

UTAS

Multifokale Software

Benutzerhandbuch

Ausgabedatum: 2023-01-18



CE
2797

Rx only

Nr. 96-014-DE

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

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

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

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

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

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

Europäische regulatorische Daten

Anweisungen für die Verwendung (IFUs) in anderen Sprachen finden Sie unter www.lkc.com/IFUs

Um ein gedrucktes Exemplar dieses Handbuchs anzufordern, senden Sie bitte eine E-Mail an support@lkc.com und enthalten die folgenden Informationen:

- 1) Firmenname
- 2) Ihr Name
- 3) Postanschrift
- 4) Die Seriennummer Ihres Geräts
- 5) Die Teilenummer des Handbuchs, das Sie benötigen
Um die richtige Teilenummer zu finden, öffnen Sie die PDF-Datei in der IFU in der gewünschten Sprache und finden Sie die Teilenummer, die Teilenummer wird entweder auf der Vorder- oder Rückseite der IFU angezeigt. Die manuelle Teilenummer sieht in etwa wie 96-123-AB aus.
Ihr Handbuch wird Ihnen innerhalb von 7 Tagen zugesandt.

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

Copyright © 2008 – 2023, LKC Technologies Inc., All Rechte vorbehalten

LKC-RICHTLINIE FÜR DIE PRODUKTLEBENSDAUER. UTAS ist der Handelsname für dieses Gerät und die gesamte zugehörige Software. Die Lebensdauer eines UTAS Systems beträgt 7 Jahre ab dem ursprünglichen Lieferdatum des UTAS Systems. LKC wartet jedes UTAS System, das sich innerhalb seiner Lebensdauer befindet.

SOFTWARE-LIZENZ

Die UTAS Software ist ein urheberrechtlich geschütztes Produkt von LKC Technologies, Inc. und ist im UTAS System unter der folgenden Lizenzvereinbarung enthalten:

Die Software darf nur in Verbindung mit dem UTAS System verwendet werden. Der Käufer des UTAS Systems darf Kopien der Software zur bequemen Verwendung anfertigen, sofern der LKC-Urheberrechtshinweis bei jeder Kopie erhalten bleibt. Diese Lizenz verbietet ausdrücklich die Verwendung dieser Software in einem System, das keine LKC Technologies, Inc. UTAS Interface Unit enthält. Zusätzliche Kopien der Software können erworben werden, um Berichte über UTAS Daten unter Verwendung eines eigenständigen Computersystems zu erstellen.

Vorsichtsmaßnahmen:



- Diese Software ist NUR für die Verwendung mit einem LKC UTAS System bestimmt.
- Um die Sicherheit von Bedienern und Patienten zu gewährleisten, lesen Sie das UTAS Visual Electrodiagnostic System Hardware Benutzerhandbuch, das mit Ihrem UTAS System geliefert wurde.
- Um andere regulatorische Compliance-Anforderungen zu gewährleisten, lesen Sie das UTAS Visual Electrodiagnostic System Hardware User's Manual.



Lesen Sie vor der Verwendung die Anweisungen zur Verwendung der Software, um die Sicherheit zu gewährleisten.

Inhaltsverzeichnis

Übersicht	6
Symbole.....	6
Vorsichtsmaßnahmen für die Installation	7
System Einrichtung.....	8
Anordnen der Hardware	8
Software-Installation	8
Upgrade auf MFERG oder MFVEP	9
Softwarekonfiguration - Einstellungen.....	9
Exportieren von Daten	11
Sichern von Daten	12
Multifokales ERG	13
1.0 Einführung	13
1.1 Was ist ein multifokaler Test?	13
1.2 Wie funktioniert ein multifokales ERG?.....	13
1.3 m-Sequenzen und Kerne.....	13
1.4 Sichtfeld.....	14
1.5 Wann ist das mfERG sinnvoll?	14
1.6 Wann ist das mfERG nicht sinnvoll?	15
2.0 Vorbereiten einer mfERG-Aufzeichnung.....	15
2.1 Der Patient	15
2.2 Elektroden	15
2.4 Ambientebeleuchtung.....	20
2.5 Probleme mit sehbehinderten Patienten.....	20
2.6 Überwachung der Fixierung	20
3.0 Ausführen des Tests.....	21
3.1 Prüfmethode.....	21
3.2 Patienteninformation.....	22
3.3 Kanäle und Labels	22
3.4 Musterauswahl.....	22
3.5 Aufzeichnung von Daten	25
3.6 Rekord.....	26
4.0 MFERG-Datenanalyse und -bericht.....	29
4.1 Patientendaten finden.....	29
4.2 Analyse der Daten	30
MFERG-Aufzeichnung – Kurzanleitung	36
MFERG Report Kurzanleitung	37
MFERG Interpretationsleitfaden	38
Multifokale VEP	46
1.0 Einführung	46
1.1 Was ist ein multifokaler Test?	46
1.2 Wie funktioniert ein multifokaler VEP?	46
1.3 m-Sequenzen und Kerne.....	46
1.4 Sichtfeld.....	47
1.5 Wann ist das mfVEP sinnvoll?	47
1.6 Wann ist das mfVEP nicht sinnvoll?	47
2 Vorbereitung einer mfVEP-Aufnahme.....	47
2.1 Der Patient	47
2.2 Elektroden	48

2.3 Ambientebeleuchtung	49
2.4 Probleme mit sehbehinderten Patienten.....	49
2.6 Überwachung der Fixierung	49
3.0 Ausführen des Tests	50
3.1 Prüffart.....	50
3.2 Patienteninformation.....	51
3.3 Kanäle und Labels	51
3.4 Musterauswahl.....	51
3.5 Aufzeichnung von Daten	53
3.6 Rekord.....	54
4.0 MFVEP-Datenanalyse und -bericht	57
Anleitung zur multifokalen Fehlerbehebung	59
Reinigung zwischen Patienten	60
Reinigung der Stirn- und Kinnauflagen	60
Verweise	61

Übersicht

Die LKC Technologies Multifocal ERG / VEP-Software wird verwendet, um auf Störungen des visuellen Systems einschließlich der Netzhaut, des Sehnervs und des visuellen Kortex zu testen.

Diese Software wird nur qualifizierten Angehörigen der Gesundheitsberufe zum Verkauf angeboten. Die unsachgemäße Verwendung dieser Software kann den Patienten verletzen.

Das LKC Technologies Multifocal ERG / VEP-System ist ein Softwarepaket, das auf den UTAS visuellen elektrophysiologischen Systemen von LKC läuft. Die Software läuft nur auf Computern mit einem Windows 10 oder höheren Betriebssystem und mit sehr spezifischer Videosteuerungshardware. LKC unterstützt nur UTAS Computer, die von LKC speziell für diese Software geliefert wurden. Referenz 96-020 UTAS System Hardware-Benutzerhandbuch für Details zu UTAS Hardware und regulatorischen Informationen.

Symbole



Hinweis auf eine Warnung oder Warnung.

Vorsichtsmaßnahmen für die Installation

Software-Installation



WARNUNG: Die Installation von Software auf dem UTAS Windows-Computer, die nicht direkt von LKC bereitgestellt wird, kann dazu führen, dass das System nicht mehr funktioniert oder unerwartet abstürzt.

Das LKC UTAS Visual Electrophysiology System ist ein eigenständiges medizinisches Präzisionsgerät. Der mit Ihrem System gelieferte Computer wurde speziell für einen bestimmten Zweck hergestellt und konfiguriert.

Die Garantie für Ihr UTAS System deckt keine Probleme ab, die durch die Installation nicht genehmigter Software auf dem Computer verursacht werden. Das UTAS System ist ein medizinisches Gerät, das einen Windows-basierten Computer verwendet. Die Installation zusätzlicher Software auf dem UTAS Computer kann zu einer unsachgemäßen Bedienung des UTAS Systems führen. Es liegt in der Verantwortung des Kunden, sicherzustellen, dass zusätzliche Software, die auf dem UTAS Computer installiert ist, die Leistung seines UTAS Systems nicht beeinträchtigt. LKC haftet oder ist nicht verantwortlich für unsachgemäße Bedienung des UTAS Systems, die durch vom Kunden installierte Software verursacht wird.

Daher empfiehlt LKC dringend, das System als eigenständiges Medizinprodukt zu verwenden. LKC empfiehlt auch dringend, dass:

Der Benutzer ändert keine Benutzerrechte oder Softwareeinstellungen.

Es dürfen keine nicht von LKC zugelassenen Softwareprodukte auf dem System installiert werden.

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Access, etc.) wurde mit unserer Software getestet und stört nicht. Es ist daher sicher, Microsoft Office auf diesem System zu installieren, um Berichte zu erstellen und Daten zu analysieren. Es wird empfohlen, alle Office-Anwendungen zu schließen, wenn die Multifocal-Software ausgeführt wird.

System Einrichtung

Anordnen der Hardware

In den meisten Fällen wird Ihre Hardware von LKC Technologies Biomedical Engineers installiert und arrangiert. In den Fällen, in denen dies nicht der Fall ist, müssen Sie diese Richtlinien befolgen.

Der Multifokalmonitor sollte hinter der Kinnstütze platziert werden. Der Abstand vom Display zu den Augen des Patienten bestimmt das Winkelsichtfeld für den multifokalen Reiz. Der Abstand vom Bildschirm zur Mitte der Stirnstütze sollte der Dimension entsprechen, die auf dem Etikett auf der Vorderseite des Monitors angegeben ist).

Die Höhe der Kinnstütze sollte so eingestellt werden, dass die Augen eines normalen Subjekts ungefähr auf gleicher Höhe mit der Fixierung "X" in der Mitte des Bildschirms sind. Um 99% der Bevölkerung unterzubringen, muss die Kinnstütze nur \pm um 1 "vom nominalen Standort angepasst werden. Diese kleine Anpassung ist in der Regel unnötig; da der Patient leicht nach oben oder unten schauen kann, um richtig zu fixieren.

Die Fixierkamera ist an der oberen Kante des Monitors montiert, zentriert von rechts nach links. Die Neigung der Kamera sollte angepasst werden, um eine gute Sicht auf die Augen eines Motivs zu ermöglichen, dessen Kinn sich auf der Kinnstütze befindet.



Software-Installation

In den meisten Fällen wird Ihre Software von LKC Technologies Biomedical Engineers installiert. Befolgen Sie in den Fällen, in denen dies nicht der Fall ist, diese Anweisungen:

- aus (doppelklicken Sie darauf). *MFERGSETUP.EXE* Führen Sie die Datei
- Folgen Sie den Anweisungen, um die Software zu installieren.

Führen Sie nach der Installation der Software die multifokale Software aus. Ein Feld wird angezeigt, in dem Sie nach einem Softwareschlüssel gefragt werden. Dieser Softwareschlüssel muss von Mitarbeitern von LKC Technologies generiert werden und ist spezifisch für Ihren Computer. mfERG und mfVEP haben zwei verschiedene Softwareschlüssel. Wenn Sie beide Teile der Software bestellen, benötigen Sie zwei Schlüssel. So senden Sie die notwendigen Informationen an LKC, damit Schlüssel generiert werden können:

Warten Sie, bis die Anforderung der Nummer auf dem Bildschirm angezeigt wird, und drücken Sie dann die PrtScr-Taste auf Ihrer Tastatur. Dadurch wird ein Bitmapbild des Bildschirms in die Windows-Zwischenablage kopiert.

Öffnen Sie WordPad (klicken Sie im Startmenü auf All Programme -> Zubehör -> WordPad) und fügen Sie die Zwischenablage in das Dokument ein.

Speichern Sie das Dokument und senden Sie es an LKC.

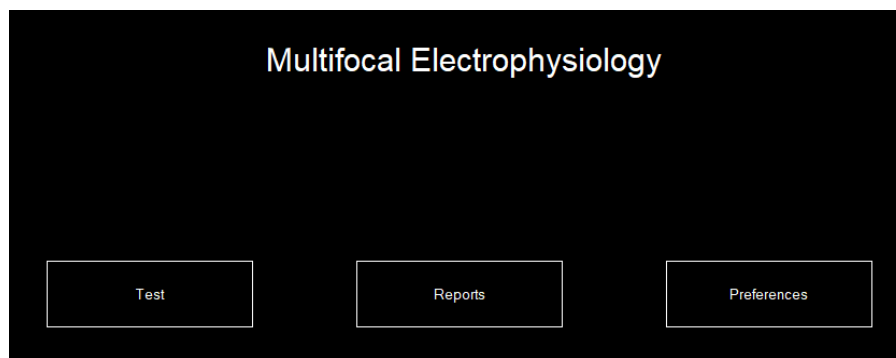
Wenn die multifokalen Schlüssel an Sie gesendet werden, werden sie MFERG genannt . *KEY* und *MFVEP. SCHLÜSSEL*. Kopieren Sie diese Datei in das Verzeichnis C:\DataMFERG, um Ihre Software zu aktivieren. Wenn Sie Fragen haben, rufen Sie bitte an oder senden Sie eine E-Mail an die LKC Customer Support Hotline.

Upgrade auf MFERG oder MFVEP

Wenn Sie bereits über einen Lizenzschlüssel für MFERG oder MFVEP verfügen und ein Upgrade auf eine vollständige MFERG + MFVEP-Konfiguration durchführen möchten, gehen Sie zur Seite Einstellungen und notieren Sie sich Ihre System's Computer ID. Senden Sie diese ID# per E-Mail an support@lkc.com mit einer Anforderung eines MFERG- oder MFVEP-Lizenzschlüssels (Kosten können anfallen).

Softwarekonfiguration - Einstellungen

Doppelklicken Sie auf das mfERG-Symbol auf Ihrem Desktop.



Gehen Sie zum Bildschirm "Einstellungen"

Geben Sie Ihre Praxisinformationen in die obersten Felder ein. Diese Überschrift wird auf jeder Seite des Berichts ausgedruckt.

Sie können verschiedene Titel für MFERG- und MFVEP-Berichte eingeben, die in den gedruckten Berichten angezeigt werden.

Wählen Sie eine Datenbank aus

Wenn Sie auf diese Schaltfläche klicken, können Sie die Standarddatenbank ändern. Wenn Sie auf die Schaltfläche klicken, erscheint ein Bildschirm mit den Namen aller verfügbaren mfERG-Datenbanken. Doppelklicken Sie auf diejenige, die Sie auswählen möchten, oder klicken Sie einmal darauf, und klicken Sie dann auf **OK**. Der Name der Standarddatenbank wird rechts neben der Schaltfläche angezeigt.

Erstellen einer neuen Datenbank

Wenn Sie auf diese Schaltfläche klicken, werden Sie zur Eingabe des Namens einer neuen Datenbank aufgefordert. Sie dürfen keine Datenbank erstellen, wenn bereits eine Datenbank mit demselben Namen vorhanden ist. Wenn Sie eine neue Datenbank erstellen, wird diese automatisch als Standarddatenbank ausgewählt.

Verschiedene Datenbanken werden verwendet, um MFERG- und MFVEP-Daten zu speichern.

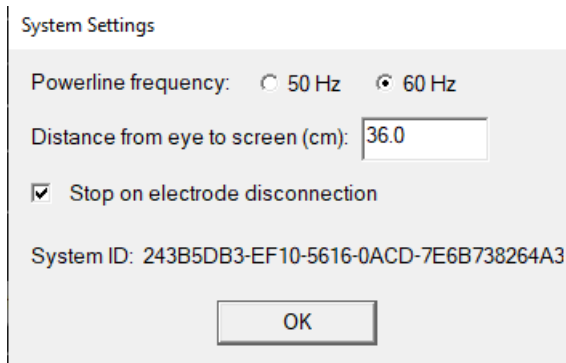
All multifokalen Datenbanken werden im Ordner C:\Data\MFERG gespeichert



Sie dürfen keine Daten aus mfERG Version 2.0.0 oder höher in einer Datenbank speichern, die mfERG-Datensätze aus einer früheren Version von mfERG enthält. Die Datensätze sind nicht kompatibel.

System Einrichtung

Durch Klicken auf die Schaltfläche System-Setup können Benutzer bestimmte Einstellungen für die Software ändern:



System Settings

Powerline frequency: ☐ 50 Hz ☒ 60 Hz

Distance from eye to screen (cm):

☒ Stop on electrode disconnection

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

OK

- Der Benutzer kann die Hauptnetzfrequenz für das System auswählen, die als Standard für die Filterung festgelegt werden soll.
- Der Benutzer kann den Abstand vom Auge zum Monitor basierend auf der Monitorgröße und dem Sichtfeld anpassen
- Der Benutzer kann auswählen, ob die Option zum Trennen der Elektrode während der Prüfung aktiviert werden soll. Das Deaktivieren der Elektrodentrennungsoption führt dazu, dass das System Elektrodentrennungseignisse ignoriert.

Exportieren von Daten

Um Daten oder Grafiken in einer der Analyseansichten zu drucken oder zu exportieren, klicken Sie auf eine der Schaltflächen unten links auf dem Bildschirm.

Nachdem Sie auf die **Schaltfläche Drucken geklickt** haben, erscheint ein Optionsbildschirm (siehe unten), der die Auswahl des Druckers und der gewünschten Analyseansichten ermöglicht. All ausgewählten Ansichten werden auf derselben Seite gedruckt. Sie können eine, mehrere oder alle Analyseansichten auf einer einzigen Seite drucken.

Nachdem Sie auf die Schaltfläche Daten exportieren oder **Grafik exportieren** geklickt haben, wird ein Pop-up-Menü angezeigt, in dem die exportierten Daten/Grafiken in die Zwischenablage gesendet oder direkt in einer TXT-Datei (für Daten) gespeichert werden können. png-, .jpg- oder .bmp-Datei (für Grafiken).

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

Sichern von Daten

LKC empfiehlt, bestehende Datenbanken zu sichern, um sicherzustellen, dass Patientendaten nicht unerwartet verloren gehen. Daher empfiehlt es sich, die Daten häufig zu sichern. Wie oft hängt davon ab, wie viele Daten bereit sind, verloren zu gehen. Um eine Datenbank zu sichern, wechseln Sie zum lokalen Laufwerk C. Suchen Sie unter dem lokalen Laufwerk C den Ordner DataMFERG. Suchen Sie die gewünschte Datenbankdatei, die auf Dateityp endet. MDB. Kopieren Sie die Datenbank, und speichern Sie sie zur Sicherung auf einem externen Laufwerk oder Server. Es wird empfohlen, Datenbanken in einem anderen Dateisystem als die ursprüngliche Datenbank zu sichern.

Multifokales ERG

1.0 Einführung

1.1 Was ist ein multifokaler Test?

Multifokale Tests sind eine Möglichkeit, ein Elektroretinogramm (ERG) aus vielen Regionen der Netzhaut aufzuzeichnen, um eine Karte der Netzhautfunktion zu erhalten. Ein multifokaler Test verwendet ein Computerdisplay als Stimulator und unterteilt es in eine Reihe kleinerer Testbereiche. Jeder Testbereich wird mit einer On-Off-Sequenz stimuliert, die sich zeitlich von allen anderen Testbereichen unterscheidet. Evozierte Antworten werden gleichzeitig aus allen stimulierten Bereichen gesammelt, und die resultierenden Daten werden nach der Aufzeichnung verarbeitet, um die einzelnen Antworten zu extrahieren.

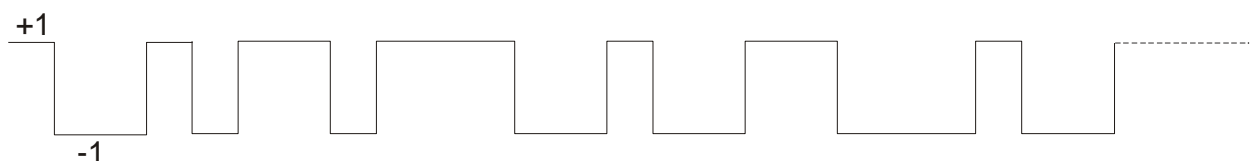
1.2 Wie funktioniert ein multifokales ERG?

Im mfERG ist der Bildschirm, den der Patient betrachtet, in eine Reihe von hexagonalen Elementen unterteilt – von 19 bis 241. Jedes Sechseck stimuliert einen kleinen Teil der Netzhaut, und das mfERG ermöglicht es, die Reaktion dieses Teils getrennt von anderen Teilen der Netzhaut aufzuzeichnen. Die Amplitude der Reaktion einer gesunden Netzhaut ist proportional zur Anzahl der Photorezeptoren, die im stimulierten Bereich enthalten sind. Es ist üblich, die mfERG-Sechsecke so zu skalieren, dass von jedem Sechseck ungefähr gleich viele Photorezeptoren stimuliert werden, damit jedes Sechseck ein ähnliches Signal-Rausch-Verhältnis aufweist. Dies führt zu einem Muster, das kleine Sechsecke in der zentralen Region und größere Sechsecke mit zunehmendem Abstand von der Fovea aufweist.

Multifokale ERGs sind photopische (lichtangepasste) Tests und liefern Informationen über den kegelbasierten visuellen Weg. Wie bei herkömmlichen ERGs wird das vom Auge aufgezeichnete Signal hauptsächlich von Zapfen, On- und Off-Bipolarzellen, Müller und möglicherweise Ganglienzellen abgeleitet. Die mfERG ist jedoch nicht nur "ein wenig ERG". Für eine vollständige discussion siehe [Hood, 2000].

1.3 m-Sequenzen und Kerne

Theoretisch ist es möglich, die Antwort jedes einzelnen abzurufen, solange jedes der Sechsecke / Sektoren in einer anderen Reihenfolge angezeigt wird. In der Praxis ist die beste Methode, die Sechsecke zu blinken, die Verwendung einer *pseudozufälligen binären Sequenz*. Eine pseudozufällige binäre Sequenz hat 2 Zustände, die als +1 und -1 bezeichnet werden, und ändert die Zustände in gleichmäßig verteilten Intervallen. In jedem Intervall beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass die Sequenz +1 oder -1 ist, 50%. Eine typische Sequenz könnte wie folgt aussehen:



Jede etwa 1/4" in der obigen Grafik stellt eine einzelne Stimulusperiode dar (13. 9 ms) auf dem Bildschirm; Wenn der Sequenzwert +1 ist, wird das Sechseck/der Sektor

geflasht und wenn der Sequenzwert -1 ist, wird das Sechseck/der Sektor nicht geflasht. Die Blitzdauer beträgt ca. 7 ms Länge. Jedes Sechseck / Sektor hat eine andere Abfolge von Blitzen.

Pseudo-zufällige binäre Sequenzen wiederholen sich schließlich. Eine Sequenz, die alle möglichen Permutationen einer Gruppe zusammenhängender Zustände durchläuft, bevor sie sich wiederholt, wird als "maximale Sequenz" oder m-Sequenz bezeichnet. Die im 103-Hexagon-Stimulus verwendeten m-Sequenzen verwenden beispielsweise Permutationen einer Gruppe von 15 oder 16 zusammenhängenden Zuständen und wiederholen sich nach 32.768 oder 65.536 Elementen. Diese werden als "lange m-Sequenzen" bezeichnet.

Das Extrahieren des Signals für ein einzelnes Sechseck aus den aufgezeichneten Daten ist einfach – addieren Sie einfach alle Spuren, bei denen der Blitz aufgetreten ist (Sequenzwert = +1), und subtrahieren Sie alle Spuren, bei denen der Blitz nicht aufgetreten ist (Sequenzwert = -1). Das Ergebnis ist die Reaktion der von diesem Sechseck bedeckten Netzhaut auf einen Lichtblitz. Dies wird auch als Kernel *erster Ordnung* des mfERG bezeichnet.

Mit der maximal langen pseudozufälligen binären Sequenz (m-Sequenz) ist es auch möglich, andere Effekte zu untersuchen. Der *Kern zweiter Ordnung* des mfERG misst die Wirkung eines vorherigen Blitzes auf die Reaktion auf den aktuellen Blitz und ist somit ein Maß für die Anpassung der Netzhaut (insbesondere Ganglienzellaktivität). Der Kern zweiter Ordnung ist schwieriger aufzuzeichnen und zu interpretieren und wird im Allgemeinen nicht klinisch verwendet.

1.4 Sichtfeld

Das Sichtfeld des Multifokus wird durch 2 Faktoren bestimmt – die Größe des Bildschirms und den Abstand vom Monitor zum Patienten. Die Größe der im LKC-Multifokus verwendeten Muster hängt von der Größe des Bildschirms ab, gemäß unseren Richtlinien für Betrachtungsabstände und dann das Gesamtsichtfeld von 45° ($\pm 5^\circ$). Weitere Informationen zur Berechnung des visuellen Subtensus von monitorbasierten Reizen finden Sie in den ICEV-Kalibrierungsrichtlinien. [CSC, 2003]

1.5 Wann ist das mfERG sinnvoll?

Das mfERG ist in erster Linie nützlich bei der Erkennung von Erkrankungen der zentralen und mittleren peripheren Netzhaut, bei denen es zu Flecken von Netzhautfunktionsstörungen kommen kann. Zu den Störungen, bei denen sich das mfERG als besonders nützlich erwiesen hat, gehören:

- Hydroxychloroquin (Plaquenil) Retinopathie
- Diabetische Retinopathie
- Frühe altersbedingte Makuladegeneration
- White-Dot-Syndrome wie MEWDS, AZOOR und multifokale Choroiditis
- Verschluss der Astvene und Verschluss der zentralen Netzhautvene
- Stargardt-Krankheit
- Okkulte Makuladystrophie / fokale Zapfendystrophie
- Unerklärlicher Sehverlust

1.6 Wann ist das mfERG nicht sinnvoll?

Da das mfERG auf eine sorgfältige Patientenfixierung angewiesen ist, um aussagekräftige Aufzeichnungen zu erhalten, ist es bei Erkrankungen, bei denen der Patient ein großes zentrales Skotom hat, weniger nützlich. Bei Erkrankungen dieser Art fixiert der Patient entweder 1) mit einem bevorzugten Netzhautlocus als der Fovea oder 2) fixiert unregelmäßig. In beiden Fällen können ungenaue oder irreführende mfERG-Ergebnisse erzielt werden. Erkrankungen mit großen zentralen Skotomen umfassen:

- Fortgeschrittene altersbedingte Makuladegeneration
- Signifikantes diabetisches Makulaödem
- Fortgeschrittene Stargardt-Krankheit
- Advanced Retinitis Pigmentosa mit Makulaverschlechterung

Andere Erkrankungen, die auch dazu führen können, dass ein Patient nicht in der Lage ist, sich ausreichend für mfERG-Tests zu fixieren, sind:

- Nystagmus
- Takt
- Schädel-Hirn-Trauma

2.0 Vorbereiten einer mfERG-Aufzeichnung

2.1 Der Patient

Vor der Aufnahme sollte der Patient mit einem kurzzeitigen Mydriatic wie 1% Tropicamid (Mydriacyl , Mydral usw.) erweitert werden. Lassen Sie mindestens 15 Minuten einwirken, bis das Medikament wirksam wird. Der Patient sollte **für** diesen Test nicht dunkel angepasst sein, aber wenn er hellem Licht ausgesetzt wurde (z. B. von Spaltlampe, Fundusfotografie, Fluorescein-Angiographie), sollten Sie mindestens 10 Minuten vor dem Test einplanen.

Da dieser Test lange Fixationszeiten ohne Blinzeln erfordert (jeweils 15 Sekunden), empfehlen wir, ein Lokalanästhetikum sowohl im Auge als auch bei der Aufnahme nur von einem Auge aus zu verwenden. Die Anästhesie im kontralateralen Auge erleichtert es dem Patienten, während des Tests nicht zu blinzeln.

2.2 Elektroden



Schlechter oder instabiler Elektrodenkontakt ist eine Hauptursache für mfERG-Aufnahmen von schlechter Qualität. Wir empfehlen Ihnen, bei der mfERG-Aufnahme besonders auf die richtige Vorbereitung, Platzierung und Reinigung der Elektroden zu achten .

2.2.1 Aktive Elektrode

Die besten mfERG-Aufnahmen werden mit bipolaren Kontaktlinselektroden wie der rechts gezeigten Burian-Allen-Elektrode oder der bipolaren Mayo-Elektrode erzielt. Wenn Sie eine bipolare Elektrode verwenden, schließen Sie die Kontaktlinse (weißer oder roter Draht) an Kanal 1 + und das Spekulum (schwarzer Draht) an Kanal 1 – an. Wenn Sie aufnehmen, stecken Sie die zweite Elektrode auf ähnliche Weise in Kanal 2. Die 2.2.2 Burian-Allen-Elektrode ist auch in einer monopolaren Konfiguration erhältlich; monopolare Burian-Allen-Elektroden erfordern die Verwendung einer separaten gleichgültigen Elektrode (siehe Abschnitt). Anästhetikum sollte mit dieser Elektrode am Auge verwendet werden.



Gute mfERG-Aufnahmen erhalten Sie mit der DTL Elektrode. Die Elektrode DTL Plus (erhältlich bei LKC Technologies) verfügt über 2 selbstklebende Schaumstoffpolster, um das Gewinde an Ort und Stelle zu halten. Reinigen Sie die Nase in der Nähe des Nasencanthus und die Haut in der Nähe des temporalen Canthus mit Alkohol und lassen Sie sie trocknen. Legen Sie das kleinere selbstklebende Schaumstoffpolster an die Nasenkanne mit dem Faden zum Auge gerichtet. Während der Patient nach oben schaut, drapieren Sie den Faden auf der Sklera über dem unteren Deckel und befestigen Sie dann das größere selbstklebende Schaumstoffpolster an der Haut in der Nähe des temporalen Canthus. Wenn der Patient geradeaus schaut, sollte der Faden in Kontakt mit der Hornhaut sein. Anästhesie ist optional mit dieser Elektrode.



ERG Jet-Elektroden können auch als monopolare Elektroden verwendet werden. Diese Elektroden sind Kontaktlinselektroden mit einem goldenen Ringkontaktbereich. Anästhetikum sollte mit dieser Elektrode am Auge verwendet werden.



2.2.2 Indifferente Elektrode

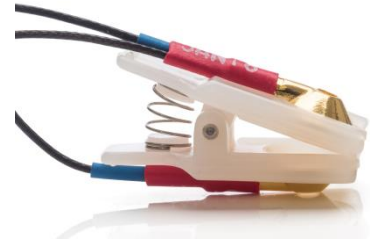
Wenn Sie eine monopolare Elektrode verwenden, platzieren Sie die gleichgültige (Referenz-) Elektrode in der Nähe des temporalen Canthus des Auges, von dem aus Sie aufnehmen, oder abwechselnd auf der Stirn. So oder so, reinigen Sie die Stelle der Elektrode mit einem Prep-Pad oder Alkohol, um Hautöle, Make-up usw. zu entfernen, bevor Sie die Elektrode anbringen.

Wenn Sie die temporale Canthus verwenden, verwenden Sie eine Goldbecherelektrode (VEP) mit Elektrodencreme (nicht Gel) und stellen Sie sie so nah wie möglich an die temporale Canthus. (Wenn Sie eine DTL Plus-Elektrode verwendet haben, setzen Sie die DTL zuerst auf, da das selbstklebende Schaumstoffpolster genau positioniert werden muss. Platzieren Sie dann die gleichgültige Elektrode.) Verbinden Sie die aktiven Elektroden mit Kanal 1 + (und 2 +, wenn Sie von zwei Augen aufnehmen) und die gleichgültige Elektrode mit Kanal 1 - (und 2 -).

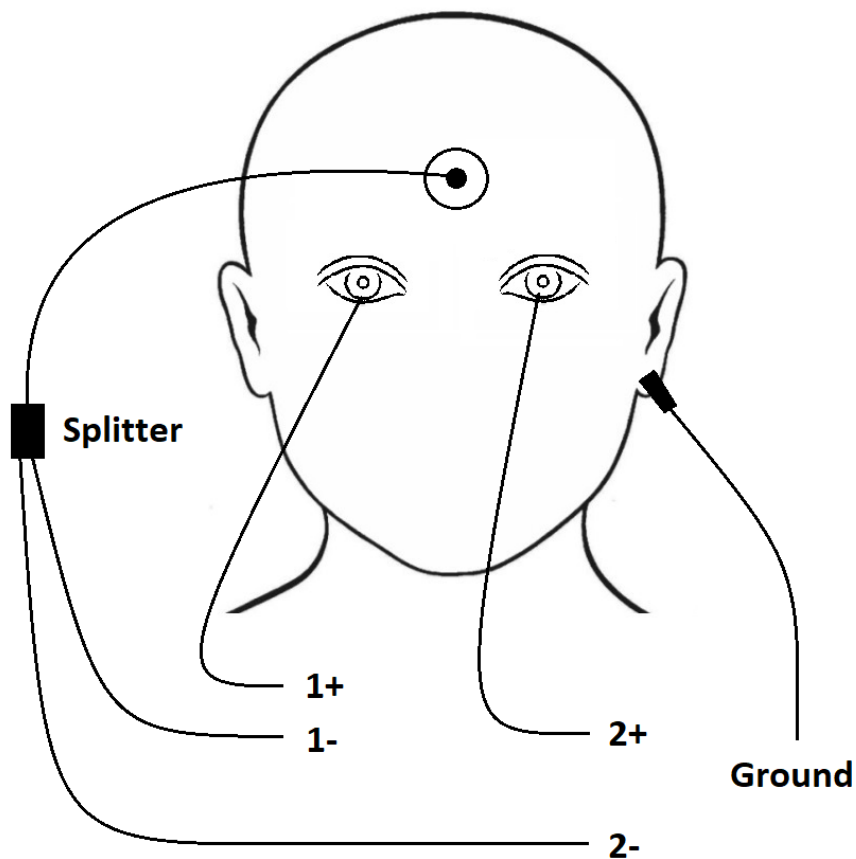
Wenn Sie die Stirn für Ihre gleichgültige Elektrode wählen, verwenden Sie eine EKG-Elektrode und einen Bodenclip. Oder Sie können eine Goldbecherelektrode (VEP) mit Elektrodencreme verwenden.

2.2.3 Erdungselektrode

Eine Ohrclip-Elektrode ist ein ausgezeichnete Boden. Reinigen Sie ein Ohrfläppchen mit Alkohol und lassen Sie es trocknen. Legen Sie Elektrodengel (keine Creme) in beide Tassen der Elektrode und legen Sie es auf das vorbereitete Ohrfläppchen. Schließen Sie diese Elektrode an den Masseingang (G) an.

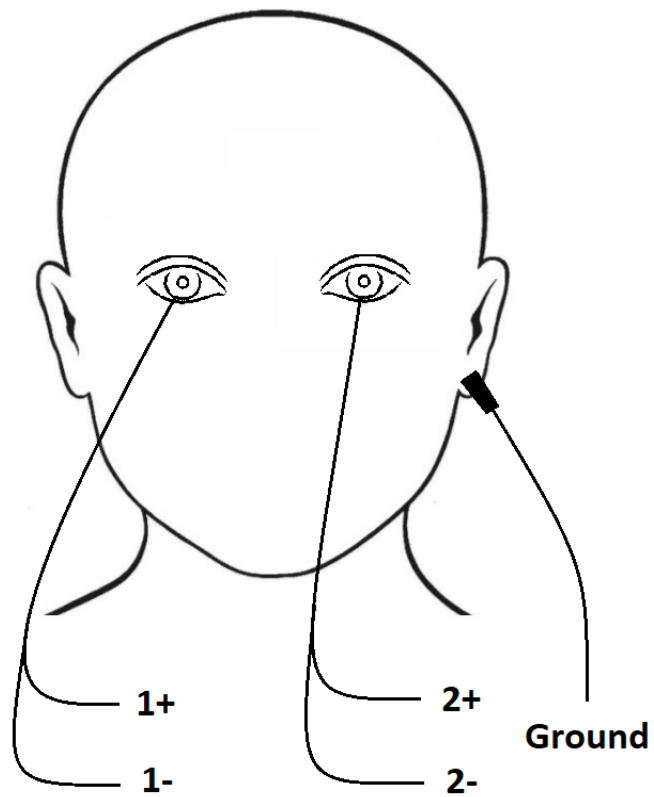


ERG-Aufbau mit monopolen Elektroden (z.B. ERG-Jet, DTL). Beachten Sie, dass die Erdungselektrode ein mit Gel gefüllter Ohrclip ist, die Referenzelektroden mit Sahne gefüllte Goldbecherelektroden sind und die positive oder aktive Elektrode hier mit einer monopolen Hornhautlinsenelektrode gezeigt wird (halten Sie die gleiche Einrichtung für jede andere Art von monopolarer ERG-Elektrode bei).



Monopolare Elektrodenplatzierung (ERG-Jet, DTL...)

ERG/MFERG-Aufbau mit bipolaren Elektroden (Burian-Allen). Beachten Sie, dass die Erdungselektrode ein mit Gel gefüllter Ohrclip ist.



Bipolare Kontaktlinsenelektrodenplatzierung

2.3 Brechung

"Es gibt einige Kontroversen darüber, ob die Sehschärfe für die mfERG entscheidend ist, zumindest in einem Bereich von $\pm 6D$ von Emmetropie, so dass einige Experten die Brechung innerhalb dieser Grenzen für unnötig halten." [Marmor, 2003]

Wenn Sie sich dafür entscheiden, Ihre Patienten vor der Aufnahme zu brechen, empfehlen wir Ihnen, eine +3 D (Dioptrienlinse) hinzuzufügen, um die Entfernung des Aufnahmebildschirms (~ 30 cm) zu kompensieren. Darüber hinaus sollten Sie sich darüber im Klaren sein, dass eine signifikante Brechungskorrektur die Netzhautgröße der Musterelemente verändert und Ihre Fähigkeit, Ergebnisse zwischen Patienten zu vergleichen, einschränken kann.

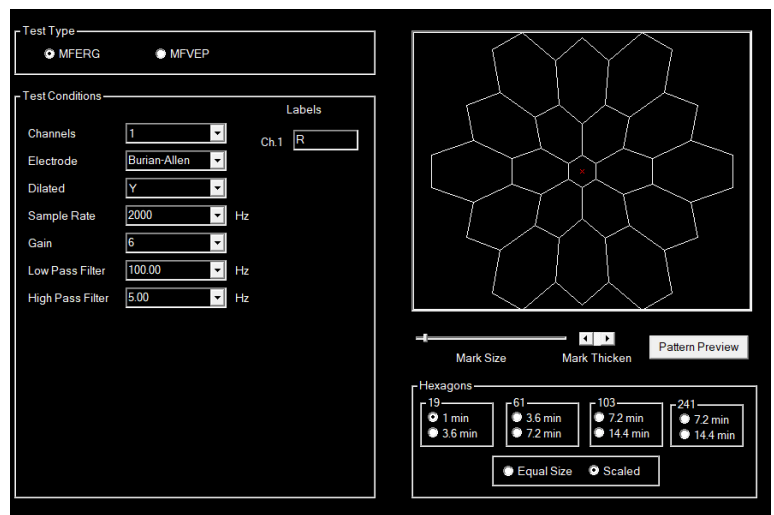
2.4 Ambientebeleuchtung

Das mfERG ist ein photopischer Test und sollte bei eingeschaltetem Raumlicht durchgeführt werden. Die ideale Lichtintensität für die Raumbeleuchtung ist eine, die eine Beleuchtung des Motivs erzeugt, die nahe an der durchschnittlichen des Reizbildschirms (100 cd/m²) liegt. Wenn die Raumbeleuchtung zu hell ist, kann es zu Reflexionen vom Patientendisplay kommen, die die Aufzeichnung des mfERG stören.

2.5 Probleme mit sehbehinderten Patienten

Patienten mit signifikanter zentraler Sehbehinderung haben Schwierigkeiten, sich auf den Bildschirm zu fixieren. Das übliche Fixationsziel ist ein kleines "X" in der Mitte des zentralen Sechsecks. Dieses Fixationsziel kann verlängert und verdickt werden. Das Steuerelement "Markierungsgröße" bestimmt die Länge der Beine des "X", während das Steuerelement "Markierungsverdickung" die Dicke der Beine bestimmt.

Patienten mit schlechtem zentralem Sehvermögen können sich manchmal fixieren, indem sie das vergrößerte "X" in ihrem verbleibenden Sehvermögen zentrieren. Dies ist jedoch ein Schritt der Verzweiflung, da es unwahrscheinlich ist, dass ihre Fixierung stabil genug für gute mfERG-Aufnahmen bleiben wird. Im Allgemeinen sollten Sie die Fixierung "X" nicht von der Standardgröße ändern, da sie einen größeren Anteil der mfERG-Sechsecke verdeckt, was zu einer verringerten Antwortamplitude führt.



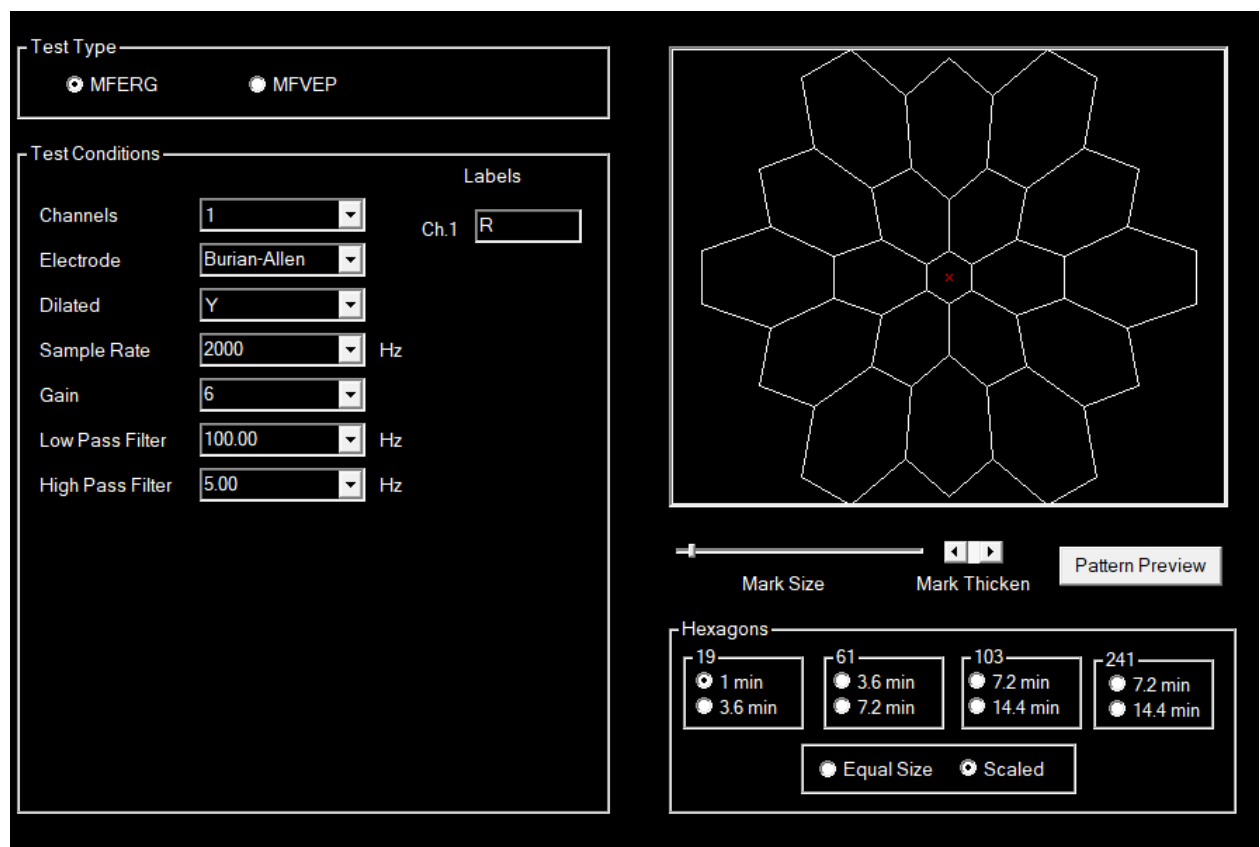
2.6 Überwachung der Fixierung

Eine Kamera ist vorhanden, mit der Sie den Patienten während multifokaler Tests überwachen können. Die Kamera ist am oberen Rand des Stimulatoremonitors montiert. Das Bild der Kamera wird auf dem Bedienbildschirm des Computers angezeigt. Mit dieser Kamera können Sie sehen, ob:

- der Patient blinzelt oder seine Augen bewegt,

- Mit der Kamera können Sie nicht feststellen, ob der Patient leicht infix ist, wie bei einem Patienten mit einem zentralen Skotom, der einen alternativen bevorzugten Netzhautort verwendet. Nichts weniger als eine Netzhautkamera lässt Sie feststellen, ob das zentrale Sechseck direkt auf die Fovea fällt.

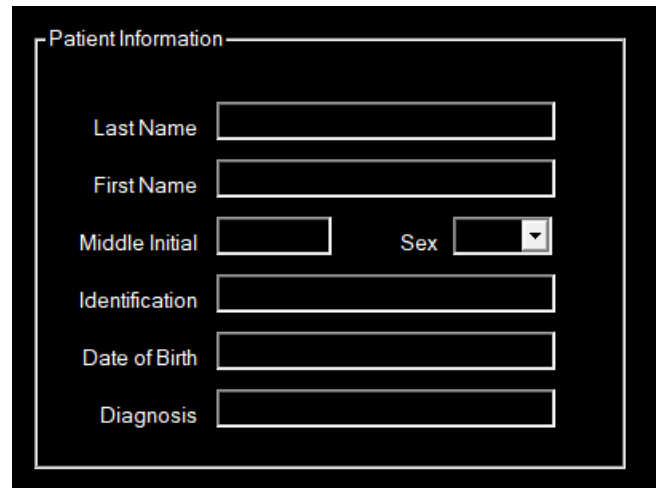
Öffnen Sie die Multifokalsoftware und wählen Sie *Test*.



Wählen Sie MFERG aus, wenn die Option nicht angezeigt wird, bedeutet dies, dass Sie keine MFERG-Lizenz haben. Informationen zum Upgrade finden Sie im Abschnitt zur Systemeinrichtung dieses Handbuchs.

3.2 Patienteninformation

Nachname oder Identifikation und Geburtsdatum sind erforderlich, um einen Test zu starten.



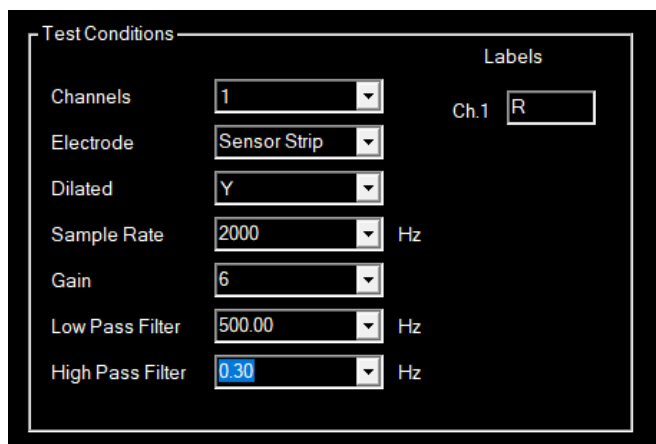
The screenshot shows a 'Patient Information' form with the following fields: Last Name, First Name, Middle Initial, Sex (a dropdown menu), Identification, Date of Birth, and Diagnosis. Each field is represented by a text input box.

3.3 Kanäle und Labels

Kanalnummer: Alle Systeme können monokulär oder binokular aufnehmen. Die Software verwendet automatisch das rechte Auge in Kanal 1 und das linke Auge in Kanal 2.



Wenn Sie nur von 1 Auge/1 Kanal gleichzeitig aufnehmen, verwenden Sie immer Kanal 1.



The screenshot shows a 'Test Conditions' form with two sections. The 'Test Conditions' section includes: Channels (dropdown set to 1), Electrode (dropdown set to Sensor Strip), Dilated (dropdown set to Y), Sample Rate (dropdown set to 2000 Hz), Gain (dropdown set to 6), Low Pass Filter (dropdown set to 500.00 Hz), and High Pass Filter (dropdown set to 0.30 Hz). The 'Labels' section includes a field for 'Ch.1' with the value 'R'.

3.4 Musterauswahl

Bei der Auswahl eines mfERG-Tests sind drei Elemente zu berücksichtigen:

- Anzahl der Sechsecke
- Skalierung von Sechsecken
- Länge der m-Sequenz

Die mfERG-Software bietet Ihnen mehrere Auswahlmöglichkeiten für die Anzahl der Sechsecke und die Länge der m-Sequenz, um Ihre klinischen Anforderungen zu erfüllen.

Anzahl der Sechsecke

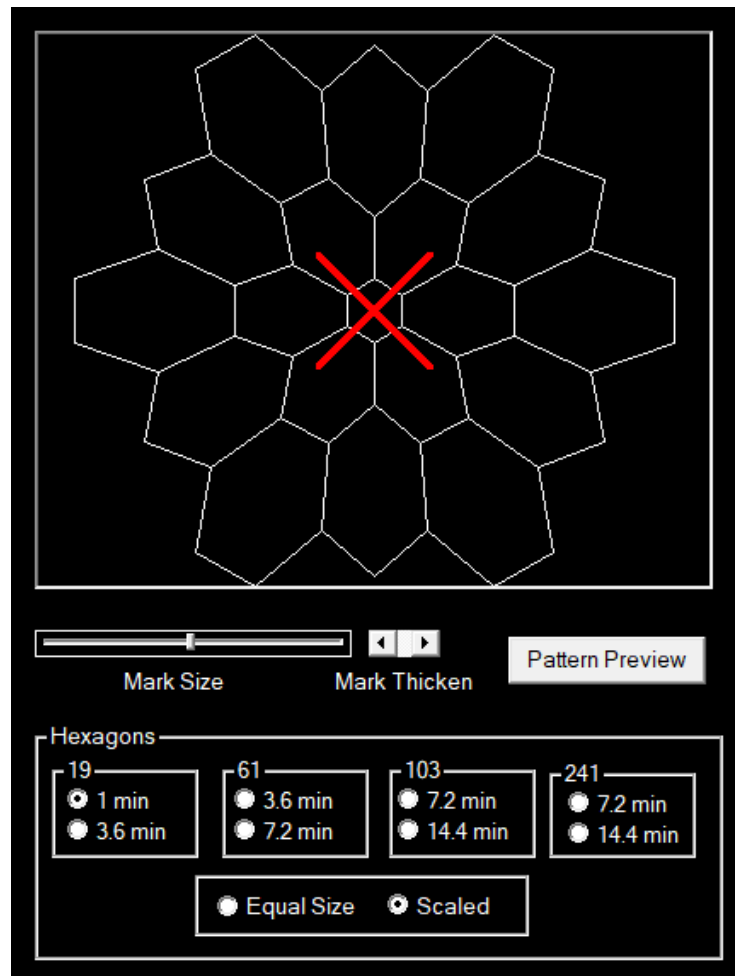
Je größer die Anzahl der Sechsecke ist, aus denen Sie aufnehmen, desto kleiner ist das Signal von jedem Sechseck. Da das während der Aufnahme erzeugte Rauschen unabhängig von der Hexagongröße ist, ergeben größere Sechsecke (die höhere Signale erzeugen) ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis und ermöglichen somit kürzere Aufnahmezeiten eines Patienten. Daher sollten Sie im Allgemeinen mit der kleinsten Anzahl von Sechsecken aufzeichnen, mit denen Sie die Störung lösen

können. Wir finden, dass 61 Sechsecke einen guten Kompromiss für viele Störungen bieten.

Skalierung von Sechsecken

Wenn Sie mit menschlichen Augen aufnehmen, empfehlen wir die Verwendung der skalierten Sechsecke. Die Skalierung der Sechsecke mit Exzentrizität ist so, dass jedes Sechseck ungefähr die gleiche Anzahl von Zapfen stimuliert, was zu ungefähr gleichen Amplitudenreaktionen in jedem Sechseck führt.

Wenn Sie von Tieren aufnehmen, empfehlen wir die Verwendung von Sechsecken gleicher Größe. mfERGs, die gleich große Sechsecke verwenden, können leichter interpretiert werden, wenn die Fixierung unsicher ist. Darüber hinaus haben viele Tierarten Kegeldichtepprofile, die sich signifikant von denen des Menschen unterscheiden.



M-Sequenzen

Längere *m-Sequenzen* ermöglichen eine stärkere Mittelung der Daten und sorgen somit für leisere Aufnahmen. Bei der Verwendung von lauterer Elektroden, wie z. B. DTL Elektroden, sollte eine längere m-Sequenz verwendet werden. Im Allgemeinen nimmt das Rauschen um die Quadratwurzel der Aufnahmezeit ab, so dass die Aufnahme für 4x so lange das Rauschen auf ungefähr 1/2 seines ursprünglichen Wertes reduziert. LKC klassifiziert m-Sequenzen nach der ungefähren Länge der Zeit, die benötigt wird, um eine Aufnahme abzuschließen. (Da wir Reize mit einer Rate von 72 Hz darstellen, gibt es $72 \times 60 = 4320$ Reize pro Minute.)

Aufnahmezeit	Länge der m-Sequenz
1 min	4 096 (12 Bit)
4 Minuten	16 384 (14 Bit)
8 Minuten	32 768 (15 Bit)
15 Minuten	65 536 (16 Bit)

Die empfohlenen Aufnahmezeiten für verschiedene Elektroden sind:

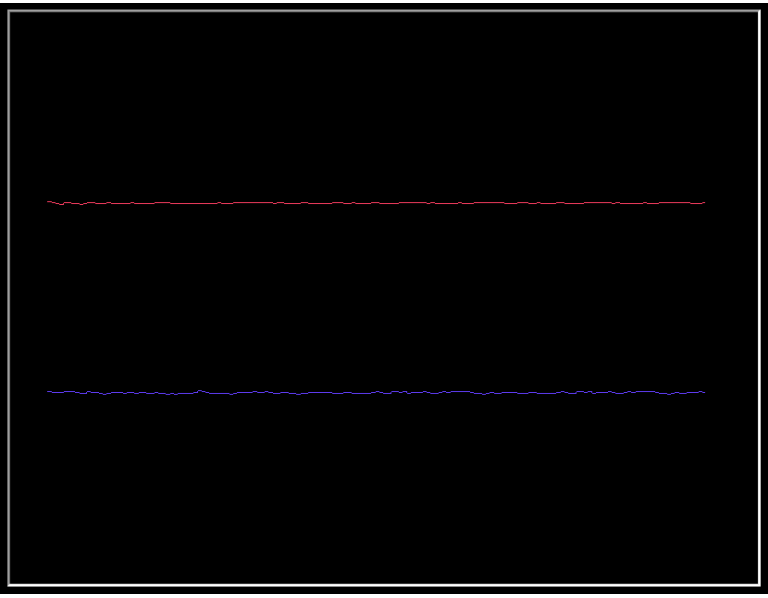
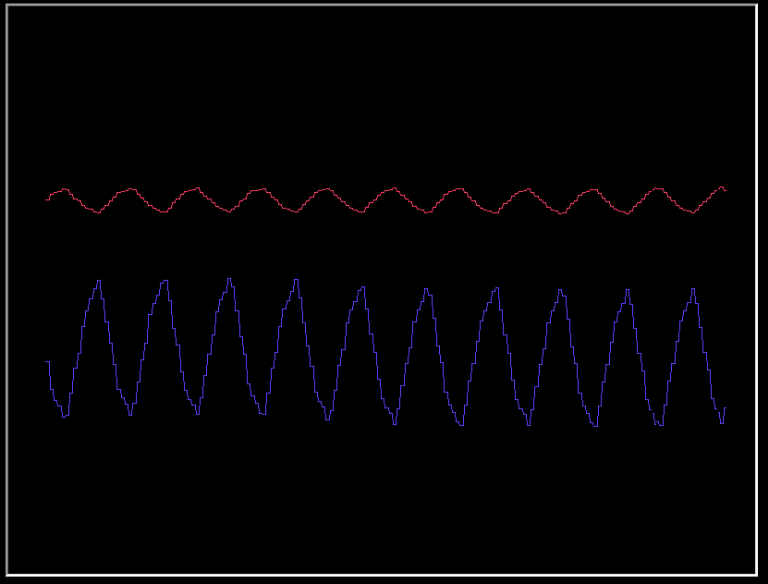
Sechsecke	Aufnahme mit Burian-Allen Electrodes	Aufnahme mit DTL Elektroden oder ERG Jet
19	1 min	4 Minuten
61	4 Minuten	8 Minuten
103	8 Minuten	15 Minuten
241	8 min zweimal aufgezeichnet und gemittelt	15 Minuten 4 mal aufgenommen und gemittelt

3.5 Aufzeichnung von Daten



Basislinie

Nachdem die Elektroden auf den Patienten gelegt und an den Verstärker oder das Patientenkabel angeschlossen wurden, sollten Sie die Baseline ausführen, um sicherzustellen, dass alle Verbindungen ordnungsgemäß funktionieren und dass der Patient in der Lage ist, eine stabile Fixierung zu halten. Lassen Sie den Patienten sein Kinn in die Kinnstütze stecken und passen Sie gegebenenfalls die Höhe der Stirnstütze an. Dann lassen Sie den Patienten direkt auf die rote Fixierung "X" auf dem Bildschirm schauen. Klicken Sie auf **Baseline**. Das System beginnt, Daten zu sammeln, ohne einen Reiz zu präsentieren, und ermöglicht es Ihnen, die Basisdaten des Patienten zu beobachten. Beispiele für gute und schlechte Baseline-Tracing sind unten aufgeführt.

<p>Gute Ausgangsbasis</p>	
<p>Schlechte Baseline</p> <p>Diese Baseline hat übermäßiges Netzrauschen (50/60 Hz). Es wird höchstwahrscheinlich durch eine schlechte Elektrodenverbindung verursacht, obwohl es andere mögliche Erklärungen für das Geräusch gibt.</p> <p>Die Analyse umfasst die Entfernung von Stromleitungsstörungen, so dass keine vollständige Beseitigung von Störungen durch Stromleitungen erforderlich ist.</p>	

3.6 Rekord

Die Software LKC mfERG unterteilt die Aufnahmen in eine Reihe von **Segmenten**. Während jedes Segments muss sich der Patient auf das Fixationsziel fixieren, ohne zu blinzeln. Nach jedem Segment kann der Patient blinzeln oder sich ausruhen, bevor er fortfährt. Längere *m-Sequenzen* haben mehr Segmente.

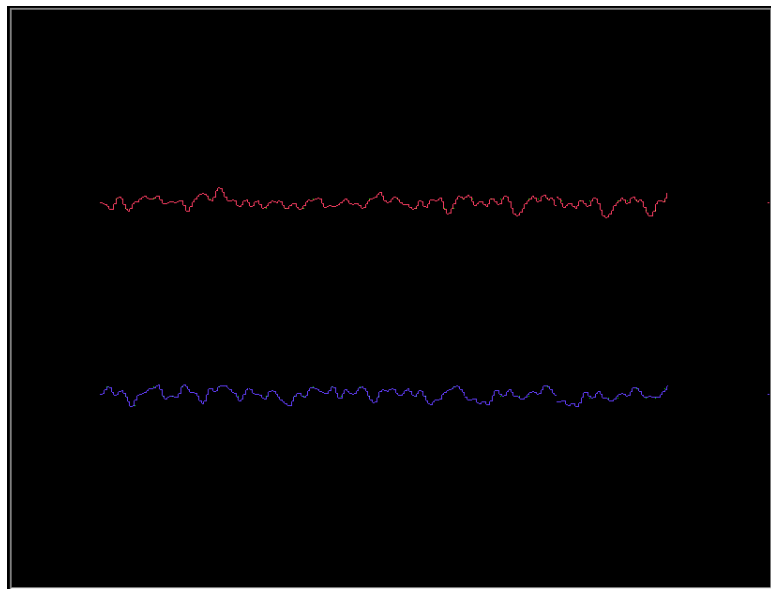
Jedes Segment besteht aus einer Reihe von **Schritten**. Jeder Schritt ist eine Stimulus-Präsentation, so dass es 72 Schritte pro Sekunde gibt. Es gibt 1024 Schritte pro Segment, so dass ein Segment $1024 / 72 = 14$ Sekunden lang ist, plus einen weiteren Bruchteil einer Sekunde für die Synchronisation und Verschmelzung der

Segmente. Der Fortschritt jedes Segments wird auf dem Bildschirm als Bruchteil der Gesamtzahl der Schritte im Segment angezeigt, z. B. 257/1024. Der Fortschritt des Segments wird alle 16 Schritte aktualisiert.

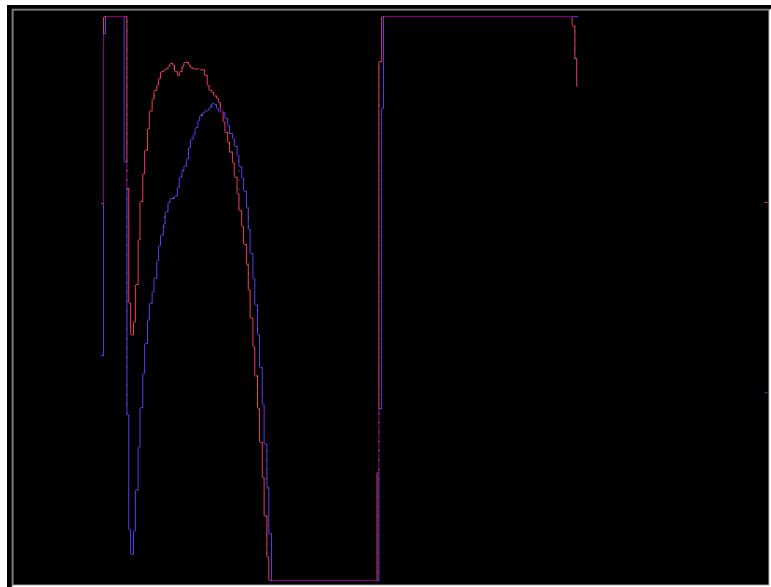
Während der Aufzeichnung werden in einem Fenster die Daten von jeweils 16 Schritten angezeigt. Sie sollten die angezeigten Daten sorgfältig beobachten, um sicherzustellen, dass keine Augenbewegungen oder andere Artefakte die Aufnahme kontaminieren. Beispiele für gute und schlechte Rückverfolgungen werden unten gezeigt. Wenn die aufgezeichneten Daten außerhalb des Fensters zu gehen scheinen, ist das Artefakt im Allgemeinen inakzeptabel groß und dieses Segment sollte erneut aufgezeichnet werden.

Während der Aufzeichnung eines Segments kann Interrupt verwendet werden, wenn der Patient blinzelte oder sich bewegte und Sie das aktuelle Segment wiederholen müssen.

Dies ist eine gute Aufzeichnungsspur während der Erfassung.

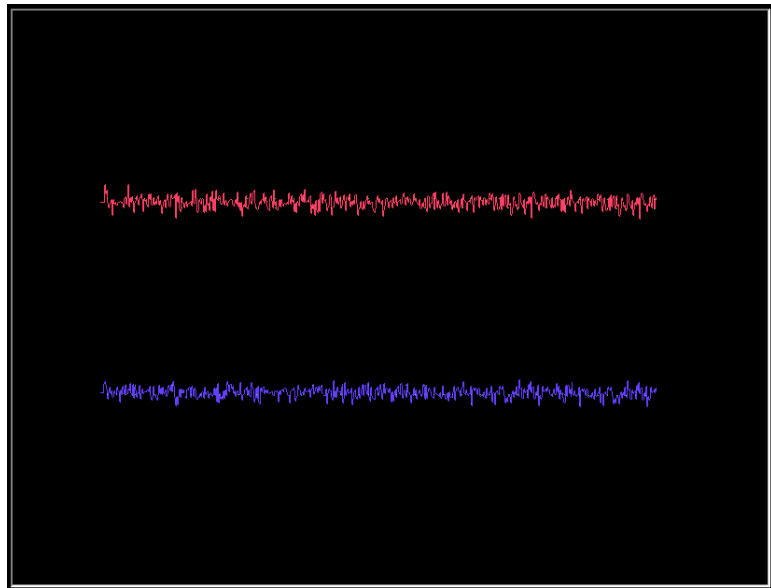


Dies ist ein Beispiel für ein Blinkelartefakt während der Aufnahme. Wenn zu viele Blinkartefakte auftreten, sollte das Segment unterbrochen (**klicken Sie auf die Schaltfläche Interrupt**) und wiederholt werden (**klicken Sie auf die Schaltfläche Repeat**).

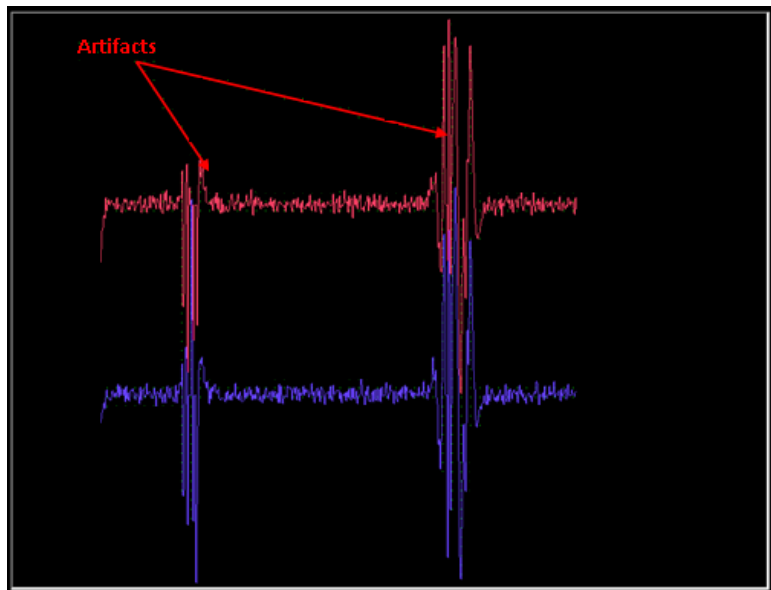


Am Ende des Segments wird die anfängliche Verarbeitung durchgeführt, um Artefakte zu eliminieren, und das Segment wird angezeigt. An dieser Stelle kann das Segment wiederholt werden oder Sie können mit dem **Next Segment fortfahren**.

Dies ist eine gute Aufnahme. Die Reaktion des Auges auf das mfERG-Signal ist sichtbar (kleine Wavelets), es gibt keine großen Augenbewegungen, und alle Daten liegen innerhalb der Grenzen des Displays und sind relativ konsistent in der Amplitude.



Dies ist ein Segment, das zwei große Augenbewegungen enthält. Die Augenbewegung hat eine größere Amplitude als der Rest der Wellenform. Blinkartefakte werden von den Verarbeitungsalgorithmen entfernt. Wenn die über dem Diagramm angezeigten %-Artefakte jedoch größer als einige Prozent sind, sollte das Segment erneut aufgezeichnet werden. Wählen Sie in diesem Fall **Repeat Segment aus**, das erneut aufgezeichnet werden soll.



Führen Sie die Aufzeichnung fort, bis alle Segmente fertig sind. Klicken Sie dann auf **Test speichern**, um die Daten zu speichern.

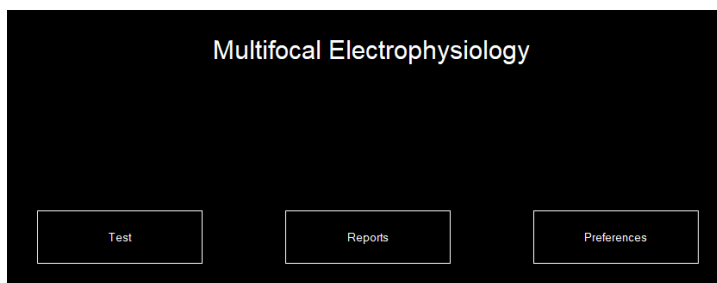
Sobald die Daten gespeichert wurden, wird der **Analysebildschirm** angezeigt.

4.0 MFERG-Datenanalyse und -bericht

mfERG-Ergebnisse können durch den genauen verwendeten Stimulator beeinflusst werden, daher sollten der Hersteller und das Modell des Stimulators in Berichte aufgenommen werden, um den Vergleich der mfERG-Daten mit den Ergebnissen eines Systems mit einem anderen Stimulatortyp zu erleichtern.

4.1 Patientendaten finden

The screenshot shows a software interface for patient information. At the top, there is a 'Test Type' section with two radio buttons: 'MFERG' (selected) and 'MFVEP'. Below this is a 'Patient Information' section containing 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'.



Starten Sie die Multifokalsoftware und gehen Sie zu **Berichte**.

Wählen Sie MFERG unter Testtyp aus.

Geben Sie dann Ihre Suchparameter ein (Beispiel rechts)

Wenn Sie auf **Suchen** klicken, werden alle mfERG-Aufzeichnungen mit den passenden Parametern angezeigt.

Clear All löscht alle Patienteninformationsfelder

Klicken Sie auf **Zurück**, um zum Main Menu zu gelangen

Wählen Sie bis zu 4 Aufnahmen aus der Liste aus. Die Aufzeichnungen müssen den gleichen **Testtyp** und **die gleiche Testlänge** aufweisen, um zusammen abgerufen zu werden.

Wählen Sie durch Linksklick mit der Maus aus.

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	

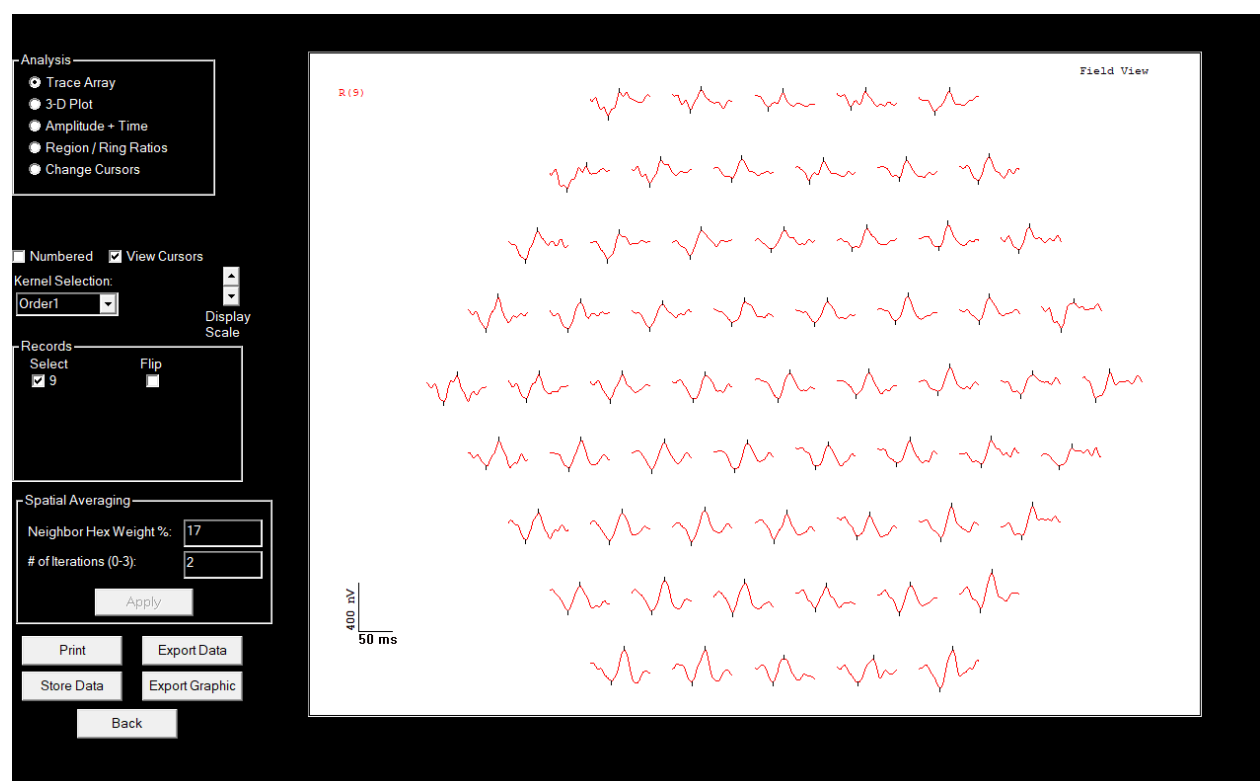
Klicken Sie auf **Next**, um zur Seite Analyse zu gelangen

4.2 Analyse der Daten

Für alle mfERG-Analysen ist der Kernel 1. Ordnung die Standardauswahl.

Trace-Array

Die **Trace Array-Ansicht** zeigt die einzelnen mfERG-Wellenformen für jedes Sechseck. Dies ist die wichtigste Ansicht Ihrer Daten, da sie zeigt, ob Artefakte vorhanden sind, und am besten die mfERG-Wellenformen interpretieren lässt. Sie sollten die Trace Waveform-Ansicht immer als Teil eines Berichts drucken. Trace-Arrays werden in der Feldansicht dargestellt: Die Wellenform ganz rechts resultiert aus dem Sechseck ganz rechts auf dem Display (es sei denn, **Flip** ist aktiviert), und die oberste Reihe der Wellenformen resultiert aus der oberen Reihe der Sechsecke auf dem Display.



Sie können die Vergrößerung der Wellenformen auf dem Bildschirm mithilfe des Schiebereglers **"Anzeigeskala"** anpassen . Ein Klick auf den Aufwärtspfeil vergrößert die Wellenformen. Die Skala unten links auf dem Bildschirm ändert sich, so dass die korrekte Wellenformamplitude angezeigt wird.

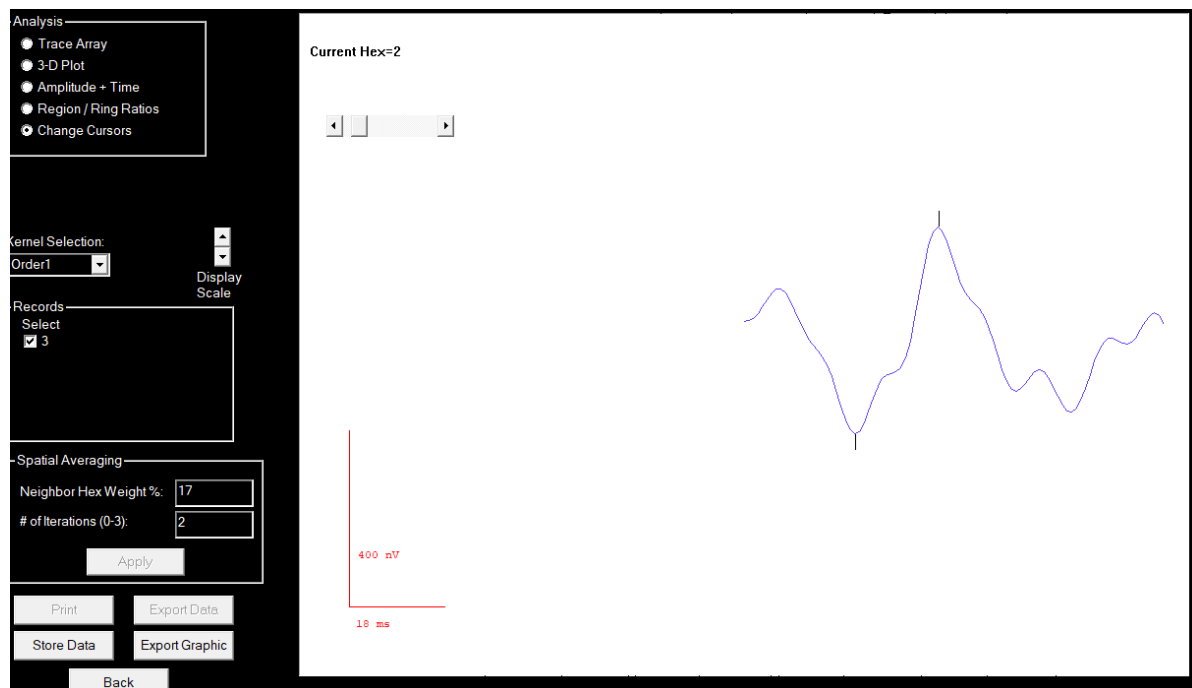
- **Nummeriert** Aktiviert die fortlaufende Nummerierung der einzelnen Leiterbahnen.
- **Cursor anzeigen** Zeigt die von der Software für N1 und P1 gesetzten Markierungen an (Standardwerte wie aktiviert)
- **Flip** Spiegel die Wellenformen um eine vertikale Linie. Es lässt ein rechtes Auge als linkes Auge erscheinen oder umgekehrt. Es kann nützlich sein, um rechte und linke Augen zu überlappen.

In diesem Bildschirm sollten Sie sich die Platzierung der Cursor auf den Wellenformen ansehen (das **Kontrollkästchen Cursor anzeigen** muss aktiviert sein, um die Cursor anzuzeigen). Wenn es Sechsecke gibt, bei denen die Cursor falsch platziert zu sein scheinen, können Sie sie mithilfe **von Cursor ändern** unter **Analyse** in der oberen linken Ecke des Bildschirms anpassen, wie unten beschrieben.

Wenn Sie mehrere Datensätze ausgewählt haben, können Sie die Anzeige einzelner Wellenformen aktivieren oder deaktivieren, indem Sie das Kontrollkästchen **Auswählen** neben ihnen aktivieren.

Wenn Sie das Kontrollkästchen Durchschnitt aktivieren., wird angezeigt der Durchschnitt aller ausgewählten Wellenformen

Cursor ändern



Cursor werden mithilfe einer Template-Stretching-Routine automatisch auf den Wellenformen platziert. [Kapuze 1998] . Während diese Technik die Cursor für N1 und P1 fast immer an der richtigen Stelle platziert, sollten Sie die Platzierung der Cursor auf der Wellenform überprüfen. Wenn Sie der Meinung sind, dass sie angepasst werden müssen, können Sie dies im **Bildschirm Cursor ändern** tun .

Wenn Sie auf das Optionsfeld **Cursor ändern** klicken, wird der Bildschirm rechts angezeigt.

Sie können die Antwort von jedem Sechseck anzeigen, indem Sie auf den Schieberegler oben links auf dem Bildschirm klicken. Wenn Sie mit der Cursorposition nicht einverstanden sind, können Sie die Platzierung der Cursor auf N1 und P1 mit der Maus anpassen.

Klicken Sie unter die Wellenform, um den Cursor für N1 zu platzieren

Klicken Sie über die Wellenform, um den Cursor für P1 zu platzieren

Wenn Sie Fehler bei der Platzierung des Cursors korrigiert haben, können Sie mit der Analyse Ihrer Wellenformen fortfahren. Hinweisenanpassungen an den Cursorpositionen werden nicht mit der Wellenform gespeichert.

Wenn mehrere Wellenformen ausgewählt und gemittelt wurden, können Sie mit Change Cursors die Cursorplatzierung auf dem Durchschnitt der ausgewählten Wellenformen ändern.

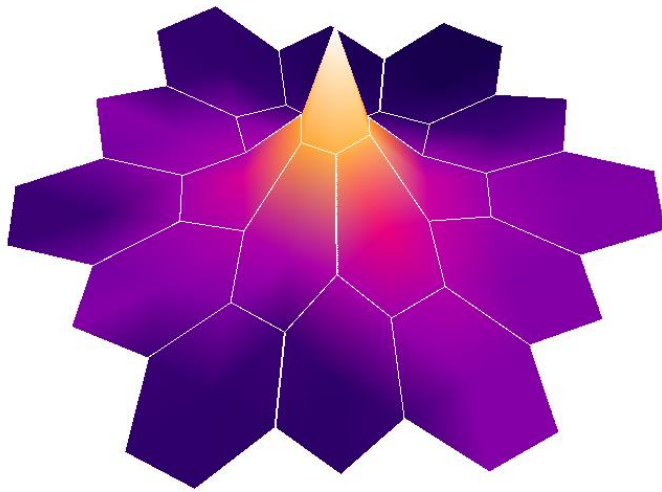
Amplitude und Zeit

Wenn Sie die numerischen Werte der einzelnen Hexagonamplituden und impliziten Zeiten sehen möchten, klicken Sie auf die **Amplituden- und Zeitanalyse**. Der Bildschirm zeigt Ihnen die Wellenformamplitude (P1 – N1) als Spannung und die implizite Zeit von P1 in Millisekunden. Dies wird durch die Legende unten links im Grafikbereich angezeigt. Sie können die Nummerierung der Sechsecke deaktivieren, indem Sie das **Kontrollkästchen Nummeriert** deaktivieren.



Wenn mehrere Wellenformen ausgewählt und gemittelt wurden, zeigt diese Ansicht die Amplitude und Zeit der Cursor der gemittelten Wellenform an.

3D-Handlung

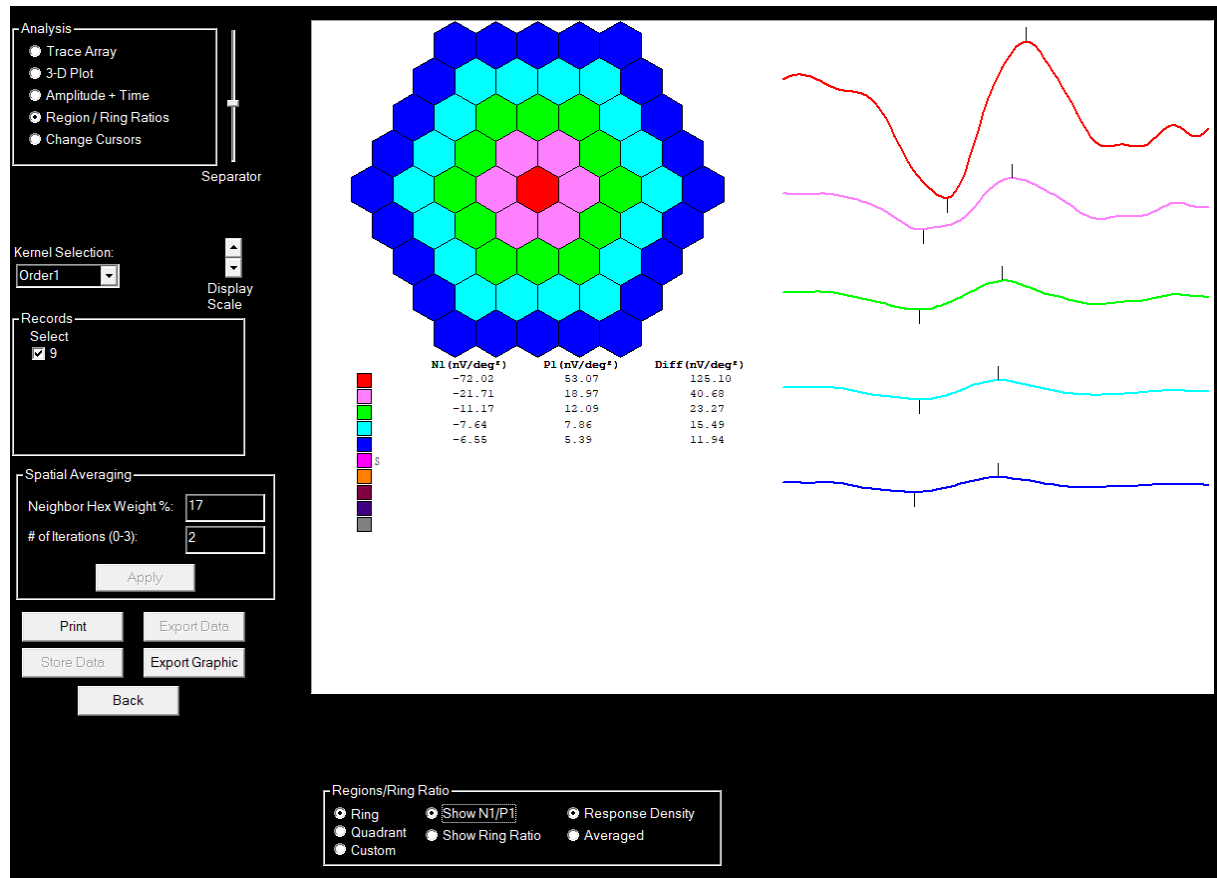


Das 3D-Diagramm ist wohl das am meisten missbrauchte der mfERG-Datenanzeigen. Im 3D-Diagramm werden die Daten in nV/deg^2 dargestellt. Das heißt, der Wert des mfERG für ein Sechseck wird durch die Fläche des Sechsecks (in quadratischen Grad des Blickwinkels) dividiert. Da die Kegeldichte in der Fovea am größten ist, sollte das 3D-Diagramm eine Amplitudenspitze an der Fovea zeigen. Dr. Don Hood von der Columbia University hat jedoch gezeigt, dass ein überzeugend normaler 3D-Plot erzeugt werden kann, indem die Elektroden in ein Becherglas aus Kochsalzlösung gelegt werden. Dies ist wahr, weil das Rauschen in jedem Sechseck konstant ist, so dass das skalierte 3D-Diagramm ein nahezu normales Aussehen hat. Daher ist es wichtig, die Trace-Wellenformen zu betrachten, bevor Sie versuchen, das 3D-Diagramm zu interpretieren.

Sie können das Erscheinungsbild des 3D-Diagramms ändern, indem Sie eine der 2 Ebenen mit den Schiebereglern unmittelbar nach rechts und unmittelbar unter den Diagrammbereich neigen.

Mittelung von Regionen

Bei einigen Erkrankungen ist das mfERG in einigen regionalen Mustern betroffen. Zum Beispiel sind bei der Plaquenil-Toxizität mfERG-Amplituden in perizentralen Ringen betroffen. In diesen Fällen kann es sinnvoll sein, Regionen der mfERG zur Analyse zu gruppieren. Siehe [Lyons 2007] für ein gutes Beispiel dafür. Wenn Sie zum ersten Mal auf die **Schaltfläche Region/Ring-Verhältnis** klicken, wird ein Bildschirm angezeigt, auf dem alle Sechsecke zu einer einzigen Antwort gemittelt werden.



Die mfERG-Software bietet Ihnen die Möglichkeit, eigene Regionen und zwei gemeinsame Standard-Regionalgruppen zu erstellen.

Erstellen eigener Regionen

Um einen Bereich Ihres eigenen Designs zu erstellen, müssen Sie zunächst im **Benutzerdefiniert** Feld **Bereiche/Ringverhältnis** auf klicken. Wählen Sie dann eines der farbigen Kästchen unten links auf dem Bildschirm aus. Neben dem Feld sollte ein kleiner Buchstabe "S" angezeigt werden, der angibt, dass er ausgewählt ist. Klicken Sie auf die Sechsecke, die Sie in diese Region aufnehmen möchten. Fahren Sie mit der Auswahl von Gruppen und dem Einfügen von Sechsecken fort, bis alle Ihre Gruppen definiert sind. Es können bis zu 10 Gruppen definiert werden.

Vordefinierte Regionen

Die häufigsten Regionen für die Analyse von mfERG-Daten sind Ringe und Quadranten.

Wenn Sie **Ringbereiche auswählen**, erstellt die Software automatisch Ringbereiche, wie im Bild oben auf der Seite gezeigt. Siehe Beispiel für einen mit 19 mfERG-Ringbereich Sechsecken oben.

Wenn Sie **Quadrantenbereiche auswählen**, teilt die Software die Sechsecke automatisch in Quadranten auf. Einige Sechsecke können in mehr als einem Quadranten enthalten sein; Dies wird in der Grafik angezeigt, wenn dies der Fall ist.

Messen

Sobald Ihre Regionen definiert sind, können Sie sie messen, indem Sie auswählen **im Menü N1/P1 anzeigen**. Die Software platziert automatisch Cursor auf den gemittelten Wellenformen für jede Region und bestimmt die Amplitude und Latenz von N1, P1 und P1-N1. Diese werden im Diagrammbereich angezeigt. Sie können die Platzierung dieser Cursor manuell anpassen, indem Sie auf das Feld klicken, das der Farbe der Welle entspricht, die Sie anpassen möchten (ein "S" erscheint neben dem ausgewählten Feld, um anzuzeigen, dass es ausgewählt wurde), dann klicken und die Cursor an die gewünschte Position ziehen. Die Amplituden- und Latenzwerte werden automatisch aktualisiert, wenn Sie Änderungen vornehmen.

Wenn Ring als **Bereichsauswahl** ausgewählt wurde, können Sie auch **anzeigen Ringverhältnis** als Maß auswählen.

Ringanalyseeinheiten

Es gibt zwei Möglichkeiten von Einheiten, um die Wellenformen anzuzeigen, entweder **die Reaktionsdichte**, die Ihnen die Ringdurchschnitte gibt, die mit der Größe des Sechsecks in nV / deg^2 skaliert sind, oder **Averaged**, der der einfache Durchschnitt aller Sechsecke der gleichen Farbe in nV ist.

MFERG-Aufzeichnung – Kurzanleitung

1. Vor Beginn der Tests sollte der Patient vollständig erweitert sein (siehe Handbuch zur Patientenrefraktion).
2. Schließen Sie auf dem Computer alle anderen Anwendungen und starten Sie die Multifokalsoftware.
3. Wählen Sie MFERG als Testtyp aus. Geben Sie alle anwendbaren Patienten- und Kanalinformationen ein (wählen Sie 2 Kanäle aus, wenn Sie mit einem Fernglas aufnehmen). Es müssen mindestens Nachname oder Identifizierung und Geburtsdatum angegeben werden.
4. Wählen Sie das gewünschte Muster (19 Sechsecke – 1 min, 61 - 4 min, 103 Sechsecke – 8 min, 241 Sechsecke – zweimal 8 Minuten aufzeichnen).
5. In einem mäßig hellen Raum befestigen Sie Elektroden gemäß mfERG-Setup-Diagramm. Achten Sie darauf, die Augen mit einem Lokalanästhetikum zu betäuben und füllen Sie die Kontaktlinse mit Goniosol oder einer anderen 2% igen Methylcellulose. Platzieren Sie Elektroden entsprechend der Zeichnung.
HINWEIS: WENN NUR DIE AUFNAHME VON 1 AUGE IST, VERWENDEN SIE IMMER KANAL 1, UM DAS KONTRALATERALE AUGE ZU ERFASSEN
Anästhesie, wenn nur die Aufnahme von einem Auge ausgeht, um das blinzeln zu reduzieren.
6. Legen Sie den Patienten auf die Kinnstütze 14" vom Monitor. Passen Sie die Fixierungskamera bei Bedarf an.
7. Starten **Sie die Mustervorschau** und passen Sie dann die Markierungsgröße an, damit der Patient fixieren kann (Größe oder Dicke ändern).
8. Klicken Sie auf **Next**, um zum Aufnahmebildschirm zu gelangen. Klicken Sie auf **Baseline**, um den Geräuschpegel zu überprüfen. Die Baseline sollte relativ rauschfrei sein.
9. Sobald Sie eine relativ flache Baseline haben, wählen Sie die **Schaltfläche Aufzeichnen** aus. Dadurch wird die Aufzeichnung des ersten Segments gestartet.
10. Wenn das Aufzeichnungssegment blinkfrei war, gehen Sie zum nächsten Segment, indem **Sie auf Next Segment klicken** (wenn Sie dieses Segment wiederholen möchten, klicken Sie auf **Repeat Segment**).
11. Gehen Sie alle Segmente durch (4 Segmente für 19 Sechsecke, 16 für 61 Sechsecke und 32 Segmente für 103 Sechsecke...). Speichern Sie die Daten am Ende aller Segmente, indem Sie auf die **speichern Test** Schaltfläche klicken.
12. Der **Bildschirm Analyse** wird angezeigt. Bewerten Sie die Ergebnisse und wiederholen Sie die Aufzeichnung bei Bedarf.
13. Wenn Sie aus dem 241-Sechseck-Muster aufnehmen, müssen Sie zweimal für jedes Auge und später für den Durchschnitt aufnehmen.
14. Entfernen Sie Elektroden vom Patienten.
15. Informationen zur Datenanalyse finden Sie im LKK-Benutzerhandbuch.

MFERG Report Kurzanleitung

1. Starten Sie auf dem Computer die Multifokalsoftware und gehen Sie zu den Berichten
2. MFERG im Testtyp auswählen
3. Geben Sie den Nachnamen des Patienten oder die ID-Nummer ein und klicken Sie auf **Suchen**
4. Aufnahme(n) auswählen
5. Wählen Sie die Aufnahme aus, die Sie ausdrucken möchten (z. B. 19 Sechsecke rechtes Auge). Bei 241 Sechsecken sollten Sie zweimal aufgenommen haben – wählen Sie die beiden Aufnahmen aus und mitteln Sie sie.
6. Überprüfen der Cursorplatzierung **in der Ansicht "Trace Array"**, Verschieben von Cursorsn bei Bedarf in der **"Cursor verschieben"** Ansicht
7. Drucken der gewünschten Ansichten

MFERG Interpretationsleitfaden

Einführung

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, wie der multifokale ERG betrachtet und analysiert werden kann. Hier finden Sie allgemeine Richtlinien zum Verständnis und zur Interpretation von mfERG-Daten.

Trace-Arrays

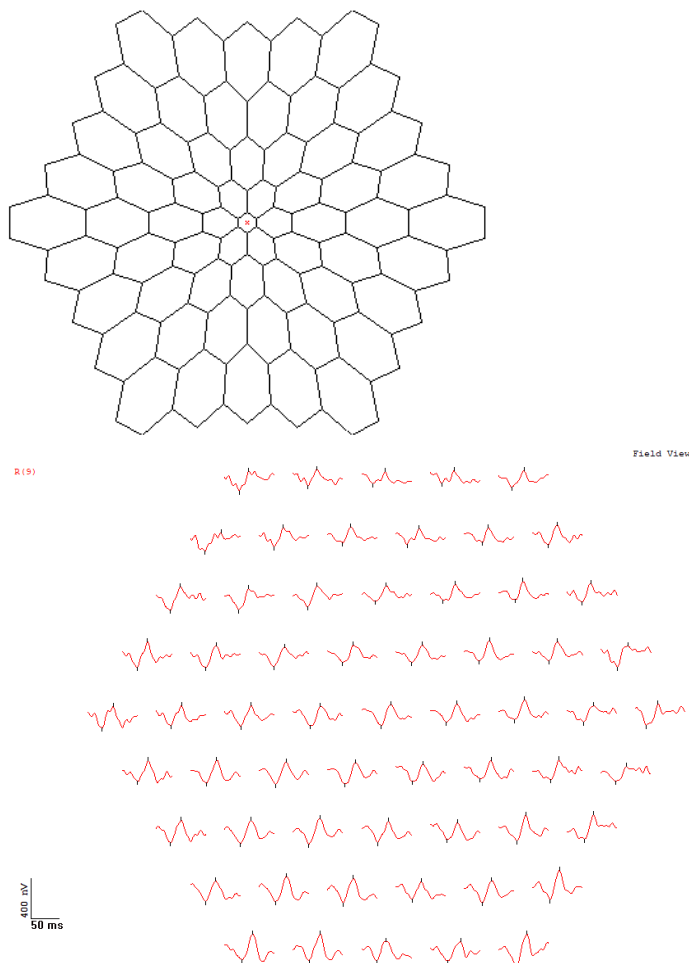
"Das Trace-Array ist die grundlegende mfERG-Anzeige und sollte immer in den Bericht der klinischen Ergebnisse aufgenommen werden."

— ISCEV mfERG-Leitlinie [2]

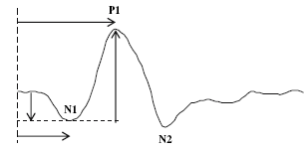
Das Trace Array ist der nützlichste Weg, um das multifokale ERG zu visualisieren und zu verstehen. Sie sollten Ihre Analyse eines mfERG immer mit einem Blick auf das Trace Array beginnen.

Wie sieht eine gute Aufnahme aus?

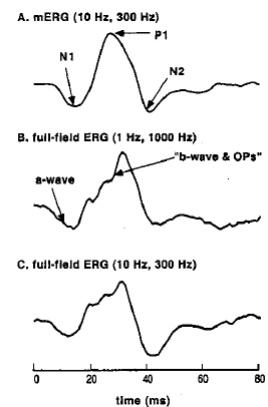
Das Trace Array ist die Darstellung der einzelnen multifokalen ERG-Wavelets, die ähnlich wie die Reizdarstellung angeordnet sind. Die Sechsecke im multifokalen Reiz sind so skaliert, dass bei normalen Probanden die mfERG-Antwort in jedem Sechseck ungefähr die gleiche Amplitude beträgt. Das skalierte Stimulus-Array und ein typisches 61-Hexagon-Trace-Array aus einem normalen Motiv sind unten dargestellt.



Jedes multifokale Wavelet hat 3 Hauptmerkmale, eine anfängliche negative Ablenkung (N1), gefolgt von einer positiven Auslenkung (P1), gefolgt von einer weiteren negativen Ablenkung (N2). Ein Beispiel finden Sie unter Richtung (Bild aufgenommen von [2]).



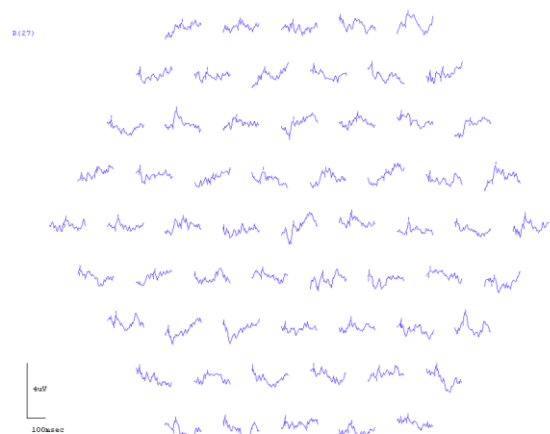
Die multifokale ERG-Antwort auf jedes Sechseck kann als "Mini-photopisches ERG" betrachtet werden. Die Komponenten des mfERG-Tracing sind nicht genau die gleichen wie die eines ganzfeld-photopischen ERG, aber sie sind sehr ähnlich. N1 besteht aus den gleichen Komponenten wie die a-Welle des ganzfeld ERG und P1 besteht aus den gleichen Komponenten wie die b-Welle und OPs der ganzfeld ERG. Siehe [1] auf Seite 42 für weitere Details. Ein Vergleich zu den Komponenten der Norm photopisches ERG ist rechts dargestellt (Bild aufgenommen von [1]). Das Top-Tracing zeigt ein multifokales ERG-Tracing. Die unteren 2 Tracings zeigen ein photopisches Ganzfeld-ERG mit normalen Verstärker- und Filtereinstellungen und mit Verstärker- und Filtereinstellungen, die den Aufnahmebedingungen des mfERG entsprechen. Beachten Sie, dass die P1 -Komponente erscheint früher im mfERG als die b-Welle im ganzfeld ERG.



Das nützlichste diagnostische Maß für die individuelle mfERG-Rückverfolgung ist die Amplitude von P1, gemessen von N1. Dies wird als "N1-P1-Amplitude" bezeichnet. Die Amplitude von N1-P1 wird typischerweise in Nanovolt ausgedrückt ($1 \text{ nV} = 0,001 \mu\text{V}$). In einigen Fällen wird die N1-P1-Amplitude durch die Fläche des stimulierenden Sechsecks in quadratischen Graden normalisiert; dies wird als "Antwortdichte" bezeichnet und in Nanovolt pro Quadratgrad (nV/deg^2) ausgedrückt. Eine weitere diagnostische Maßnahme, die manchmal verwendet wird, ist die implizite P1-Zeit - die Zeit bis zum Höhepunkt von P1. Die Merkmale von N2 sind nicht von klinischer Bedeutung.

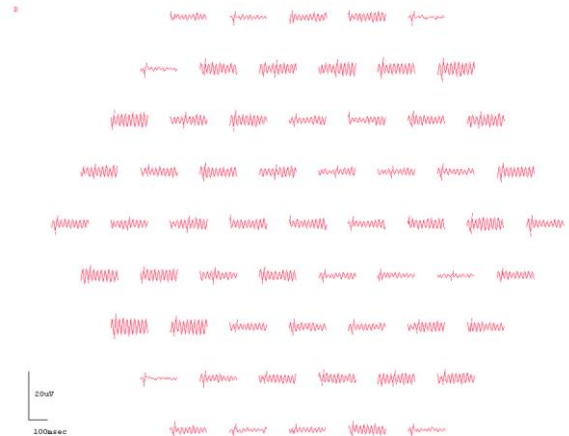
Die Amplitude einer ERG-Wellenform ist proportional zur stimulierten Fläche (gemessen in quadratischen Grad) und zur durchschnittlichen Photorezeptordichte. Bei einem Ganzfeld-ERG liegt der stimulierte Bereich des Auges (etwa $150^\circ \times 120^\circ$) in der Größenordnung von 20.000°^2 , während ein typisches multifokales Sechseck (für einen 61-Hexagon-Stimulus) in der Größenordnung von 100°^2 liegt. Während also die Amplitude eines normalen ganzfeld-photopischen ERG in der Größenordnung von μV liegt, liegt die Amplitude eines typischen mfERG-Sechsecks in der Größenordnung von $1/2 \text{ V}$ oder etwa 500 nV .

Für diejenigen, die gerade erst mit mfERG beginnen, empfehlen wir dringend, eine Reihe von mindestens 10 normalen Kontrollen aufzuzeichnen. Dies stellt sicher, dass 1) die Aufnahmetechnik korrekt ist und 2) Sie in der Lage sein werden, ein normales mfERG zu erkennen.

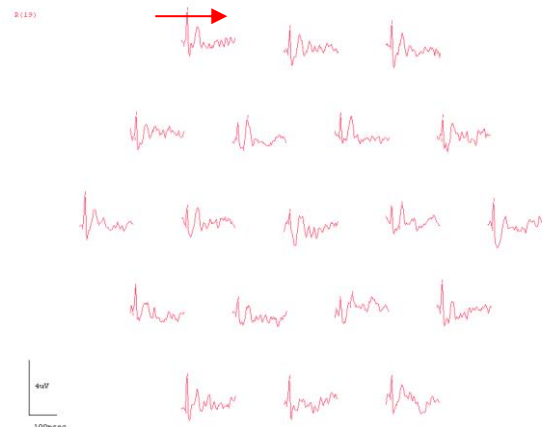


Quellen von Artefakten in der mfERG.

Augenbewegungen. Die wahrscheinlich häufigste Artefaktquelle im mfERG ist übermäßige Augenbewegung, Schielen und Blinzeln. Da das Muskelsignal (EMG) von Augen- oder Lidbewegungen Hunderte von V messen kann, kann es das zugrunde liegende multifokale Signal leicht verdecken. Das primäre Erkennungsmerkmal dieses Artefakts ist eine abfallende Basislinie mit wenig oder keiner erkennbaren mfERG-Wellenform. Die Steigung kann entweder positiv oder negativ sein.



Netzlärm. Das Netzrauschen entsteht durch Störungen der Stromleitung, die in die Elektroden gekoppelt werden, die zur Aufzeichnung des mfERG verwendet werden. Die häufigste Ursache für eine Netzrauschkontamination ist ein schlechter Elektrodenkontakt. Das Netzrauschen ist leicht an seinem periodischen sinusförmigen Erscheinungsbild zu erkennen. Ein Beispiel für Netzstörungen (aufgezeichnet mit 60-Hz-Stromleitungen) ist rechts dargestellt. In dieser Aufzeichnung ist kein mfERG-Signal vorhanden; Es ist ein reines Artefakt. Wenn Ihr mfERG so aussieht, muss es erneut aufgezeichnet werden.



Überwachen Sie das Artefakt. Der Monitor, der zur Aufzeichnung des mfERG verwendet wird, erzeugt synchron zur Reizdarstellung eine kleine Menge an Interferenzen. Diese Interferenz kann von den Elektroden aufgenommen werden und als Teil des mfERG-Tracings auftreten. Die übliche Ursache für die Störung ist ein schlechter Elektrodenkontakt oder die zu nahe am Monitor angeordneten Elektrodendrähte. Die Interferenz manifestiert sich als Spitze (die positiv oder negativ gehen kann) am Anfang der Spurwellenform. Ein Beispiel für ein Monitorartefakt ist in vielen der Ablaufverfolgungen in der Aufzeichnung rechts dargestellt.

Was ist mit dem blinden Fleck?

Bei mfERG-Aufnahmen mit den Hexagonmustern 19, 61 oder 103 ist es sehr wahrscheinlich, dass kein Reizsechseck vollständig in die optische Scheibe fällt. Darüber hinaus können geringe Mengen an Fixationsinstabilität eine gewisse Stimulation der benachbarten Netzhaut verursachen, selbst wenn ein Sechseck weitgehend in die optische Scheibe fällt. So wird für die 19- und 61-Sechseckmuster der blinde Fleck wahrscheinlich nicht sichtbar sein; Für das 103-Sechskantmuster kann der tote Winkel sichtbar sein oder auch nicht. Bei einer Anzeige von 241 Elementen sollte mindestens ein Sechseck vollständig in die optische Scheibe fallen, wenn eine stetige Fixierung beibehalten wird, was zu einem sichtbaren toten Winkel auf dem mfERG-Trace-Array führt.

Die Auswirkungen des Alters auf die mfERG

mfERG Nr. N1-P1 Die Amplitude zeigt eine lineare Abnahme mit einem Alter von etwa 0,9% pro Jahr vom Alter von 10 bis 80 Jahren, während P1 Die implizite Zeit erhöht sich mit einer Rate von ca. 1,3% pro Jahr. [5] Diese Veränderung des Alters sollte bei der Betrachtung der numerischen Ergebnisse für einen bestimmten Patienten berücksichtigt werden.

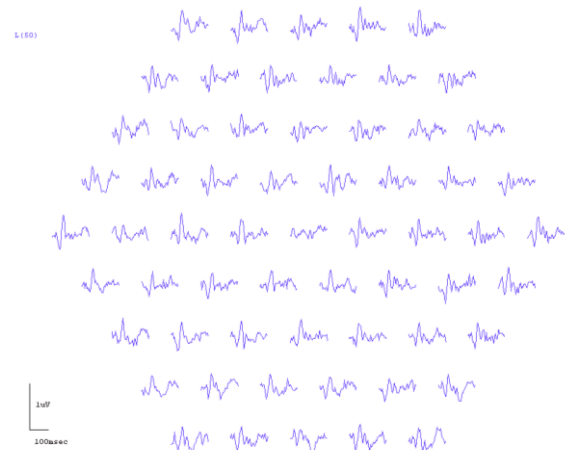
Die Auswirkungen von Netzhauterkrankungen auf das mfERG

Da das mfERG das ERG lokal misst, ist es sehr nützlich, um Orte lokalisierter Krankheit oder – im Falle von Krankheiten wie Retinitis Pigmentosa – Stellen mit lokalisierter Restfunktion zu identifizieren. Die Hauptwirkung der meisten Netzhauterkrankungen besteht darin, die Amplitude von P1 zu reduzieren.

Für die meisten Bedingungen, unter denen das mfERG nützlich ist, zeigt das Trace-Array einige Bereiche mit normaler Funktion und einige Bereiche mit abnormaler Funktion. Zum Beispiel zeigt ein Patient mit früher Makuladegeneration normalerweise normale periphere Spuren und abgeschwächte mfERG-Wavelets in der Mitte des Spurenarrays.

Ein simuliertes AMD-Tracing ist rechts zu sehen. Die Simulation wurde erstellt, indem das Licht aus dem zentralen Sechseck blockiert wurde, wenn von einem normalen Auge aus aufgenommen wurde.

Andere Störungen manifestieren sich im Spurenarray als Bereiche mit verminderter N1-P1-Amplitude in den Bereichen mit funktioneller Beeinträchtigung.



Stellen und Mechanismen von Netzhautschäden und Veränderungen im mfERG

[Adaptiert von der Referenz 1]

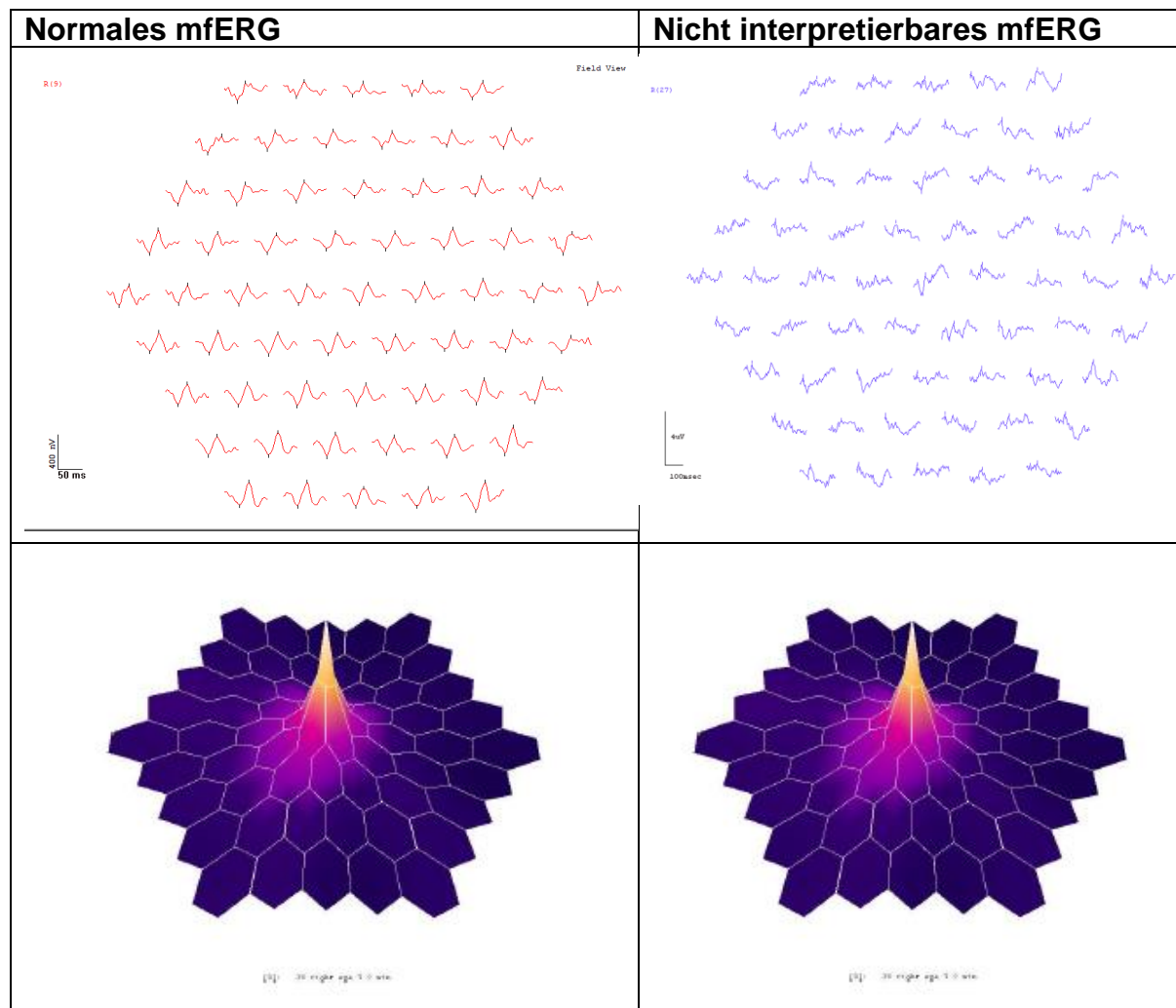
Schäden an	Mechanismus	P1 Amplitude	P1 Zeit
Zapfenrezeptor	Beschädigung des äußeren Segments	Kleinere	Moderate Verzögerung
	Zellverlust	Kleinere	Normalen
Äußere plexiforme Schicht	Veränderte synaptische Übertragung	Kleiner oder größer	Große Verzögerung
On-Bipolare Zellen	Zellverlust	Kleinere	Moderate Verzögerung
Off-Bipolare Zellen	Zellverlust	Größeren	Etwas schneller (?)
Innere plexiforme Schicht	Veränderte synaptische Übertragung oder Zellverlust	Ca. normal (Formänderungen)	Kleine Verzögerung

Ganglienzellen	Zellverlust	Ca. normal	Ca. normal
----------------	-------------	------------	------------

Die 3D-Handlung

Das 3D-Diagramm ist ein Flächendiagramm der Amplitude P1 - N1, das durch die Größe des Sechsecks skaliert wird. Sie wird also in Nanovolt pro Quadratgrad (nV/deg²) angegeben. Theoretisch ermöglicht dies die Visualisierung der Funktion im fovealen Bereich. Während das 3D-Diagramm ein schönes Bild liefert, ist es im Allgemeinen nicht nützlich für die Diagnose.

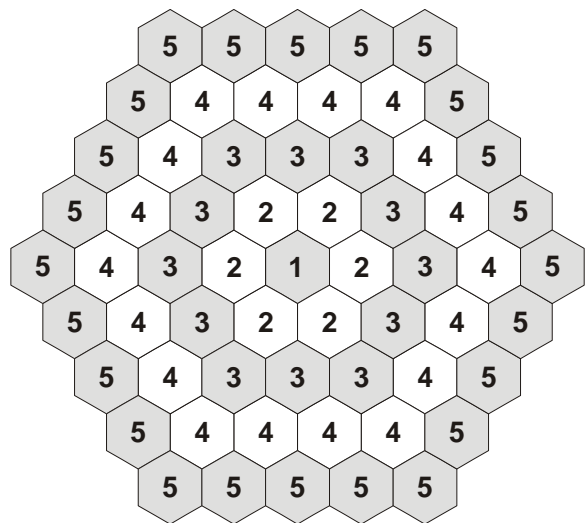
Dies kann nicht genug betont werden: **Das 3D-Diagramm kann in seiner Erscheinung äußerst trügerisch sein und sollte im Allgemeinen nicht zur Diagnose verwendet werden.** Im Folgenden finden Sie Beispiele für ein gutes mfERG und ein völlig uninterpretierbares mfERG und die entsprechenden 3D-Plots:



Beachten Sie, dass der "Müll" mfERG auf der rechten Seite ein völlig normal aussehendes 3D-Diagramm hat. Ein prominenter mfERG-Forscher (Don Hood von der Columbia University) hat gezeigt, dass ein normal aussehender 3D-Plot entsteht, wenn die Aufnahmeelektroden in einem Becherglas aus Kochsalzlösung platziert werden.

Ringverhältnisse

mfERG-Ringverhältnisse sind Messungen der Ansprechdichte (in nV/deg²), die durch Mittelung von Ringen erzeugt werden, die konzentrisch zum Fixationspunkt sind. Sie werden am häufigsten mit dem 61 hexagonalen mfERG verwendet, der rechts abgebildet ist. (Die Skalierung der Sechsecke mit Kegeldichte wird der Klarheit halber nicht dargestellt.) Ringverhältnisse werden erzeugt, indem das Verhältnis der Antwortdichte des zentralen Sechsecks (Ring 1) zur durchschnittlichen Antwortdichte eines peripheren Rings genommen wird.



Ringverhältnisse haben mehrere nützliche diagnostische Eigenschaften: Sie variieren nicht mit dem Alter, und ihre Variabilität (Variationskoeffizient) ist viel geringer als die der Ringmittelwerte.

Ringverhältnisse ermöglichen eine sehr empfindliche und spezifische Früherkennung der Plaquenil-Toxizität. [3] Erhöhte Werte von R1:R2 und/oder R1:R3 zeigen Toxizität bei Patienten an, die Plaquenil einnehmen. Die von der mfERG-Software berechneten Ringverhältnisse können mit den in [3, 4].

Ringverhältnisse sind auch nützlich bei der Erkennung von Makulaerkrankungen, wobei niedrige Werte von R1:R4 kann auf eine signifikant verminderte Makulareaktion relativ zur Peripherie hinweisen. Untere Grenzwerte von normal für den Einsatz bei der Beurteilung von Makulaerkrankungen finden Sie in [4].

Reizquelle

Der genaue Typ des Stimulators, der auf einem mfERG verwendet wird, kann die Amplitude und Wellenform von mfERGs beeinflussen, so dass es unerlässlich ist, die Art der Anzeige zu melden und die Details des Herstellers und des Modells anzugeben, wenn Ergebnisse gemeldet werden, die mit Systemen mit unterschiedlichen Stimulatoren verglichen werden können.

Verweise:

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) (Update 2021). *Doc Ophthalmol* 142, 5–16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10633-020-09812-w>
3. Lyons JS, Severns ML Nachweis der frühen retinalen Toxizität von Hydroxychloroquin, verstärkt durch Ringverhältnisanalyse der multifokalen Elektroretinographie. *Am J Ophthalmol* 143:801-9, 2007.
4. Lyons JS, Severns ML Verwendung multifokaler ERG-Ringverhältnisse zum Nachweis und zur Verfolgung der retinalen Toxizität von Plaquenil: eine Überprüfung. *Doc Ophthalmol* 118:29-36, 2009.
5. Tzekov RT, Gerth C, Werner JS. Szeneszenz menschlicher multifokaler Elektroretinogramm-Komponenten: ein lokalisierter Ansatz. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 242:549-60, 2004.

Multifokale VEP

1.0 Einführung

1.1 Was ist ein multifokaler Test?

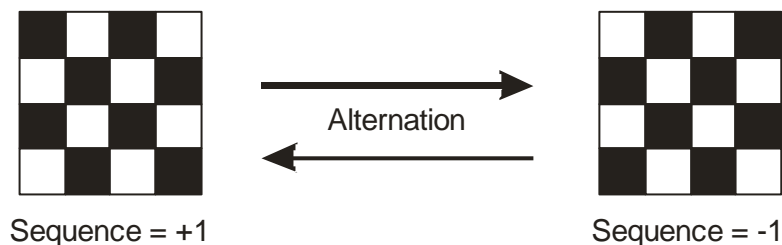
Multifokales Testen ist eine Möglichkeit, ein visuell evoziertes Potenzial (VEP) aus vielen Regionen aufzuzeichnen, um eine Karte der visuellen Funktion zu erhalten. Ein multifokaler Test verwendet einen Computerbildschirm als Stimulator und unterteilt ihn in eine Reihe kleinerer Testbereiche. Jeder Testbereich wird mit einer On-Off-Sequenz stimuliert, die sich zeitlich von allen anderen Testbereichen unterscheidet. Evozierte Antworten werden gleichzeitig aus allen stimulierten Bereichen gesammelt, und die resultierenden Daten werden nach der Aufzeichnung verarbeitet, um die einzelnen Antworten zu extrahieren.

1.2 Wie funktioniert ein multifokaler VEP?

Im mfVEP ist der Bildschirm, den der Patient betrachtet, in eine Reihe von Sektoren unterteilt – von 4 bis 60. Jeder Abschnitt stimuliert einen kleinen Teil der Netzhaut und die Information wird über den Sehnerv auf den visuellen Kortex übertragen. mfVEP ermöglicht es, die Antwort dieses Teils getrennt von anderen Teilen des visuellen Kortex aufzuzeichnen.

1.3 m-Sequenzen und Kerne

Bitte lesen Sie den Abschnitt "m-Sequenzen und Kernel" im mfERG-Abschnitt dieses Handbuchs, um die Grundlagen zu verstehen. Im Gegensatz zum mfERG ist der Reiz im mfVEP in der Regel kein blinkender Reiz. Stattdessen handelt es sich um eine Abwechslung des Musters in einem bestimmten Sektor.



Ein Stimulus wird nur dann aus dem VEP-Muster entlockt, wenn eine Abwechslung auftritt, d.h. wenn sich das Muster während eines Frames in einem Zustand und während des nachfolgenden Frames in einem Zustand befindet. Um das Signal für einen einzelnen Sektor aus den aufgezeichneten Daten zu extrahieren, addiert man Spuren, bei denen es eine Abwechslung gab + 1 (Sequenz geändert von +1 -1 oder von -1 → +1) und subtrahiert alle man alle Leiterbahnen, bei denen keine Änderung stattgefunden hat (Sequenzwert → +1 oder -1 → -1). Das Ergebnis ist die Reaktion des visuellen Systems (von der Netzhaut über den Sehnerv bis zum primären visuellen Kortex) auf den alternierenden Reiz. Dies wird als *Kernel zweiter Ordnung* des mfVEP bezeichnet.

1.4 Sichtfeld

Das Sichtfeld des multifokalen Reizes wird durch 2 Faktoren bestimmt – die Größe des Bildschirms und die Entfernung vom Monitor zum Patienten. Positionieren Sie den Monitor so, dass der Abstand vom Patienten zum Monitor dem Abstand entspricht, der auf dem Etikett auf der Vorderseite des Monitors angegeben ist. Folgt man dem Betrachtungsabstand auf der Vorderseite des Monitors, ergibt sich ein Gesamtsichtfeld von $45^\circ (\pm 5^\circ)$. Weitere Informationen zur Berechnung des visuellen Subtensus von monitorbasierten Reizen finden Sie in den ICEV-Kalibrierungsrichtlinien . [CSC, 2003]

1.5 Wann ist das mfVEP sinnvoll?

mfVEP liefert eine objektive Bewertung der topographischen visuellen Funktion. Für ein normales Subjekt sind die mfVEP des linken und rechten Auges fast identisch. Jeder signifikante Unterschied zwischen zwei Augen weist auf eine Anomalie hin. mfVEP hat eine hohe räumliche Auflösung im Fovealbereich.

Verwendet:

- Helfen Sie, Glaukom zu diagnostizieren.
- Zur Bestätigung eines unzuverlässigen Gesichtsfeldtests.
- Helfen Sie, Optikusneuritis, MS und kompressiven Tumor im visuellen Weg zu diagnostizieren. Die Latenz des mfVEP wird durch diese Bedingungen geändert. Beachten Sie, dass die ischämische Optikusneuropathie (ION) der akuten MS-Phase in Bezug auf das Syndrom sehr ähnlich ist, aber verursacht keine Verzögerung der VEP
- Zur Bestätigung des funktionellen Gesichtsfeldes.

1.6 Wann ist das mfVEP nicht sinnvoll?

Der mfVEP erfordert sowohl eine angemessene Fixierung als auch einen richtigen Fokus für eine genaue Aufzeichnung. Jede Erkrankung, die eine angemessene Fixierung (z. B. Zentralskotom) oder einen ausreichenden Fokus (z. B. dichter Katarakt oder Mydriasis) verhindert

2 Vorbereitung einer mfVEP-Aufnahme

2.1 Der Patient

- Der Patient sollte **für** diesen Test nicht dunkel angepasst sein. Wenn sie sehr hellen Lichtern ausgesetzt wurden (z. B. von Spaltlampe, Fundusfotografie, Fluorescein-Angiographie), sollten Sie mindestens 10 Minuten vor dem Test einplanen.
- Der Patient sollte für diesen Test nicht erweitert werden.
- Eine gute nahe Brechung ist wichtig. Der gesamte Bildschirm muss scharf sein, daher sollten presbyopische Patienten mit multifokalen Linsen (einschließlich Bifokalen / Trifokalen) mit Versuchsbildern mit einem Plus-Add gebrochen werden, um den Bildschirmabstand zu kompensieren (der ungefähr 3,5D plus Addieren erfordert).

2.2 Elektroden



Schlechter oder instabiler Elektrodenkontakt ist eine Hauptursache für mfVEP-Aufnahmen von schlechter Qualität. Wir empfehlen Ihnen, bei der mfVEP-Aufnahme besonders auf die richtige Vorbereitung, Platzierung und Reinigung der Elektroden zu achten.

Die Aufnahmeelektroden sind goldene Becherelektroden, wie rechts gezeigt. Eine dieser Elektroden wird für jeden Aufnahmeort benötigt (bis zu 3 Kanäle). Eine weitere Elektrode für die Erdung, die normalerweise auf der Stirn oder dem Ohrfläppchen platziert wird, und eine als Referenz, die normalerweise bei Cz platziert wird.



Reinigen Sie gründlich, um alle Hautöle und andere Ablagerungen zu entfernen, die einen guten Kontakt beeinträchtigen könnten, und lassen Sie den Alkohol abtrocknen.

Springen Sie mit 2-zu-1- oder 3-zu-1-Splittern die negativen (-) Positionen des Stirnreferenzkanals zusammen. . Stecken Sie die Referenzelektrode (Cz) in den Splitter.

Suchen Sie jede Aufnahmeelektrodenstelle. Teilen Sie das Haar, um die Kopfhaut am Aufnahmeort freizulegen, und schrubben Sie *kräftig* mit einem Elektrodenvorbereitungspad. (Wenn das Haar des Patienten lang ist, können Bobby-Pins helfen, das Haar während dieses Vorgangs aus dem Weg zu halten.)

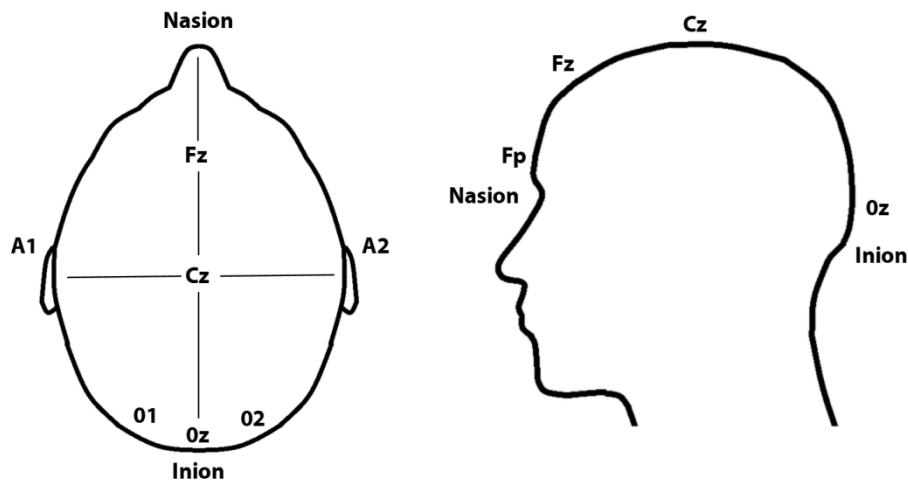
Es ist wichtig, die Kopfhaut gründlich zu reinigen, um einen guten Elektrodenkontakt zu erhalten.

Mit einem großzügigen Klecks Elektrodencreme (nicht Gel); Kleben Sie die Haare auf jeder Seite des Teils auf die Kopfhaut. Das ist chaotisch, aber es ist der beste Weg, um die Kopfhaut freizulegen. Sobald das Haar abgeklebt ist, geben Sie eine großzügige Portion Elektrodencreme in die Tasse der Elektrode und drücken Sie die Elektrode *fest* an ihren Platz. Decken Sie die Elektrode mit einem 2 bis 3 cm (1 bis 1 1/2 Zoll) großen Quadrat Seidenpapier ab und drücken Sie es erneut fest.

Repeat dieses Verfahren für jede Elektrode. Stecken Sie die Elektroden in die positive (+) Seite der Verstärkereinheit und notieren Sie, welche Elektrode in welchen Kanal eingesteckt ist.

Vorgeschlagene Elektrodenplatzierung (es gibt viele mögliche Elektrodenanordnungen):

Elektrodenstandort	Verstärkeranschluss
Geschliffen am Fp oder Ohrfläppchen	Boden
Referenz bei Cz mit einem 1 zu 3 Splitter	1- 2- und 3-
Aufnahmeelektrode #1 bei Oz	1+
Aufnahmeelektrode #2 einen Zoll über Oz	2+
Aufnahmeelektrode #3 einen Zoll unter Oz.	3+



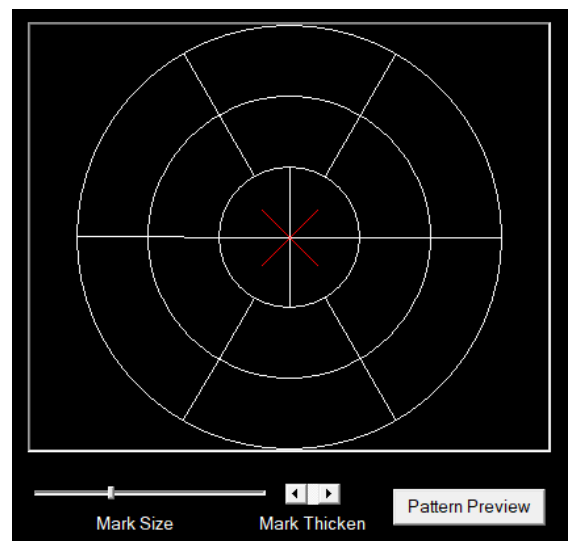
2.3 Ambientebeleuchtung

Das mfVEP sollte bei eingeschaltetem Raumlicht durchgeführt werden. Die ideale Lichtintensität für die Raumbelichtung ist eine, die eine Beleuchtung des Motivs erzeugt, die nahe an der durchschnittlichen des Reizbildschirms (100 cd/m²) liegt. Wenn die Raumbelichtung zu hell ist, kann es zu Reflexionen vom Patientendisplay kommen, die die Aufzeichnung des mfVEP stören.

2.4 Probleme mit sehbehinderten Patienten

Patienten mit signifikanter zentraler Sehbehinderung haben Schwierigkeiten, sich auf den Bildschirm zu fixieren. Das übliche Fixationsziel ist ein kleines "X" in der Mitte des Bildschirms. Dieses Fixationsziel kann verlängert und verdickt werden. Das Steuerelement "Markierungsgröße" bestimmt die Länge der Beine des "X", während das Steuerelement "**Markierungsverdickung**" die Dicke der Beine bestimmt.

Patienten mit schlechtem zentralem Sehvermögen können sich manchmal fixieren, indem sie das vergrößerte "X" in ihrem verbleibenden Sehvermögen zentrieren.



2.6 Überwachung der Fixierung

Eine Kamera ist vorhanden, mit der Sie den Patienten während multifokaler Tests überwachen können. Die Kamera ist an der Kinnstütze unterhalb und vor dem Musterstimulatormonitor montiert. Das Bild der Kamera wird auf dem Bedienbildschirm des Computers angezeigt. Mit dieser Kamera können Sie sehen, ob:

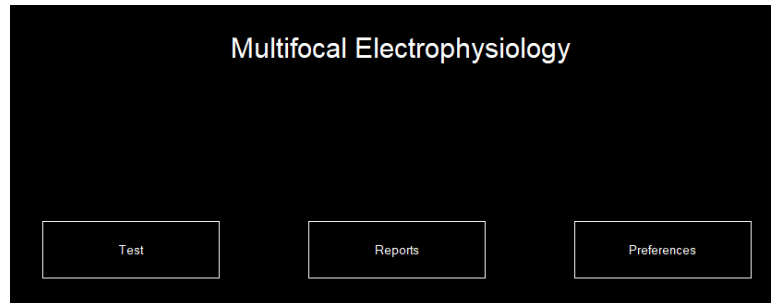
- der Patient die Augen schließt ,
- Der Patient ist grob offfixierend.

Mit der Kamera können Sie nicht feststellen, ob der Patient leicht infix ist, wie bei einem Patienten mit einem zentralen Skotom, der einen alternativen bevorzugten

Netzhautort verwendet. Nichts weniger als eine Netzhautkamera lässt Sie feststellen, ob zentriert ist, der Reiz auf der Fovea

3.0 Ausführen des Tests

Öffnen Sie die Multifokalsoftware und wählen Sie *Test*.

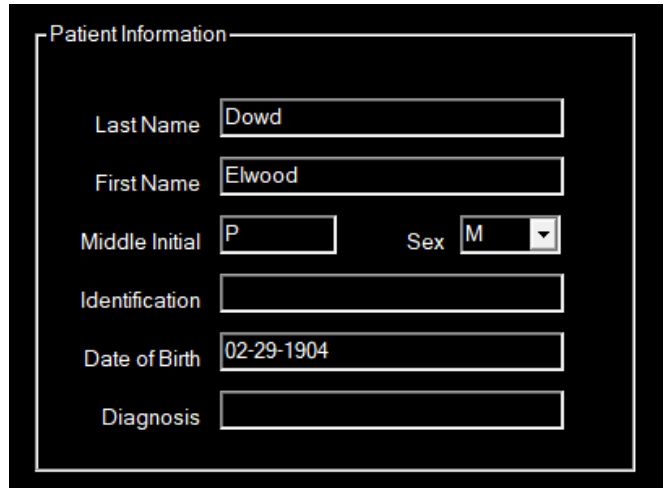
The screenshot shows the configuration screen of the 'Multifocal Electrophysiology' software. It is divided into several sections:
1. **Patient Information:** Includes input fields for Last Name, First Name, Middle Initial, Sex (a dropdown menu), Identification, Date of Birth, and Diagnosis.
2. **Test Type:** Features two radio buttons: 'MFERG' and 'MFVEP'.
3. **Test Conditions:** Contains 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:** Features three radio buttons: 'Right', 'Left', and 'Both'.
6. **Visual Representation:** A large circular diagram on the right side, divided into sectors, representing the visual field.
7. **Mark Size and Mark Thicken:** Two sliders with arrows at the ends.
8. **Pattern Preview:** A button to preview the test pattern.
9. **Sectors:** A section with three buttons labeled '4', '16', and '60', each with a corresponding time value: '1.8 min', '3.6 min', and '7.2 min'. Below these is a 'Reversal' button.
10. **Navigation:** 'Back' and 'Next' buttons at the bottom right.

3.1 Prüffart

Wählen Sie MFVEP aus, wenn die Option nicht angezeigt wird, bedeutet dies, dass Sie keine mfVEP-Lizenz haben. Informationen zum Upgrade finden Sie im Abschnitt Systemeinstellung dieses Handbuchs.

3.2 Patienteninformation

Nachname oder Identifikation und Geburtsdatum sind erforderlich, um einen Test zu starten.



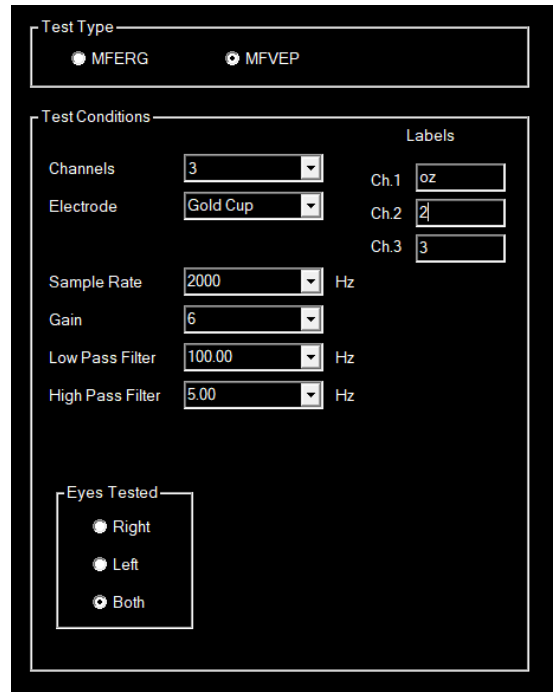
A screenshot of the 'Patient Information' form in the mfVEP software. The form is titled 'Patient Information' and contains several input fields: 'Last Name' (Dowd), 'First Name' (Elwood), 'Middle Initial' (P), 'Sex' (M), 'Identification' (empty), 'Date of Birth' (02-29-1904), and 'Diagnosis' (empty). The form is enclosed in a black border with a white title bar.

3.3 Kanäle und Labels

Je mehr Kanäle Sie aufzeichnen, desto besser ist das Ergebnis.

Wählen Sie die Anzahl der Kanäle aus, von denen Sie aufnehmen möchten, und geben Sie Labels ein.

Wählen Sie das Auge oder die Augen aus, die getestet werden sollen. Patchen Sie alle Augen, die nicht getestet werden sollen.



A screenshot of the 'Test Type' and 'Test Conditions' form in the mfVEP software. The 'Test Type' section has two radio buttons: 'MFERG' (selected) and 'MFVEP'. The 'Test Conditions' section contains several dropdown menus: '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 of these are three input fields for 'Labels': 'Ch.1' (02), 'Ch.2' (2), and 'Ch.3' (3). At the bottom, the 'Eyes Tested' section has three radio buttons: 'Right' (selected), 'Left', and 'Both'. The form is enclosed in a black border with a white title bar.

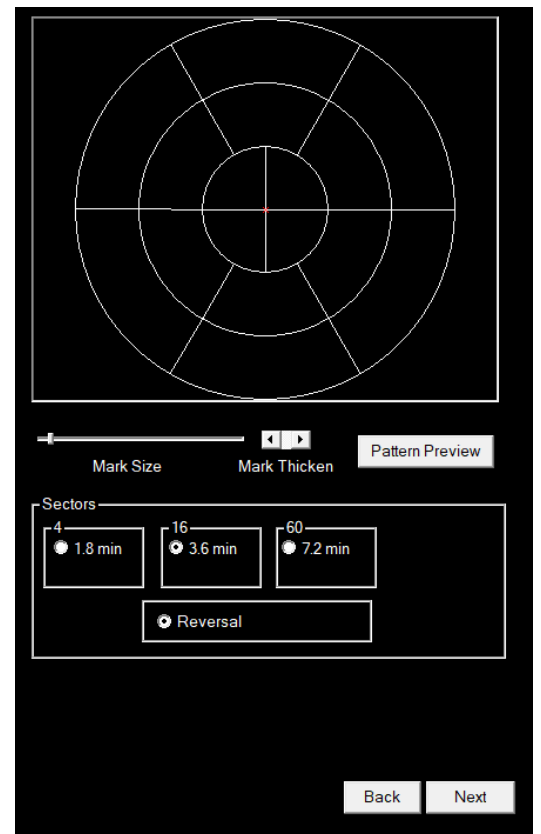
3.4 Musterauswahl

Die mfVEP-Software bietet Ihnen mehrere Auswahlmöglichkeiten für die Anzahl der Ringsegmente (Sektoren) und die Länge der m-Sequenz, um Ihre klinischen Anforderungen zu erfüllen.

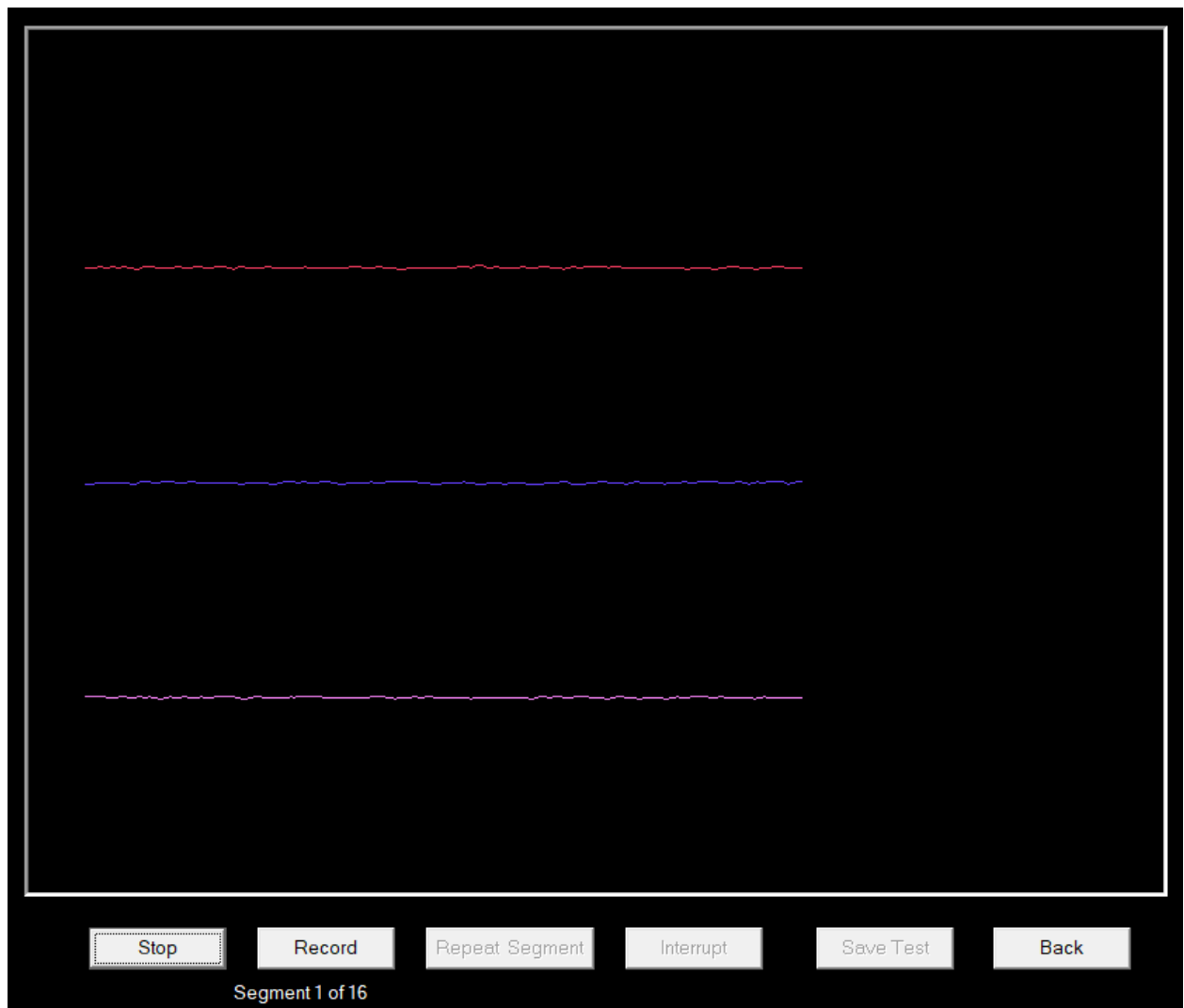
Anzahl der Sektoren

Je größer die Anzahl der Sektoren ist, aus denen Sie aufnehmen, desto kleiner ist das Signal von jedem Sektor. Da das während der Aufnahme erzeugte Rauschen unabhängig von der Sektorgröße ist, geben größere Sektoren (die höhere Signale erzeugen) ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis und ermöglichen somit kürzere Aufnahmezeiten eines Patienten.

Das Steuerelement "Markierungsgröße" bestimmt die Länge der Beine des "X", während das Steuerelement "**Markierungsverdickung**" die Dicke der Beine bestimmt.

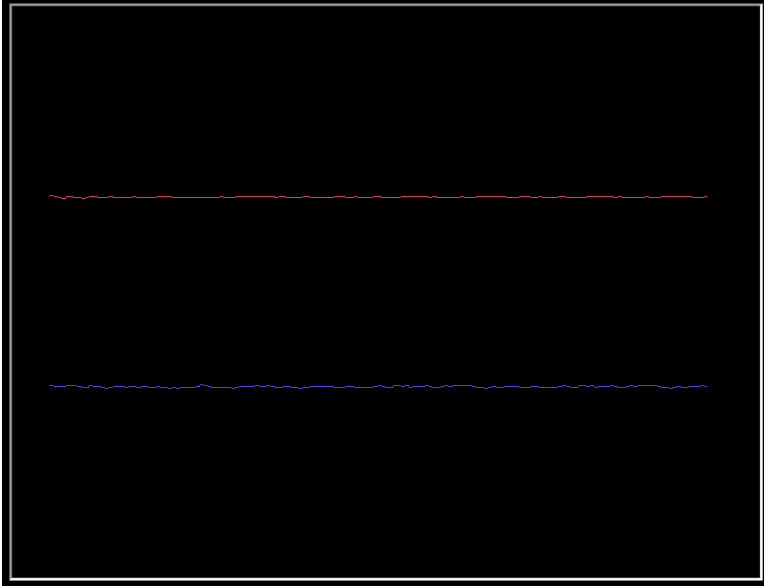
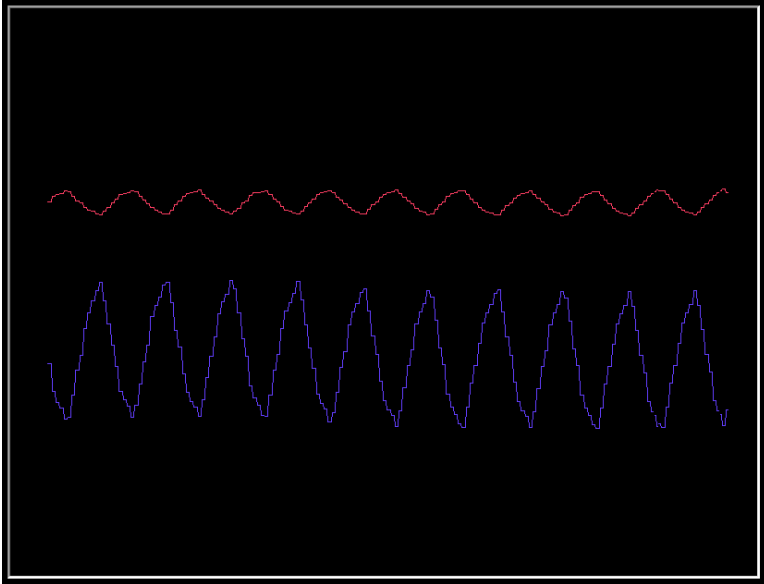


3.5 Aufzeichnung von Daten



Basislinie

Nachdem die Elektroden auf den Patienten gelegt und an den Verstärker oder das Patientenkabel angeschlossen wurden, sollten Sie die Baseline ausführen, um sicherzustellen, dass alle Verbindungen ordnungsgemäß funktionieren und dass der Patient in der Lage ist, eine stabile Fixierung zu halten. Lassen Sie den Patienten sein Kinn in die Kinnstütze stecken und passen Sie gegebenenfalls die Höhe der Stirnstütze an. Dann lassen Sie den Patienten direkt auf die rote Fixierung "X" auf dem Bildschirm schauen. Klicken Sie auf **Baseline**. Das System beginnt, Daten zu sammeln, ohne einen Reiz zu präsentieren, und ermöglicht es Ihnen, die Basisdaten des Patienten zu beobachten. Beispiele für gute und schlechte Baseline-Tracing sind unten aufgeführt.

<p>Gute Ausgangsbasis</p>	
<p>Schlechte Baseline</p> <p>Diese Baseline hat übermäßiges Netzrauschen (50/60 Hz). Es wird höchstwahrscheinlich durch eine schlechte Elektrodenverbindung verursacht, obwohl es andere mögliche Erklärungen für das Geräusch gibt.</p> <p>Die Analyse umfasst die Entfernung von Stromleitungsstörungen, so dass keine vollständige Beseitigung von Störungen durch Stromleitungen erforderlich ist.</p>	

3.6 Rekord

Die Software LKC mfERG unterteilt die Aufnahmen in eine Reihe von **Segmenten**. Während jedes Segments muss sich der Patient auf das Fixationsziel fixieren, ohne zu blinzeln. Nach jedem Segment kann der Patient blinzeln oder sich ausruhen, bevor er fortfährt. Längere *m-Sequenzen* haben mehr Segmente.

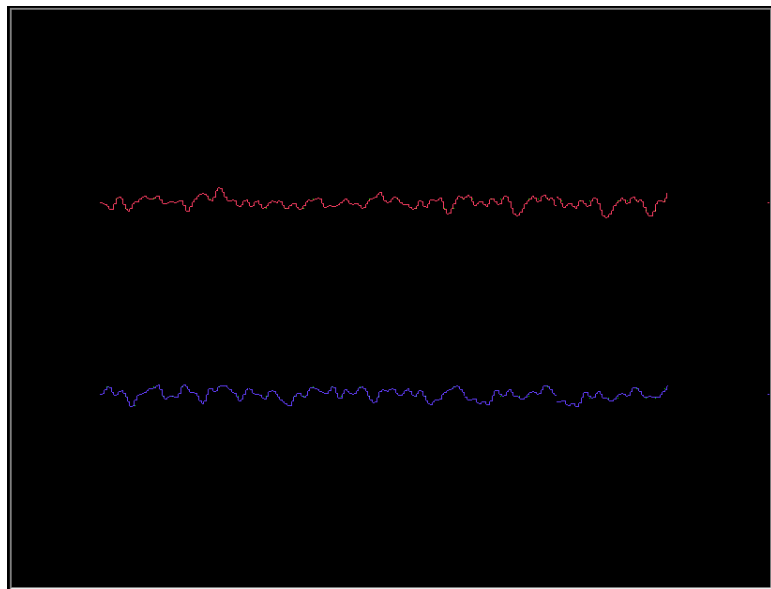
Jedes Segment besteht aus einer Reihe von **Schritten**. Jeder Schritt ist eine Stimulus-Präsentation, so dass es 72 Schritte pro Sekunde gibt. Es gibt 1024 Schritte pro Segment, so dass ein Segment $1024 / 72 = 14$ Sekunden lang ist, plus einen weiteren Bruchteil einer Sekunde für die Synchronisation und Verschmelzung der

Segmente. Der Fortschritt jedes Segments wird auf dem Bildschirm als Bruchteil der Gesamtzahl der Schritte im Segment angezeigt, z. B. 257/1024. Der Fortschritt des Segments wird alle 16 Schritte aktualisiert.

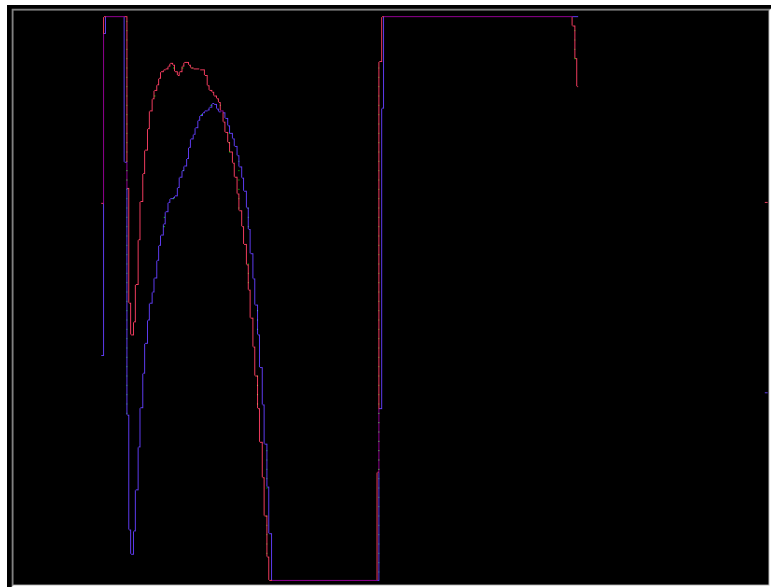
Während der Aufzeichnung werden in einem Fenster die Daten von jeweils 16 Schritten angezeigt. Sie sollten die angezeigten Daten sorgfältig beobachten, um sicherzustellen, dass keine Augenbewegungen oder andere Artefakte die Aufnahme kontaminieren. Beispiele für gute und schlechte Rückverfolgungen werden unten gezeigt. Wenn die aufgezeichneten Daten außerhalb des Fensters zu gehen scheinen, ist das Artefakt im Allgemeinen inakzeptabel groß und dieses Segment sollte erneut aufgezeichnet werden.

Während der Aufzeichnung eines Segments kann Interrupt verwendet werden, wenn der Patient blinzelte oder sich bewegte und Sie das aktuelle Segment wiederholen müssen.

Dies ist eine gute Aufzeichnungsspur während der Erfassung.

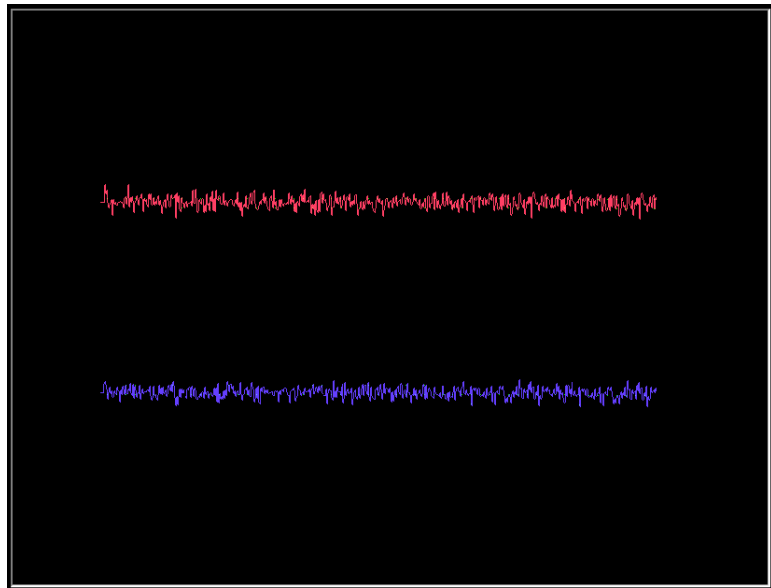


Dies ist ein Beispiel für ein Blinkelartefakt oder Muskelzucken während der Aufnahme. Wenn zu viele Blinkartefakte auftreten, sollte das Segment unterbrochen (klicken Sie auf die Schaltfläche **Interrupt**) und wiederholt werden (klicken Sie auf die Schaltfläche **Repeat**).

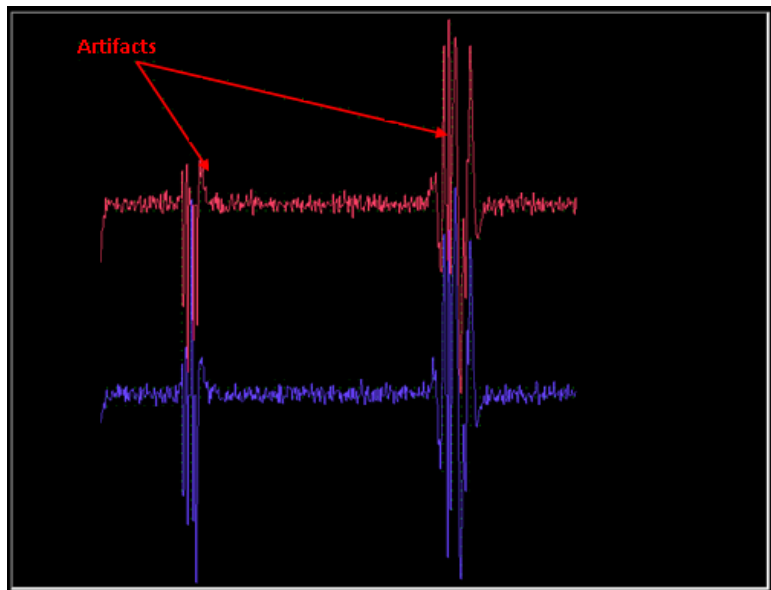


Am Ende des Segments wird die anfängliche Verarbeitung durchgeführt, um Artefakte zu eliminieren, und das Segment wird angezeigt. An dieser Stelle kann das Segment wiederholt werden oder Sie können mit dem **Next Segment fortfahren**.

Dies ist eine gute Aufnahme. Die Reaktion des Auges auf das mfERG-Signal ist sichtbar (kleine Wavelets), es gibt keine großen Augenbewegungen, und alle Daten liegen innerhalb der Grenzen des Displays und sind relativ konstant in der Amplitude



Dies ist ein Segment, das zwei große Augenbewegungen enthält. Die Augenbewegung hat eine größere Amplitude als der Rest der Wellenform. Blinkartefakte werden von den Verarbeitungsalgorithmen entfernt. Wenn die über dem Diagramm angezeigten %-Artefakte jedoch größer als einige Prozent sind, sollte das Segment erneut aufgezeichnet werden. Wählen Sie in diesem Fall **Repeat Segment aus**, das erneut aufgezeichnet werden soll.



Führen Sie die Aufzeichnung fort, bis alle Segmente fertig sind. Klicken Sie dann auf **Test speichern**, um die Daten zu speichern.

Sobald die Daten gespeichert wurden, wird der **Analysebildschirm** angezeigt.

Um eine gute Qualität MFVEP zu erhalten, wird empfohlen, die Aufnahme mindestens noch 2 Mal zu wiederholen und dann die Ergebnisse zu mitteln.

4.0 MFVEP-Datenanalyse und -bericht

Starten Sie die Multifokalsoftware und gehen Sie zu **Berichte**.

Clear All löscht alle Patienteninformationsfelder

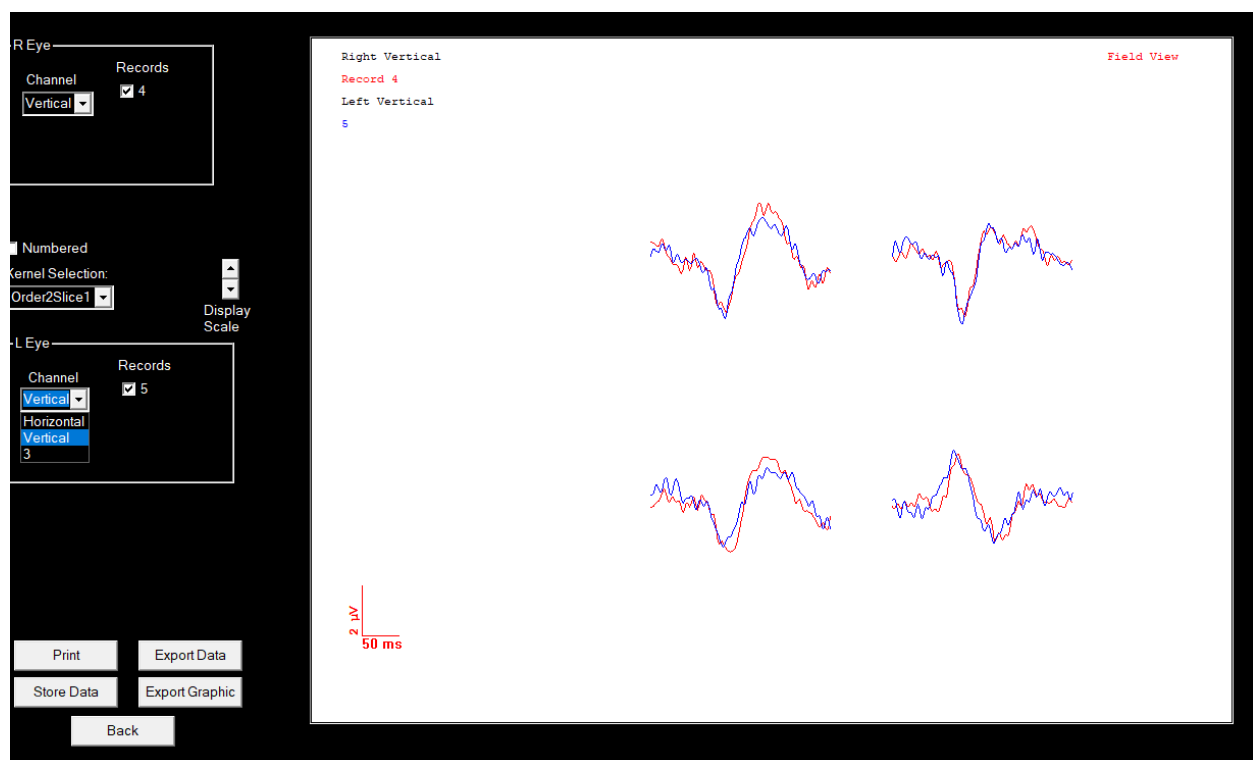
Klicken Sie auf **Zurück** , um zum Main Menu zu gelangen

Wählen Sie **MFVEP** unter **Testtyp aus**, die Datenbank zeigt dann alle gespeicherten Tests an.

Geben Sie den Nachnamen oder die ID des Patienten ein, für den Sie einen Bericht erstellen möchten, und klicken Sie auf **Suchen**.

Wählen Sie insgesamt bis zu 4 Aufnahmen aus. Rechtsaugenaufnahmen können mit Aufnahmen mit dem linken Auge oder mit beiden Augen ausgewählt werden, Aufnahmen mit dem linken Auge können mit Aufnahmen mit dem rechten Auge oder mit beiden Augen ausgewählt werden, aber Aufnahmen mit dem linken Auge, dem rechten Auge und dem beiderseitigen Auge können nicht gleichzeitig analysiert werden. Aufzeichnungen müssen auch den gleichen **Testtyp** und die **gleiche Testlänge** haben , um zusammen abgerufen zu werden.

Wählen Sie durch Linksklick mit der Maus aus. Wählen Sie **Next** und der Analysebildschirm wird angezeigt



Stellen Sie sicher, dass die entsprechenden Datensätze überprüft werden, um die gewünschten Wellenformen zu überprüfen. Vergleichen Sie jeden Kanal und überprüfen Sie die Wellenformen auf Defekte.

Sie können den Aufwärts- und Abwärtspfeil **der Anzeigeskala** verwenden, um die Größe der Wellenform anzupassen.

Um die Kanäle zu wechseln, verwenden Sie die Dropdown-Liste in der R-Eyebbox. In diesem Beispiel haben wir 3 Aufnahmeeelektroden verwendet, die an der Position Horizontal, Vertikal und 3 beschriftet sind.

Qualitative, depressive oder verzögerte Reaktionen stellen Anomalien dar. Wenn Sie jeden Kanal überprüfen, erhalten Sie einen Einblick in die Bereiche mit visuellen Verlusten im Vergleich zu benachbarten Sektoren oder separaten Kanälen.

Die mfVEP-Antworten können verwendet werden, um räumlich lokalisierte VEP-Antworten zu bestimmen. Da die Elektroden über der Okzipitalregion platziert werden, ermöglicht die Aufzeichnung Reaktionen, die von einer Komponente des primären visuellen Kortex dominiert werden. Es gibt eine Reihe von Anwendungen, die dieser Test im Bereich der Neuro-Ophthalmologie als Hilfe bei der Diagnose hat. Dazu gehören die folgenden:

1. **Multiple Sklerose, Glaukom, Optikusatrophen, ischämische Optikusneuropathien:** Es hat sich gezeigt, dass die mfVEP-Antworten linear mit lokalen Veränderungen in verhaltensbezogenen sensitiven Tests, wie den Humphrey-Gesichtsfeldern, korreliert werden können. Dies deutet darauf hin, dass das mfVEP eine Methode zur Charakterisierung des Verlustes von retinalen Ganglienzellen ist. In einigen Fällen kann die Verwendung von mfVEP Anomalien in lokalisierten Bereichen vor den Gesichtsfeldanomalien zeigen. Es kann auch bei Patienten angewendet werden, die Probleme mit der Durchführung des HVF-Tests haben.
2. **Nicht-organischer Sehverlust:** Ähnlich wie beim konventionellen VEP kann mit dem mfVEP funktionaler Sehverlust ausgeschlossen werden. Es bietet auch den Vorteil, eine topographische Darstellung des visuellen Verlustes zu erzeugen, die dann mit den Gesichtsfeldern des Patienten korreliert werden kann.

Obwohl das multifokale VEP eine Vielzahl von klinischen Anwendungen hat, wird es immer noch in einem klinischen und Forschungskontext erforscht und entwickelt.

Anleitung zur multifokalen Fehlerbehebung

Symptom	Vorgeschlagene Aktionen
Der Einschubbildschirm mit Kamerabild fehlt im Aufnahmefenster.	Stellen Sie sicher, dass die Kamera an einen USB-Anschluss angeschlossen ist. Versuchen Sie, die Software neu zu starten – manchmal registriert sich die Kamera nicht beim ersten Mal.
Ich bekomme eine völlig flache Linie, wenn ich Baseline oder Record ausführe .	Trennen Sie die USB-Verbindung vom UBA zum Computer und stecken Sie sie wieder ein.
Übermäßige 50 Hz / 60 Hz Interferenz	Eine Elektrode hat möglicherweise keinen guten Kontakt. Referenz- und Aufzeichnungselektroden überprüfen Ein Draht kann in der Elektrode gebrochen sein.
Gebrochene Burian-Inbus-Elektrode (gebrochene Linse oder Spekulum)	Ersetzen Sie die Elektrode (electro

Reinigung zwischen Patienten

Reinigung der Stirn- und Kinnauflagen

Der Patient kommt während der Untersuchung mit der Stirn - und Kinnstütze in Kontakt. Diese sollten zwischen den Anwendungen gereinigt und desinfiziert werden, um die Ausbreitung von Hautinfektionen zu verhindern.

Die einfachste Methode zum Reinigen und Desinfizieren der Stirn- und Kinnauflage besteht darin, sie mit einer 70% igen Isopropylalkohollösung abzuwischen. Die Verwendung eines Desinfektionstüchters ist eine gute Möglichkeit, dies zu tun. Sie können auch die Stirn- und Kinnauflage mit einer Glutaraldehydlösung reinigen.

Verweise

Auf die folgenden Veröffentlichungen wird im Handbuch verwiesen.

- [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.
- [Kapuze 1998] Haube DC, Li J. A technique for measuring individual multifocal ERG records. In Yager | D (Hrsg.) *Nicht-invasive Beurteilung des visuellen Systems. Optische Gesellschaft von America, Trends in Optik und Photonik* 11:33-41, 1998.
- [Kapuze 2000] Haube DC. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Prog Retinal Eye Res* 19:607-646, 2000.
- [Kapuze 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.
- [Kapuze 2002] Hood DC. Die multifokale Elektroretinographic und visuell evozierten potenzielle Techniken. *PrinzelchPles und Praxis der klinischen Elektrophysiologie des Sehens* 197-205, 2006.
- [Hoffmann 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.
- [Lyon 2007] Lyons JS Severns | ML. Nachweis der frühen Hydroxychloroquin-Toxizität, verstärkt durch Ringrationsanalyse der multifokalen Elektroretinographie. *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. UNS Patentnummer 4,846,567.
- [Sutter 2001] Sutter EE. Imaging visual function with the multifocal m-sequence technique. *Vision Res* 41:1241-55, 2001.