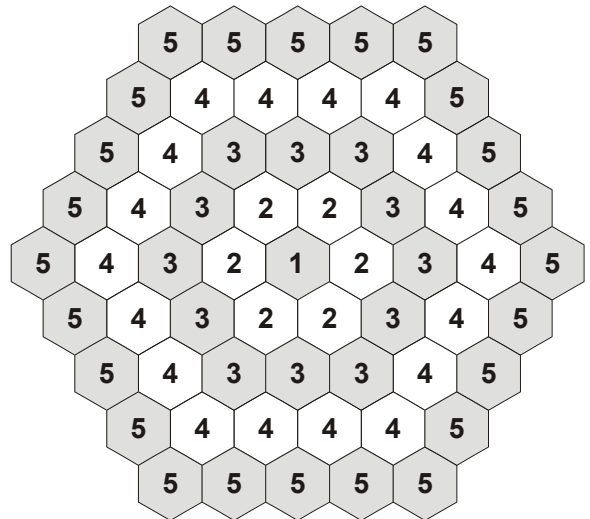
Esto no se puede enfatizar lo suficiente: **el gráfico 3D puede ser extremadamente engañoso en su apariencia y, en general, no debe usarse para el diagnóstico.** A continuación se muestran ejemplos de un buen mfERG y un mfERG completamente ininterpretable y sus correspondientes gráficos 3D:



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

Proporciones de timbre

Las relaciones de los anillos mfERG son medidas de la densidad de respuesta (en nV/grados²) creada por el promedio de los anillos concéntricos al punto de fijación. Se utilizan 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.



Los cocientes de anillos 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 anillos.

Las proporciones de anillo proporcionan una detección temprana muy sensible y específica de la toxicidad de Plaquenil. [3] Los valores elevados de R1:R2 o R1:R3 indican toxicidad en pacientes que reciben Plaquenil. Las relaciones de anillo calculadas por el software mfERG pueden compararse con los límites publicados en [3, 4].

Las proporciones de anillo también son útiles en la detección de la enfermedad macular, donde valores bajos de R1:R4 puede indicar una respuesta macular significativamente disminuida en relación con la periferia. Los límites inferiores de la normalidad 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 a la amplitud y la forma de onda de los mfERG, por lo que es esencial informar del tipo de pantalla y especificar los detalles del fabricante y el modelo al informar de los resultados que pueden compararse con los UTAS 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. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2021 update). *Doc Ophthalmol* 142, 5–16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10633-020-09812-w>
3. Lyons JS, Severns ML. Detección temprana de la toxicidad retiniana de la hidroxiclороquina mejorada por el análisis de la relación de anillo de la 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 Ophthalmol* 118:29-36, 2009.
5. Tzekov RT, Gerth C, Werner JS. Escena de los componentes del electrorretinograma multifocal humano: un enfoque localizado. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 242:549-60, 2004.

Multifocal VEP

1.0 Introducción

1.1 ¿Qué es una prueba multifocal?

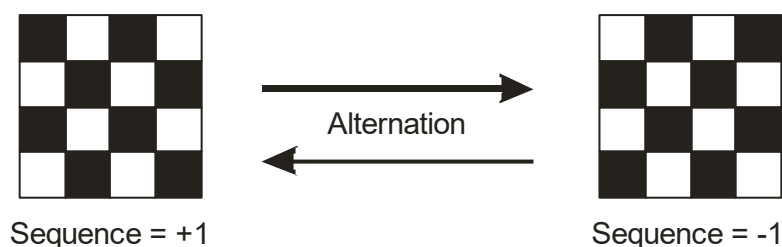
Las pruebas multifocales son una forma de registrar un potencial evocado visualmente (VEP) de muchas regiones para obtener un mapa de la función visual. Una prueba multifocal utiliza una pantalla de visualización de computadora como estimulador y la divide en una serie de áreas de prueba más pequeñas. Cada área de prueba se estimula mediante una secuencia de encendido y apagado que difiere en tiempo de todas las demás áreas de prueba. Las respuestas evocadas se recogen 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 Secuencias M y kernels

Revise la sección sobre "secuencias m 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 sólo cuando se produce una alternancia, es decir, cuando el patrón está en un estado durante un fotograma y el otro estado durante el fotograma siguiente. Para extraer la señal de un sector individual a partir de los datos registrados, se suman todas las trazas en las que hubo una alternancia (secuencia cambiada de $+1 \rightarrow -1$ o de $-1 \rightarrow +1$) y se restan todas las trazas en las que no se produjo un cambio (valor de secuencia $+1 \rightarrow +1$ 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 *kernel 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 entre el monitor y el paciente. Coloque el monitor de modo que la distancia entre el paciente y el monitor coincida con la

distancia especificada en la etiqueta de la parte frontal del monitor. Seguir la distancia de visualización en la parte frontal del monitor da como resultado 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, consulte las directrices de calibración de ISCEV. [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.

Usos:

- Ayuda a diagnosticar el glaucoma.
- Para confirmar la prueba de campo visual poco fiable.
- Ayuda a diagnosticar la neuritis óptica, la esclerosis múltiple 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 VEP.
- Para confirmar el campo visual funcional.

1.6 ¿Cuándo no es útil el mfVEP ?

El mfVEP requiere una fijación adecuada y un enfoque adecuado para una grabación precisa. Cualquier trastorno que impida una fijación adecuada (e.g., escotoma central) o un enfoque adecuado (e.g., 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 lámparas de hendidura, fotografías de fondo de ojo, angiografía con fluoresceína), espere al menos 10 minutos antes de la prueba.
- El paciente **no** debe estar dilatado para esta prueba.
- Una buena refracción cercana es importante. Toda la pantalla debe estar enfocada, por lo que los pacientes presbíteros con lentes multifocales (incluidos los bifocales / trifocales) deben refractarse utilizando marcos de prueba 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 la mala calidad de las grabaciones de mfVEP. Le recomendamos que preste especial atención a la preparación, colocación y limpieza adecuadas de los electrodos para la grabación de mfVEP.

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

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

Usando divisores de 2 a 1 o 3 a 1, conecte 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 registro. 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, las horquillas pueden ayudar a mantener el cabello fuera del camino durante este proceso).

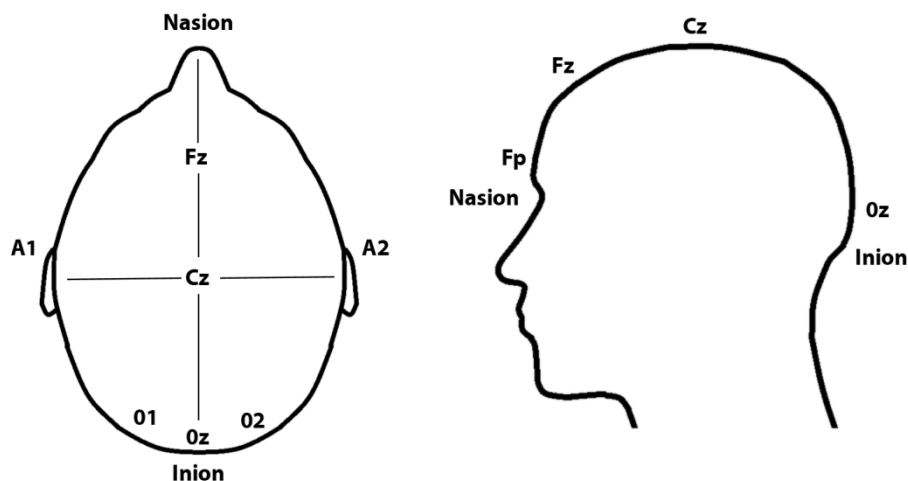
Es importante limpiar bien el cuero cabelludo para obtener un buen contacto con los electrodos.

Con una cucharada generosa de crema de electrodos (no gel), pega el cabello a cada lado de la raya en el cuero cabelludo. Esto es complicado, 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 electrodos en la taza del electrodo y presione el electrodo *firmermente* 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 vuelva a presionar firmemente.

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

Colocación sugerida de electrodos (hay muchas disposiciones posibles de electrodos):

Ubicación de los electrodos	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 registro #1 en Oz	1+
Electrodo de registro #2 una pulgada por encima de Oz	2+
Electrodo de registro #3 una pulgada por debajo de Oz.	3+



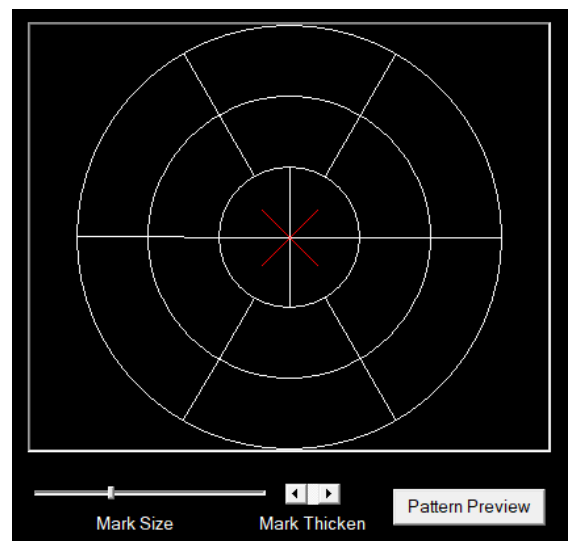
2.3 Iluminación ambiental

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/m^2). Si las luces de la habitación son demasiado brillantes, es posible que haya reflejos en la pantalla del paciente que interfieran 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 Tamaño de marca** determina la longitud de las patas de la "X", mientras que el **control Engrosar** marca 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 Supervisión de la fijación

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

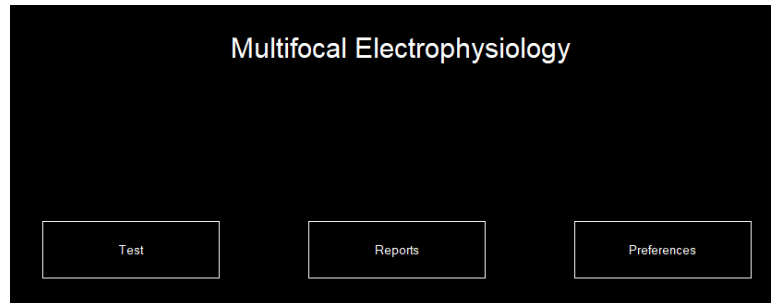
- el paciente cierra los ojos,
- El paciente está muy desfijado.

La cámara no le permite determinar si el paciente está ligeramente desfijado, como en el caso de un paciente con un escotoma central, utilizando un locus retiniano

alternativo preferido. Nada menos que una cámara retiniana te permitirá determinar si el estímulo está centrado en la fóvea.

3.0 Ejecución de la prueba

Abra el software Multifocal y seleccione *Probar*.

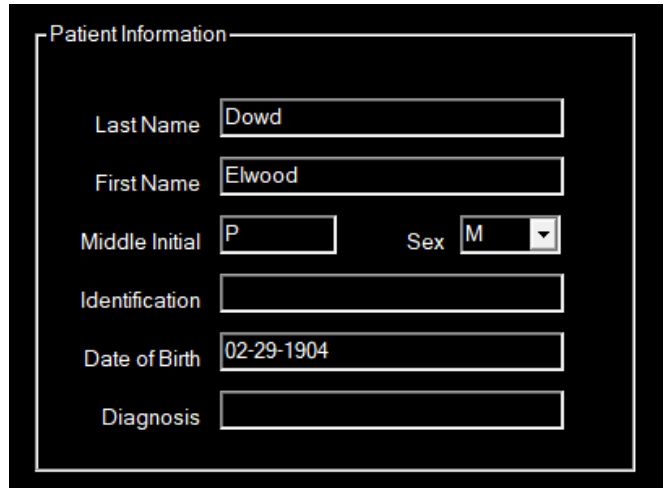
The screenshot shows the configuration screen of the 'Multifocal Electrophysiology' software. It is divided into several sections:
1. **Patient Information:** Includes fields for Last Name, First Name, Middle Initial, Sex (a dropdown menu), Identification, Date of Birth, and Diagnosis.
2. **Test Type:** Has two radio buttons: 'MFERG' and 'MFVEP'. 'MFVEP' is selected.
3. **Test Conditions:** Includes dropdown menus for Channels (set to 2), Electrode (set to Gold Cup), Sample Rate (2000 Hz), Gain (6), Low Pass Filter (100.00 Hz), and High Pass Filter (5.00 Hz).
4. **Labels:** Includes dropdown menus for Ch. 1 (Horizontal) and Ch. 2 (Vertical).
5. **Eyes Tested:** Has three radio buttons: 'Right', 'Left', and 'Both'. 'Both' is selected.
6. **Pattern Preview:** A large circular diagram with concentric rings and radial lines, representing the visual field.
7. **Mark Size and Mark Thicken:** Two sliders with arrows at the ends.
8. **Sectors:** Three boxes showing '4' (1.8 min), '16' (3.6 min), and '60' (7.2 min). The '16' sector is selected.
9. **Reversal:** A radio button labeled 'Reversal' is selected.
10. **Navigation:** 'Back' and 'Next' buttons are at the bottom right.

3.1 Tipo de prueba

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

3.2 Información del 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. Coloque un parche en los ojos que no se vayan a examinar.



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 dropdown menus for 'Channels' (3), 'Electrode' (Gold Cup), 'Sample Rate' (2000 Hz), 'Gain' (6), 'Low Pass Filter' (100.00 Hz), and 'High Pass Filter' (5.00 Hz). To the right, under 'Labels', there are three input fields: 'Ch.1' (02), 'Ch.2' (2), and 'Ch.3' (3). At the bottom, the 'Eyes Tested' section has three radio buttons: 'Right', 'Left', and 'Both' (selected).

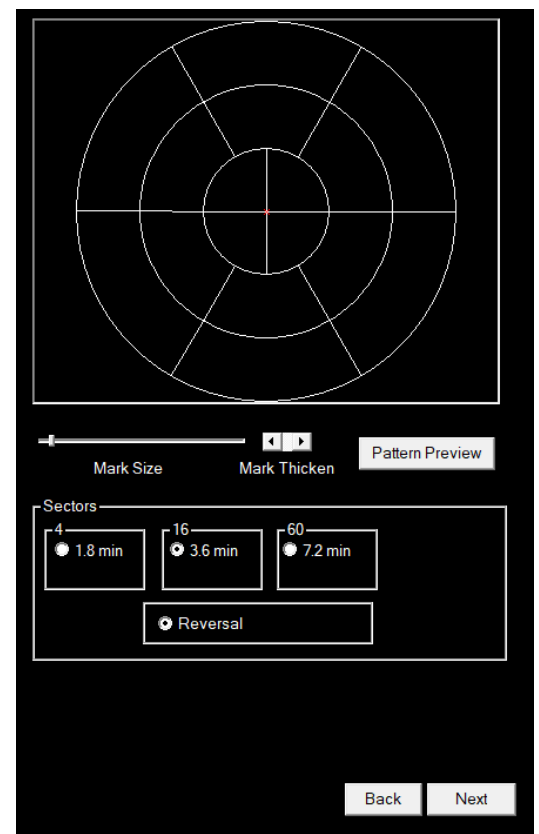
3.4 Selección de patrones

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

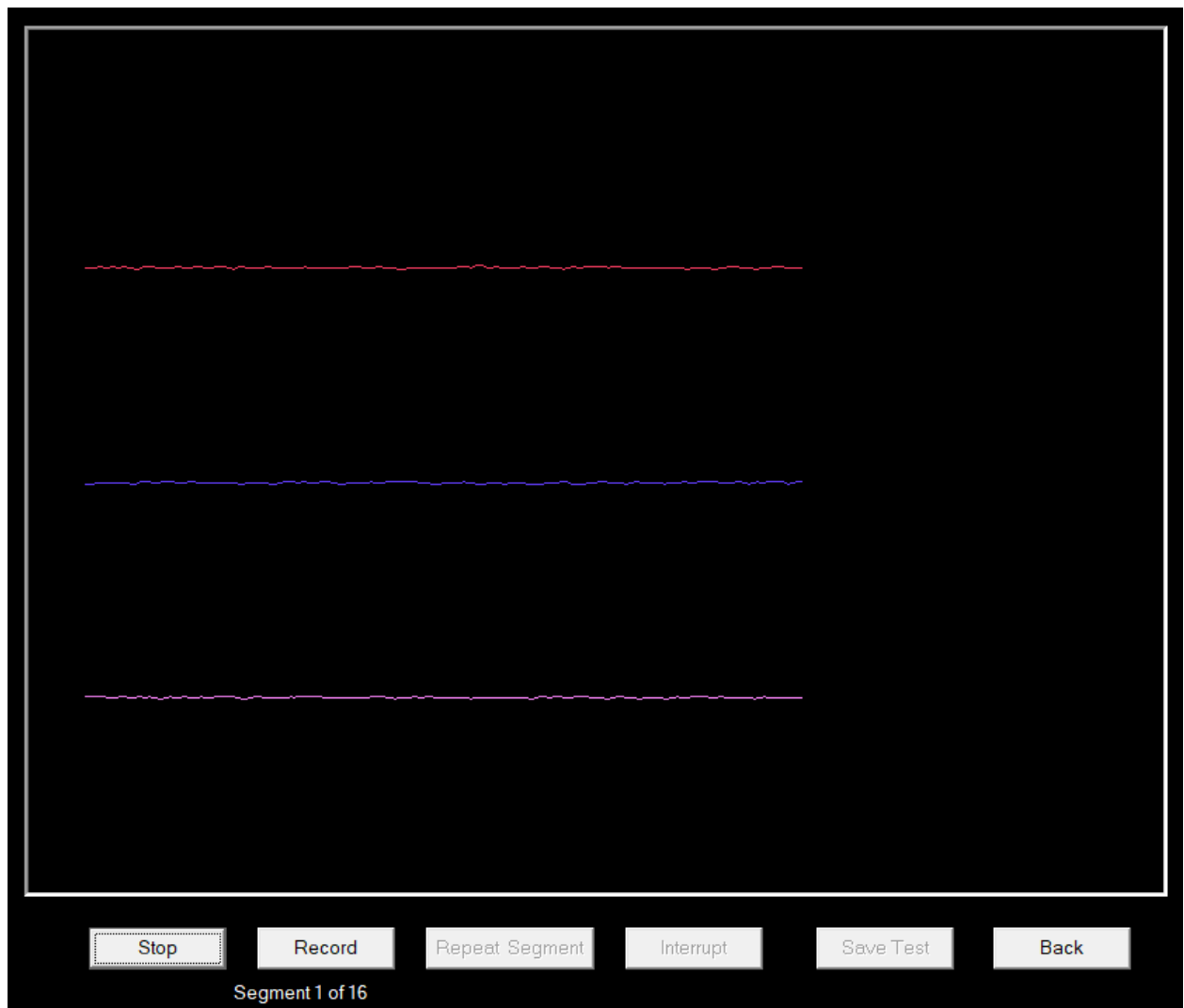
Número de sectores

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

El control **Tamaño de marca** determina la longitud de las patas de la "X", mientras que el **control Engrosar marca** determina el grosor de las patas.

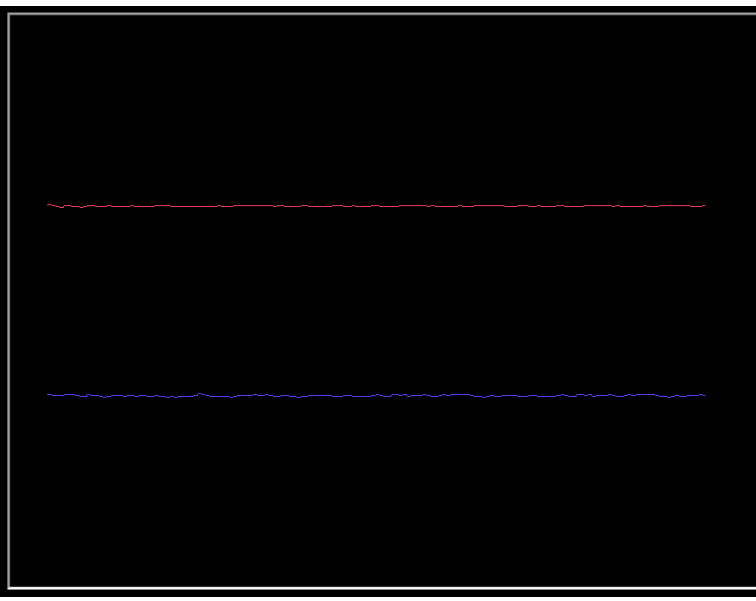
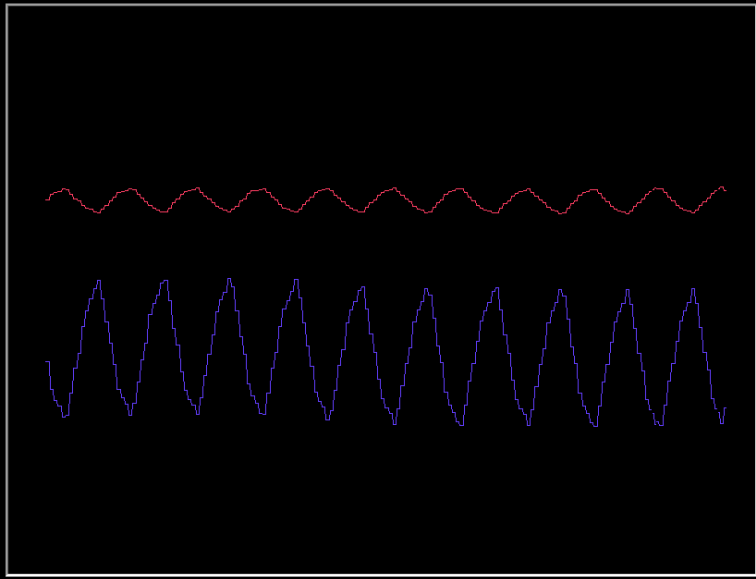


3.5 Registro de datos



Referencia

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 estable. Haga que el paciente coloque la barbilla en la barbilla 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**. La UTAS comenzará a recopilar datos sin presentar un estímulo y le permitirá observar los datos basales del paciente. A continuación se muestran ejemplos de trazados de línea de base buenos y deficientes.

<p>Buena línea de base</p>	
<p>Mala línea de base</p> <p>Esta línea de base tiene un ruido excesivo de la red (50/60 Hz). Lo más probable es que se deba a una mala conexión del electrodo, aunque hay otras explicaciones posibles 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>	

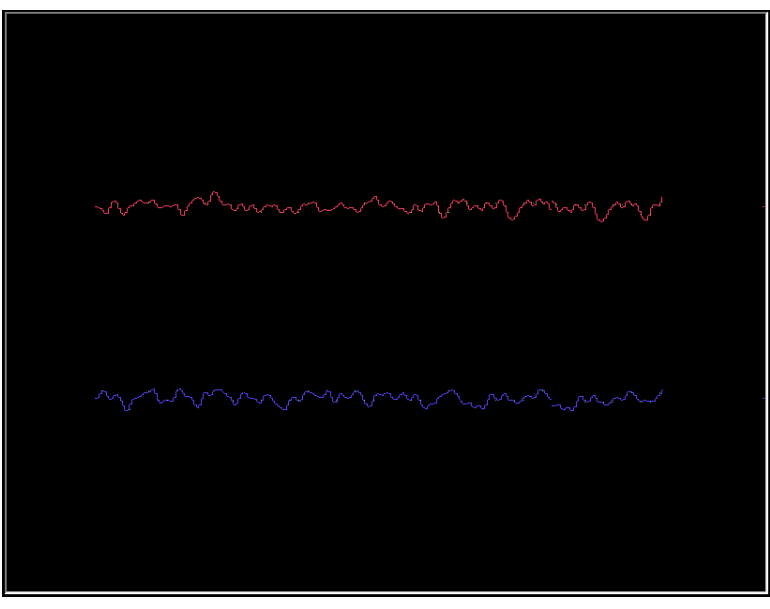
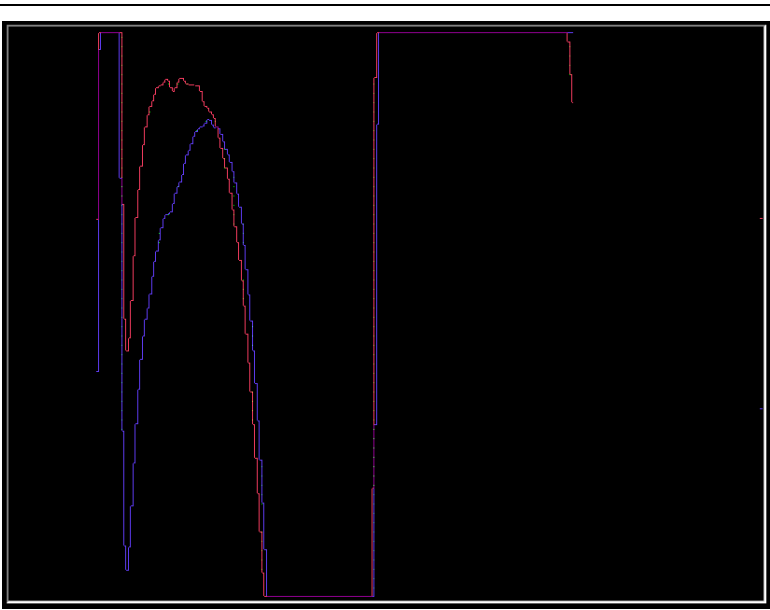
3.6 Registro

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 m* 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 tiene $1024 / 72 = 14$ segundos de duración, más otra fracción de segundo para la sincronización y combinación 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.

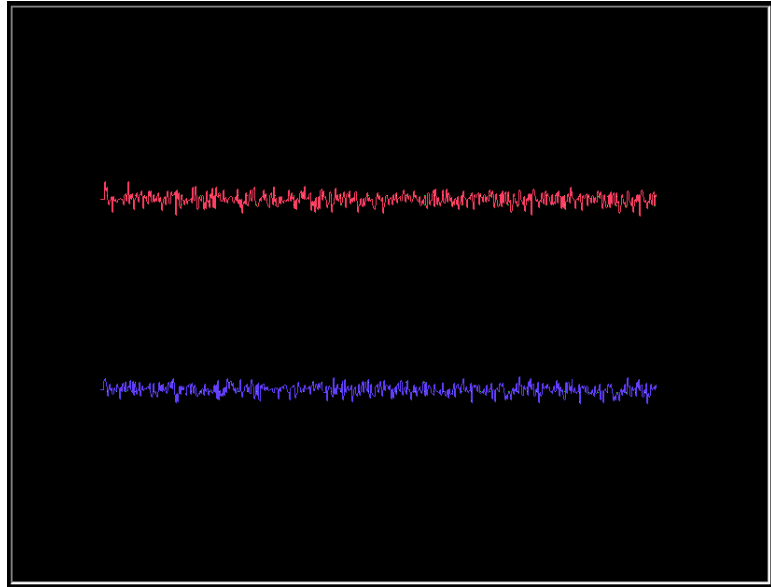
Durante la grabación, una ventana mostrará los datos de cada 16 pasos. Debe observar cuidadosamente los datos mostrados para asegurarse de que ningún movimiento ocular u otros artefactos contaminen la grabación. A continuación se muestran ejemplos de trazados buenos y malos. En general, si los datos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

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

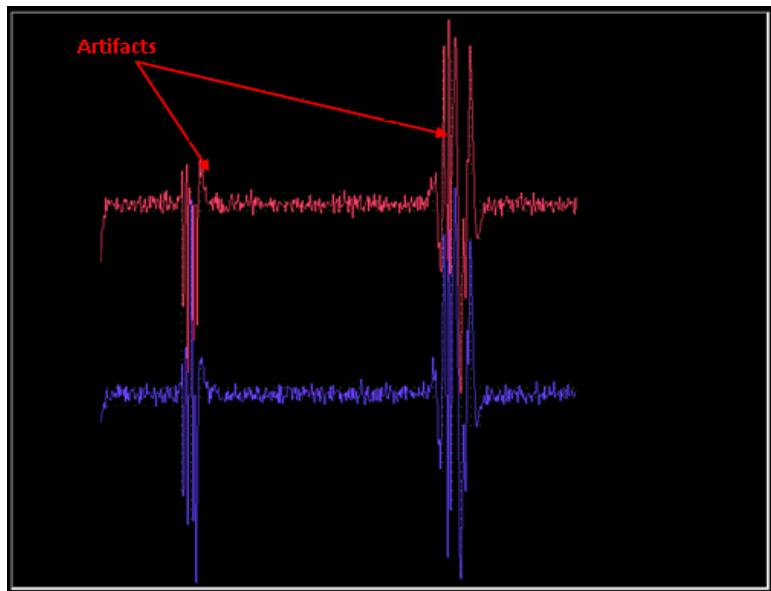
<p>Este es un buen seguimiento de registro durante la adquisición.</p>	
<p>Este es un ejemplo de un artefacto de parpadeo o una contracción muscular durante la grabación. Si se producen demasiados artefactos de parpadeo, el segmento debe interrumpirse (haga clic en el botón Interrupción) y repetirse (haga clic en el botón Repeat).</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 (ondículas pequeñas), no hay grandes movimientos oculares y todos los datos están dentro de los límites de la pantalla y son relativamente consistentes en amplitud



Se trata de 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 porcentaje de artefactos que se muestra encima del gráfico es mayor que un pequeño porcentaje, el segmento debe volver a registrarse. En este caso, seleccione **Repetir segmento** para volver a grabar.



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

Una vez que se han almacenado los datos, **se muestra la pantalla** Análisis.

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

4.0 Análisis e informe de datos de MFVEP

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

Clear All borrará todos los campos de información del paciente

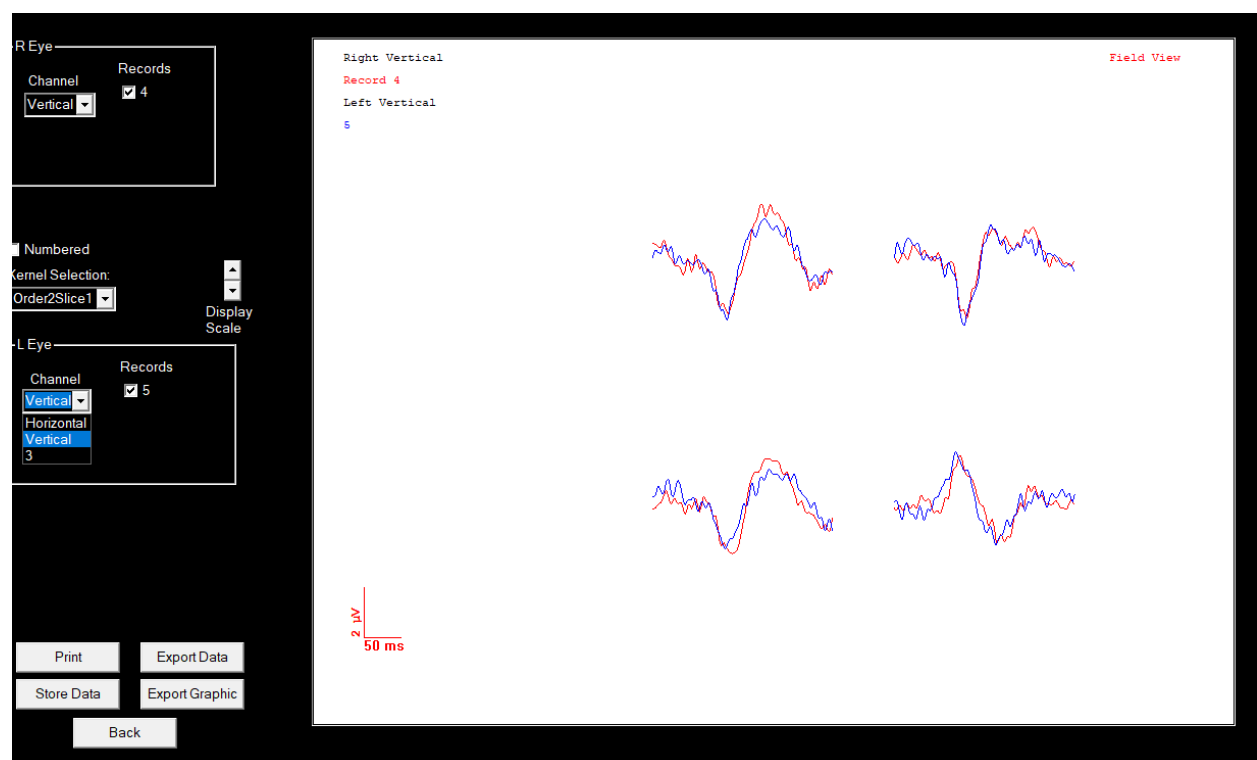
Haga clic en **Atrás** para ir a Main Menu

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 de ambos ojos, las grabaciones del ojo izquierdo se pueden seleccionar con grabaciones del ojo derecho o de ambos ojos, pero las grabaciones del ojo izquierdo, del ojo derecho y de ambos ojos no se pueden analizar simultáneamente. Las grabaciones también deben ser del mismo **tipo de prueba** y **longitud 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 se comprueban los registros adecuados para revisar las formas de onda deseadas. Compare cada canal y revise las formas de onda en busca de defectos.

Puede utilizar la flecha hacia arriba y hacia 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 del ojo R. En este ejemplo utilizamos 3 electrodos de registro 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 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. Son varias las aplicaciones que tiene esta prueba en el campo de la neurooftalmología como ayuda en el diagnóstico. Esto incluye lo siguiente:

1. **Esclerosis múltiple, glaucoma, atrofas ópticas, neuropatías ópticas isquémicas:** se ha demostrado que las respuestas de mfVEP pueden correlacionarse linealmente con cambios locales en pruebas sensibles medidas conductuales, 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 utilizar en pacientes que tienen problemas para realizar la prueba HVF.
2. **Pérdida visual no orgánica:** Similar al VEP convencional, el 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
Falta la pantalla insertada con la imagen de la cámara 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 del UBA a la computadora y vuelva a enchufarla.
Interferencia excesiva de 50 Hz / 60 Hz	Es posible que un electrodo no esté haciendo un buen contacto. Comprobación de los electrodos de referencia y registro Es posible que se rompa un cable dentro del electrodo.
Electrodo de Burian-Allen roto (lente o espejuelo roto)	Reemplace el electrodo

Limpieza entre pacientes

Limpieza de la frente y los mentoneros

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

El método más sencillo para limpiar y desinfectar el reposacabezas y la barbilla 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 la mentonera con una solución de glutaraldehído.

Referencias

En el manual se hace referencia a las publicaciones que figuran a continuación.

- [CSC 2003] Calibration Standards Committee of ISCEV. Guidelines for calibration of stimulus and recording parameters used in clinical electrophysiology of vision. *Documenta Ophthalmologica* 107: 185–93, 2003.
- [Hood 1998] Hood DC, Li J. A technique for measuring individual multifocal ERG records. In Yager D (ed.) *Non-invasive assessment of the visual system. Optical Society of America, Trends in Optics and Photonics* 11:33-41, 1998.
- [Hood 2000] Hood DC. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Prog Retinal Eye Res* 19:607-646, 2000.
- [Hood 2002] Hood DC, Zhang X, Hong J, and Chen C. Quantifying the benefits of additional channels of multifocal VEP recording. *Documenta Ophthalmologica* 104:303-320, 2002.
- [Hood 2002] Hood DC. The multifocal electroretinographic and visual evoked potential techniques. *Principles and practice of clinical electrophysiology of vision* 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>
- [Marmor 2003] Marmor M, et al. Guidelines for basic multifocal electroretinography (mfERG). *Doc Ophthalmol* 106:105-15, 2003.
- [Lyons 2007] Lyons JS, Severns ML. Detection of early hydroxychloroquine toxicity enhanced by ring ration analysis of multifocal electroretinography. *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. US Patent Number 4,846,567.
- [Sutter 2001] Sutter EE. Imaging visual function with the multifocal m-sequence technique. *Vision Res* 41:1241-55, 2001.