

UTAS

Oprogramowanie wieloogniskowe

Instrukcja obsługi

Data wydania: 2023-01-18



CE
2797

Rx only

Nr kat. 96-014-PL

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

Europejskie dane regulacyjne

Instrukcje użytkowania (IFU) w innych językach można znaleźć na stronie

www.lkc.com/IFUs

Aby poprosić o wydrukowaną kopię tego podręcznika, wyślij wiadomość e-mail na adres support@lkc.com i zawierają następujące informacje:

- 1) Nazwa firmy
 - 2) Imię i nazwisko
 - 3) Adres korespondencyjny
 - 4) Numer seryjny urządzenia
 - 5) Numer części instrukcji, której potrzebujesz
- Aby znaleźć poprawny numer części, otwórz plik pdf w IFU w wybranym języku i znajdź numer części, numer części pojawi się z przodu lub z tyłu IFU. Ręczny numer części będzie wyglądał mniej więcej tak: 96-123-AB.
- Twoja instrukcja zostanie wysłana do Ciebie w ciągu 7 dni.

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

Copyright © 2008 – 2023, LKC Technologies Inc., Prawa All Zastrzeżone

DOŻYWOTNIA POLITYKA PRODUKTU LKC. UTAS jest nazwa handlowa tego urządzenia i całego powiązanego oprogramowania. Żywotność systemu UTAS wynosi 7 lat od pierwotnej daty wysyłki systemu UTAS. LKC będzie obsługiwać każdy system UTAS, który jest w trakcie jego życia.

LICENCJA NA OPROGRAMOWANIE

Oprogramowanie UTAS jest produktem chronionym prawem autorskim firmy LKC Technologies, Inc. i jest dołączone do systemu UTAS na mocy następującej umowy licencyjnej:

Oprogramowanie może być używane wyłącznie w połączeniu z systemem UTAS. Nabywca systemu UTAS może wykonywać kopie oprogramowania dla wygody użytkowania, pod warunkiem, że informacja o prawach autorskich LKC zostanie zachowana przy każdej kopii. Niniejsza licencja wyraźnie zabrania używania tego oprogramowania w systemie, który nie zawiera jednostki interfejsu LKC Technologies, Inc. UTAS. Dodatkowe kopie oprogramowania można zakupić w celu sporządzania raportów UTAS danych za pomocą samodzielnego systemu komputerowego.

Przestrogi:



- To oprogramowanie jest przeznaczone do użytku TYLKO z systemem UTAS LKC.
- Aby zapewnić bezpieczeństwo operatora i pacjenta, zapoznaj się z instrukcją obsługi UTAS Visual Electrodiagnostic System Hardware, która została dostarczona z systemem UTAS.
- Aby zapewnić inne wymagania dotyczące zgodności z przepisami, zapoznaj się z podręcznikiem użytkownika UTAS Visual Electrodiagnostic System Hardware.



Przeczytaj instrukcję użytkowania oprogramowania przed użyciem, aby zapewnić bezpieczeństwo.

Spis treści

Przegląd	6
Symbole.....	6
Środki ostrożności dotyczące instalacji.....	7
Konfiguracja System.....	8
Układanie sprzętu	8
Instalacja oprogramowania	8
Aktualizacja do MFERG lub MFVEP	9
Konfiguracja oprogramowania — Preferencje.....	9
Eksportowanie danych	11
Tworzenie kopii zapasowej danych.....	12
Wieloogniskowa ERG.....	13
1.0 Wprowadzenie	13
1.1 Co to jest test wieloogniskowy?	13
1.2 Jak działa wieloogniskowa ERG?	13
1,3 m-sekwencji i jąder.....	13
1.4 Pole widzenia	14
1.5 Kiedy mfERG jest przydatny?	14
1.6 Kiedy mfERG nie jest przydatny?.....	15
2.0 Przygotowanie do nagrania mfERG.....	15
2.1 Pacjent	15
2.2 Elektrody	15
2.4 Oświetlenie otoczenia	20
2.5 Problemy z pacjentami niedowidzącymi.....	20
2.6 Monitorowanie mocowania.....	20
3.0 Uruchamianie testu.....	21
3.1 Typ badania	21
3.2 Informacje dla pacjentów	22
3.3 Kanały i etykiety	22
3.4 Wybór wzoru	22
3.5 Rejestrowanie danych.....	25
3.6 Nagrywanie	26
4.0 Analiza i raport danych MFERG	29
4.1 Znajdowanie danych pacjenta.....	29
4.2 Analiza danych.....	30
Krótki przewodnik po nagrywaniu MFERG	36
Krótki przewodnik po raporcie MFERG.....	37
Przewodnik po interpretacji MFERG	38
Wieloogniskowy VEP	45
1.0 Wprowadzenie	45
1.1 Co to jest test wieloogniskowy?	45
1.2 Jak działa wieloogniskowy VEP?	45
1,3 m-sekwencji i jąder.....	45
1.4 Pole widzenia	45
1.5 Kiedy mfVEP jest przydatny?	46
1.6 Kiedy mfVEP nie jest przydatny?	46
2 Przygotowanie do nagrania mfVEP	46
2.1 Pacjent	46
2.2 Elektrody	46
2.3 Oświetlenie otoczenia	48

2.4 Problemy z pacjentami niedowidzącymi.....	48
2.6 Monitorowanie mocowania.....	48
3.0 Uruchamianie testu.....	49
3.1 Typ badania	49
3.2 Informacje dla pacjentów	50
3.3 Kanały i etykiety	50
3.4 Wybór wzoru	50
3.5 Rejestrowanie danych.....	52
3.6 Nagrywanie	53
4.0 Analiza i raport danych MFVEP	56
Wieloogniskowy przewodnik rozwiązywania problemów.....	58
Sprzątanie między pacjentami	59
Czyszczenie podpórek pod czoło i podbródek.....	59
Odwołania	60

Przegląd

Wieloogniskowe oprogramowanie ERG/VEP firmy LKC Technologies służy do badania zaburzeń układu wzrokowego, w tym siatkówki, nerwu wzrokowego i kory wzrokowej.

To oprogramowanie jest oferowane do sprzedaży tylko wykwalifikowanym pracownikom służby zdrowia. Niewłaściwe korzystanie z tego oprogramowania może spowodować obrażenia u pacjenta.

Wieloogniskowy system ERG / VEP LKC Technologies to pakiet oprogramowania, który działa na UTAS systemach elektrofizjologii wizualnej LKC. Oprogramowanie będzie działać tylko na komputerach z systemem operacyjnym Windows 10 lub nowszym i posiadających bardzo specyficzny sprzęt do sterowania wideo. LKC obsługuje tylko UTAS komputery, które zostały dostarczone przez LKC specjalnie dla tego oprogramowania. Numer referencyjny 96-020 Podręcznik użytkownika sprzętu UTAS System, aby uzyskać szczegółowe informacje na temat sprzętu UTAS i przepisów prawnych.

Symbol



Wskazanie ostrzeżenia lub ostrzeżenia.

Środki ostrożności dotyczące instalacji

Instalacja oprogramowania



OSTRZEŻENIE: Instalacja dowolnego oprogramowania na komputerze z systemem UTAS Windows, które nie jest dostarczane bezpośrednio przez LKC, może spowodować, że system przestanie działać lub nieoczekiwanie ulegnie awarii.

LKC UTAS Visual Electrophysiology System to precyzyjne samodzielne urządzenie medyczne. Komputer dostarczony z systemem został specjalnie wyprodukowany i skonfigurowany do określonego celu.

Gwarancja na system UTAS nie obejmuje problemów spowodowanych instalacją niezatwierdzonego oprogramowania na komputerze. System UTAS to urządzenie medyczne korzystające z komputera z systemem Windows. Instalacja dodatkowego oprogramowania na komputerze UTAS może spowodować nieprawidłowe działanie systemu UTAS. Obowiązkiem klienta jest upewnienie się, że żadne dodatkowe oprogramowanie zainstalowane na komputerze UTAS nie wpływa na wydajność jego systemu UTAS. LKC nie ponosi odpowiedzialności za nieprawidłowe działanie systemu UTAS spowodowane przez oprogramowanie zainstalowane przez klienta.

Dlatego LKC zdecydowanie zaleca, aby system był używany jako samodzielne urządzenie medyczne. LKC zdecydowanie zaleca również, aby:

Użytkownik nie zmienia żadnych uprawnień ani ustawień oprogramowania.

W systemie nie są instalowane żadne oprogramowanie niezatwierdzone przez LKC

Pakiet Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Access itp.) został przetestowany z naszym oprogramowaniem i nie przeszkadza. Dlatego bezpiecznie jest zainstalować pakiet Microsoft Office w tym systemie w celu generowania raportów i analizowania danych. Zaleca się zamknięcie wszystkich aplikacji pakietu Office podczas uruchamiania oprogramowania wieloogniskowego.

Konfiguracja System

Układanie sprzętu

W większości przypadków Twój sprzęt zostanie zainstalowany i zorganizowany przez inżynierów biomedycznych LKC Technologies. W przypadkach, w których tak nie jest, musisz postępować zgodnie z tymi wytycznymi.

Monitor wieloogniskowy należy umieścić za podstawą podbródka. Odległość od wyświetlacza do oczu pacjenta określa kątowe pole widzenia dla bodźca wieloogniskowego. Odległość od ekranu do środka podpórki na czole powinna odpowiadać wymiarowi podanemu na etykiecie z przodu monitora).

Wysokość podbródka powinna być ustawiona tak, aby oczy normalnego obiektu znajdowały się w przybliżeniu na poziomie z mocowaniem "X" na środku ekranu. Aby pomieścić 99% populacji, podbródek musi być regulowany tylko o ± 1 "od nominalnej lokalizacji. Ta niewielka regulacja jest zwykle niepotrzebna; ponieważ pacjent może patrzeć lekko w górę lub w dół, aby prawidłowo się utrwalić.

Kamera mocująca jest zamontowana na górnej krawędzi monitora, wyśrodkowana od prawej do lewej. Pochylenie kamery powinno być ustawione tak, aby zapewnić dobry widok oczu obiektu, którego podbródek znajduje się na podbródku.



Instalacja oprogramowania

W większości przypadków oprogramowanie zostanie zainstalowane przez LKC Technologies Biomedical Engineers. W przypadkach, w których tak nie jest, postępuj zgodnie z poniższymi wskazówkami:

- Uruchom (kliknij dwukrotnie) plik *MFERGSETUP.EXE*.
- Postępuj zgodnie z instrukcjami, aby zainstalować oprogramowanie.

Po zainstalowaniu oprogramowania uruchom oprogramowanie wieloogniskowe. Pojawi się okno z prośbą o klucz oprogramowania. Ten klucz oprogramowania musi zostać wygenerowany przez personel LKC Technologies i jest specyficzny dla twojego komputera. mfERG i mfVEP mają dwa różne klucze programowe. Jeśli zamówisz obie części oprogramowania, będziesz potrzebować dwóch kluczy. Aby wysłać niezbędne informacje do LKC, aby można było wygenerować klucze:

Poczekaj, aż żądanie numeru pojawi się na ekranie, a następnie naciśnij klawisz PrtScr na klawiaturze. Spowoduje to skopiowanie obrazu bitmapowego ekranu do Schowka systemu Windows.

Otwórz program WordPad (w menu Start kliknij polecenie All Programy -> Akcesoria -> WordPad) i wklej schowek do dokumentu.

Zapisz dokument i wyślij go do LKC.

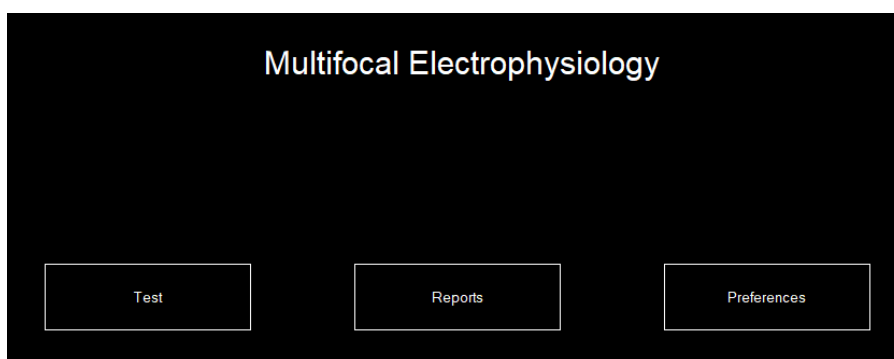
Gdy klucze wieloogniskowe zostaną wysłane do Ciebie, zostaną one nazwane *MFERG. KEY* i *MFVEP. KLUCZ*. Skopiuj ten plik do katalogu C:\DataMFERG, aby włączyć oprogramowanie. Jeśli masz jakieś pytania, zadzwoń lub wyślij e-mail na infolinię obsługi klienta LKC .

Aktualizacja do MFERG lub MFVEP

Jeśli masz już klucz licencyjny dla MFERG lub MFVEP i chcesz uaktualnić do pełnej konfiguracji MFERG + MFVEP, przejdź do strony Preferencje i zanotuj system Komputerze ID. Wyślij ten numer identyfikacyjny na adres support@lkc.com z prośbą o klucz licencyjny MFERG lub MFVEP (może obowiązywać koszt).

Konfiguracja oprogramowania — Preferencje

Kliknij dwukrotnie ikonę mfERG na pulpicie.



Przejdź do ekranu Preferencje

Institution Name: LKC Technologies

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

Font: 12

MFERG Preferences

Report Format: Multi-focal ERG

Font: 10

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

Select a Database Create a New Database

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

MFVEP Preferences

Report Format: Multi-focal VEP

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

Select a Database Create a New Database

Max Report Font Size: 12

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

System Setup Back

Wprowadź informacje o ćwiczeniu w górnych polach. Ten nagłówek zostanie wydrukowany na każdej stronie raportu.

Można wprowadzać różne tytuły raportów MFERG i MFVEP, które będą wyświetlane w drukowanych raportach.

Wybierz bazę danych

Kliknięcie tego przycisku umożliwia zmianę domyślnej bazy danych. Po kliknięciu przycisku pojawi się ekran z listą nazw wszystkich dostępnych baz danych mfERG. Kliknij dwukrotnie ten, który chcesz wybrać lub kliknij go raz, a następnie kliknij OK. Nazwa domyślnej bazy danych jest wyświetlana po prawej stronie przycisku.

Tworzenie nowej bazy danych

Kliknięcie tego przycisku spowoduje wyświetlenie monitu o podanie nazwy nowej bazy danych. Nie będzie można utworzyć bazy danych, jeśli istnieje już jedna z tych samych nazw. Podczas tworzenia nowej bazy danych jest ona automatycznie wybierana jako domyślna baza danych.

Różne bazy danych są używane do przechowywania danych MFERG i MFVEP.

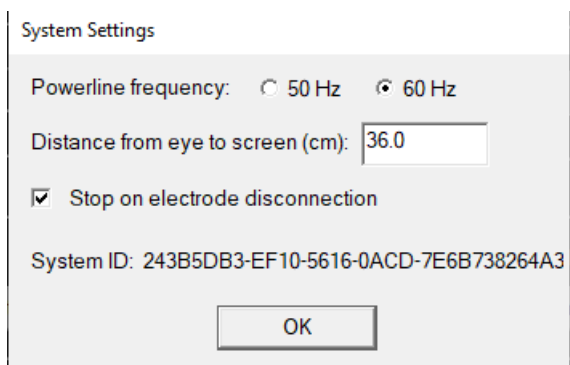
All wieloogniskowe bazy danych są przechowywane w folderze C:\Data\MFERG



Nie wolno przechowywać danych z mfERG w wersji 2.0.0 lub nowszej w bazie danych zawierającej rekordy mfERG z poprzedniej wersji mfERG. Rekordy nie są zgodne.

Konfiguracja System

Kliknięcie przycisku konfiguracji systemu pozwoli użytkownikom zmienić określone ustawienia oprogramowania:



- Użytkownik może wybrać główną częstotliwość linii zasilającej dla systemu, aby ustawić ją jako domyślną do filtrowania
- Użytkownik może dostosować odległość od oka do monitora na podstawie wielkości monitora i pola widzenia
- Użytkownik może wybrać, czy włączyć opcję odłączania elektrody podczas testowania. Wyłączenie opcji odłączania elektrody spowoduje, że system zignoruje zdarzenia rozłączenia elektrody.

Eksportowanie danych

Aby wydrukować lub wyeksportować dane lub grafikę w dowolnym widoku analizy, kliknij jeden z przycisków w lewym dolnym rogu ekranu.

Po kliknięciu przycisku **Drukuj** pojawi się ekran opcji (patrz poniżej) umożliwiający wybór drukarki i żądanych widoków analizy. All wybrane widoki zostaną wydrukowane na tej samej stronie. Można wydrukować jeden, kilka lub wszystkie widoki analizy na jednej stronie.

Po kliknięciu przycisku **Eksportuj dane** lub **Eksportuj grafikę** pojawi się wyskakujące menu umożliwiające wysłanie wyeksportowanych danych/grafiki do schowka lub zapisanie ich bezpośrednio w pliku .txt (dla danych) lub .png, .jpg lub .bmp Plik (dla grafiki).

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

Tworzenie kopii zapasowej danych

LKC zaleca tworzenie kopii zapasowych istniejących baz danych, aby zapewnić, że dane pacjentów nie zostaną nieoczekiwanie utracone. Dlatego dobrą praktyką jest częste tworzenie kopii zapasowych danych. Jak często zależy od tego, ile danych jest gotowych do utraty. Aby wykonać kopię zapasową bazy danych, przejdź do lokalnego dysku C. Na lokalnym dysku C znajdź folder DataMFERG. Zlokalizuj żądany plik bazy danych kończący się na typ pliku .mdb. Skopiuj bazę danych i zapisz ją na dysku zewnętrznym lub serwerze w celu wykonania kopii zapasowej. Zaleca się tworzenie kopii zapasowych baz danych w innym systemie plików niż oryginalna baza danych.

Wieloogniskowa ERG

1.0 Wprowadzenie

1.1 Co to jest test wieloogniskowy?

Badanie wieloogniskowe to sposób rejestrowania elektroretinogramu (ERG) z wielu regionów siatkówki w celu uzyskania mapy funkcji siatkówki. Test wieloogniskowy wykorzystuje wyświetlacz komputerowy jako stymulator i dzieli go na kilka mniejszych obszarów testowych. Każdy obszar badania jest stymulowany za pomocą sekwencji włączania i wyłączania, która różni się w czasie od wszystkich innych obszarów testowych. Wywołane odpowiedzi są zbierane jednocześnie ze wszystkich stymulowanych obszarów, a uzyskane dane są przetwarzane po nagraniu w celu wyodrębnienia poszczególnych odpowiedzi.

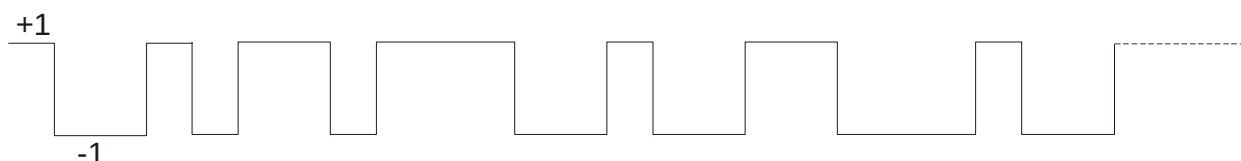
1.2 Jak działa wieloogniskowa ERG?

W mfERG ekran, który ogląda pacjent, jest podzielony na szereg sześciokątnych elementów – od 19 do 241. Każdy sześciokąt będzie stymulował niewielką część siatkówki, a mfERG pozwoli na rejestrowanie odpowiedzi z tej części oddzielnie od innych części siatkówki. Amplituda odpowiedzi ze zdrowej siatkówki jest proporcjonalna do liczby fotoreceptorów zawartych w stymulowanym obszarze. Konwencjonalne jest skalowanie sześciokątów mfERG tak, aby w przybliżeniu równa liczba fotoreceptorów była stymulowana przez każdy sześciokąt, aby każdy sześciokąt miał podobny stosunek sygnału do szumu. Powoduje to wzór, który ma małe sześciokąty w regionie centralnym i większe sześciokąty wraz ze wzrostem odległości od dołka.

Wieloogniskowe ERG są testami fototypowymi (dostosowanymi do światła) i dostarczają informacji o ścieżce wzrokowej opartej na stożku. Podobnie jak w przypadku konwencjonalnych ERG, sygnał rejestrowany z oka pochodzi głównie z czopków, komórek dwubiegunowych i poza nią, Müllera i prawdopodobnie komórek zwojowych. Jednak mfERG to nie tylko "mały ERG". Pełny discussion można znaleźć w [Hood, 2000].

1,3 m-sekwencji i jąder

Teoretycznie, tak długo, jak każdy z sześciokątów / sektorów jest migany w innej kolejności, możliwe jest odzyskanie odpowiedzi każdego z nich. W praktyce najlepszą metodą migania sześciokątów jest użycie *pseudolosowej sekwencji binarnej*. Pseudolosowa sekwencja binarna ma 2 stany, oznaczone +1 i -1, i zmienia stany w równo rozmieszczonych interwałach. W każdym przedziale prawdopodobieństwo, że sekwencja wynosi +1 lub -1, wynosi 50%. Typowa sekwencja może wyglądać następująco:



Każde około 1/4 "na powyższym wykresie reprezentuje pojedynczy bodźca okres (13.9 ms) na ekranie; gdy wartość sekwencji wynosi +1, sześciokąt/sektor jest migany, a gdy wartość sekwencji wynosi -1, sześciokąt/sektor nie jest migany. Czas trwania błysku wynosi około 7 ms długości. Każdy sześciokąt/sektor ma inną sekwencję błysków.

Pseudolosowe sekwencje binarne w końcu się powtarzają. Sekwencja, która przechodzi przez wszystkie możliwe permutacje grupy sąsiadujących stanów przed powtórzeniem, nazywana jest "sekwencją maksymalną" lub *sekwencją m*. Na przykład *sekwencje m* użyte w bodźcu sześciokątnym 103 wykorzystują permutacje grupy 15 lub 16 sąsiadujących stanów i powtarzają po 32 768 lub 65 536 elementach. Są one określane jako "długie sekwencje m".

Wyodrębnienie sygnału dla pojedynczego sześciokąta z zarejestrowanych danych jest proste – wystarczy dodać wszystkie ślady, w których nastąpił błysk (wartość sekwencji = +1) i odjąć od tego wszystkie ślady, w których błysk nie wystąpił (wartość sekwencji = -1). Rezultatem jest reakcja siatkówki pokrytej tym sześciokątem na błysk światła. Jest to również określane jako *jądro pierwszego rzędu* mfERG.

Korzystając z maksymalnej długości pseudolosowej sekwencji binarnej (m-sekwencji), możliwe jest również badanie innych efektów. Jądro *drugiego rzędu* mfERG mierzy wpływ wcześniejszego błysku na odpowiedź na bieżący błysk, a zatem jest miarą adaptacji siatkówki (zwłaszcza aktywności komórek zwojowych). Jądro drugiego rzędu jest trudniejsze do zarejestrowania i interpretacji i nie jest zwykle używane klinicznie.

1.4 Pole widzenia

Pole widzenia wieloogniskowego determinowane jest przez 2 czynniki – wielkość ekranu monitora oraz odległość od monitora do pacjenta. Rozmiar wzorów zastosowanych w wieloogniskowym LKC zależy od wielkości ekranu, zgodnie z naszymi wytycznymi dotyczącymi odległości oglądania, a następnie całkowitego pola widzenia 45° ($\pm 5^\circ$). Aby uzyskać więcej informacji na temat obliczania wizualnej subtelności bodźców opartych na monitorze, zapoznaj się z wytycznymi dotyczącymi kalibracji ISCEV. [CSC, 2003]

1.5 Kiedy mfERG jest przydatny?

MfERG jest przede wszystkim przydatny w wykrywaniu zaburzeń centralnej i środkowo-obwodowej siatkówki, w których mogą występować plamy dysfunkcji siatkówki. Zaburzenia, w których wykazano, że mfERG jest szczególnie przydatny, obejmują:

- Retinopatia hydroksychlorochiny (Plaquenil)
- Retinopatia cukrzycowa
- Zwrodnienie plamki żółtej związane z wczesnym wiekiem
- Zespoły białych kropek, takie jak MEWDS, AZOOR i wieloogniskowe zapalenie naczyńówki
- Niedrożność żył rozgałęzionych i niedrożność żył siatkówki centralnej
- Choroba Stargarda

- Utajona dystrofia plamki żółtej / ogniskowa dystrofia stożka
- Niewyjaśniona utrata wzroku

1.6 Kiedy mfERG nie jest przydatny?

Ponieważ mfERG opiera się na starannej fiksacji pacjenta w celu uzyskania znaczących nagrań, jest mniej przydatny w zaburzeniach, w których pacjent ma duży centralny mroczek. W zaburzeniach tego typu pacjent będzie albo 1) utrwał się z preferowanym locus siatkówki innym niż fovea lub 2) nieregularnie utrwał. W obu przypadkach można uzyskać niedokładne lub wprowadzające w błąd wyniki mfERG. Zaburzenia z dużymi centralnymi kotłkami obejmują:

- Zaawansowane zwyrodnienie plamki żółtej związane z wiekiem
- Znaczny cukrzycowy obrzęk plamki żółtej
- Zaawansowana Stargardta choroba
- Advanced Retinitis Pigmentosa z pogorszeniem plamki żółtej

Inne zaburzenia, które mogą również spowodować, że pacjent nie będzie w stanie zafiksować się wystarczająco do testowania mfERG, obejmują:

- Oczopląs
- Obrysu
- Urazowe uszkodzenie mózgu

2.0 Przygotowanie do nagrania mfERG

2.1 Pacjent

Przed nagraniem pacjent powinien zostać rozszerzony krótkotrwałym zabiegiem mydriatycznym, takim jak 1% tropikamidu (*Mydriacyl*, *Mydral* itp.). Oczekaj co najmniej 15 minut, aby lek zaczął działać. Pacjent **nie powinien** być ciemny przystosowany do tego testu, ale jeśli był wystawiony na działanie jasnych światła (takich jak lampa szczelinowa, fotografia dna oka, angiografia fluoresceinowa) odczekać co najmniej 10 minut przed badaniem.

Ponieważ ten test wymaga długich okresów utrwalania bez mrugania (15 sekund na raz), zalecamy stosowanie znieczulenia miejscowego zarówno w oku, nawet jeśli rejestruje się tylko z jednego oka. Znieczulenie w oku przeciwnym ułatwi pacjentowi uniknięcie mrugania podczas badania.

2.2 Elektrody



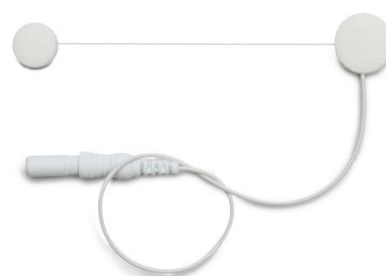
Słaby lub niestabilny kontakt elektrody jest główną przyczyną złej jakości nagrań mfERG. Zalecamy zwrócenie szczególnej uwagi na właściwe przygotowanie, umieszczenie i czyszczenie elektrody do nagrywania mfERG.

2.2.1 Aktywna elektroda

Najlepsze nagrania mfERG zostaną uzyskane za pomocą bipolarnych elektrod z soczewkami kontaktowymi, takich jak elektroda Buriana-Allena pokazana po prawej lub elektroda bipolarna Mayo. Jeśli używasz elektrody bipolarnej, podłącz soczewkę kontaktową (biały lub czerwony przewód) do kanału 1 +, a wziernik (czarny przewód) do kanału 1 -. Jeśli nagrywasz obuocznie podłącz drugą elektrodę w podobny sposób w kanale 2. Elektroda Buriana-Allena jest również dostępna w konfiguracji monopolarnej; monopolarne elektrody Buriana-Allena wymagają użycia oddzielnej elektrody obojętnej (patrz sekcja 2.2.2). Środek znieczulający należy stosować na oko za pomocą tej elektrody.



Dobre nagrania mfERG można uzyskać za pomocą elektrody DTL. Elektroda DTL Plus (dostępna w LKC Technologies) ma 2 samoprzylepne podkładki piankowe do utrzymywania nici na miejscu. Oczyszcz nos w pobliżu kantusu nosowego i skórę w pobliżu kantusu skroniowego alkoholem i pozwól mu wyschnąć. Umieść mniejszą piankową podkładkę samoprzylepną na kancie nosowym z nicią skierowaną w stronę oka. Podczas gdy pacjent patrzy w górę, drap nić na twardówce nad dolną pokrywą, a następnie przymocuj większą piankową podkładkę samoprzylepną do skóry w pobliżu kantusu skroniowego. Kiedy pacjent patrzy prosto przed siebie, nić powinna stykać się z rogówką. Znieczulenie jest opcjonalne za pomocą tej elektrody.



Elektrody ERG Jet mogą być również stosowane jako elektrody monopolarne. Elektrody te są elektrodami soczewek kontaktowych ze złotym pierścieniem styku. Środek znieczulający należy stosować na oko za pomocą tej elektrody.



2.2.2 Obojętna elektroda

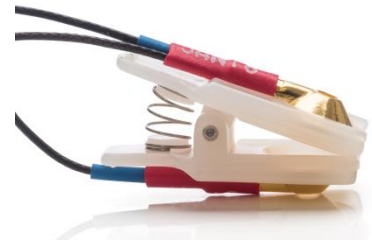
Jeśli używasz elektrody monopolarnej, umieść obojętną (referencyjną) elektrodę w pobliżu kantusu czasowego oka, z którego nagrywasz, lub naprzemiennie na czole. Tak czy inaczej, wyczyść miejsce elektrody za pomocą podkładki przygotowawczej lub alkoholu, aby usunąć oleje skórne, makijaż itp. przed przymocowaniem elektrody.

Jeśli używasz kantusu czasowego, użyj elektrody złotego kubka (VEP) z kremem elektrodowym (nie żelem) i umieść go jak najbliżej kantusa skroniowego. (Jeśli użyłeś elektrody DTL Plus, najpierw załóż DTL, ponieważ podkładka z pianki samoprzylepnej musi być dokładnie umieszczona. Następnie umieść obojętną elektrodę.) Podłącz aktywne elektrody do kanału 1 + (i 2 +, jeśli nagrywasz z dwojga oczu), a obojętną elektrodę do kanału 1 - (i 2 -).

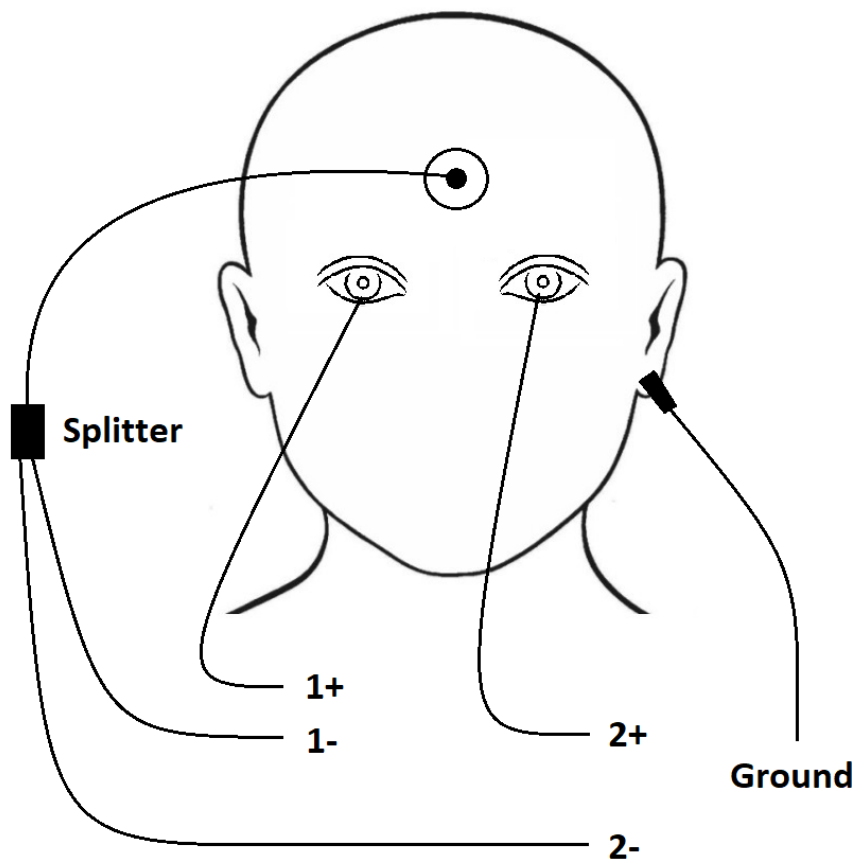
Jeśli wybierzesz czoło dla swojej obojętnej elektrody, użyj elektrody EKG i zacisku uziemiającego. Możesz też użyć elektrody ze złotym kubkiem (VEP) z kremem elektrodowym.

2.2.3 Elektroda uziemiająca

Elektroda zaciskowa do uszu stanowi doskonałe podłoże. Oczyszczyć jeden płatek ucha alkoholem i pozostawić do wyschnięcia. Umieścić żel elektrodowy (nie kremowy) w obu kubkach elektrody i umieścić go na przygotowanym płątku ucha. Podłączyć tę elektrodę do wejścia ground (G).

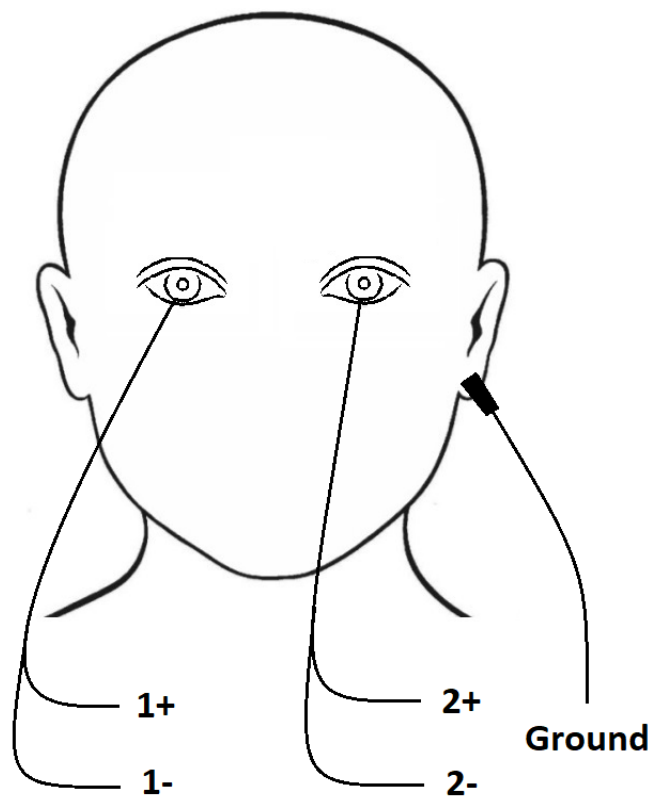


Konfiguracja ERG przy użyciu elektrod jednobiegunowych (tj. ERG-Jet, DTL). Należy zauważyć, że elektroda uziemiająca jest klipsem do uszu wypełnionym żelom, elektrody referencyjne są elektrodami ze złotym kubkiem wypełnionymi kremem, a elektroda dodatnia lub aktywna jest pokazana tutaj z elektrodą jednobiegunową soczewką rogówki (zachowaj tę samą konfigurację dla każdego innego typu monopolarnej elektrody ERG).



Umieszczenie elektrod monopolarnych (ERG-Jet, DTL...)

Konfiguracja ERG/MFERG przy użyciu elektrod bipolarnych (Burian-Allen).
Należy pamiętać, że elektroda uziemiająca jest klipsem do uszu wypełnionym żelam.



Bipolarne umieszczenie elektrody soczewki kontaktowej

2.3 Refrakcja

"Istnieją pewne kontrowersje dotyczące tego, czy ostrość jest krytyczna dla mfERG, przynajmniej w zakresie $\pm 6D$ od emmetropii, tak że niektórzy eksperci uważają załamanie za niepotrzebne w tych granicach." [Marmor, 2003]

Jeśli zdecydujesz się załamać swoich pacjentów przed nagraniem, zalecamy dołączenie dodatku +3 D (soczewka dioptrii), aby zrekompensować odległość ekranu nagrywania (~ 30 cm). Ponadto należy pamiętać, że znacząca korekcja refrakcji zmieni rozmiar siatkówki elementów wzoru i może ograniczyć zdolność do porównywania wyników między pacjentami.

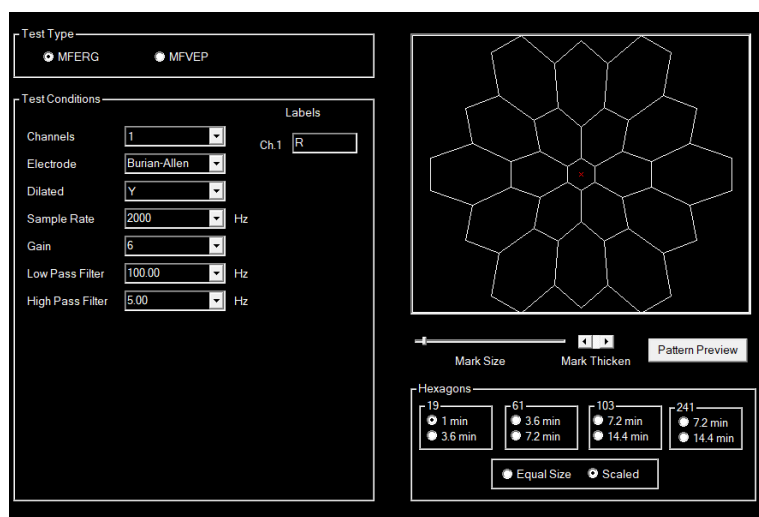
2.4 Oświetlenie otoczenia

MfERG jest testem fotopicznym i powinien być przeprowadzony przy włączonych światłach pokojowych. Idealne natężenie światła dla oświetlenia pomieszczenia to takie, które wytwarza oświetlenie obiektu zbliżone do średniej ekranu bodźca (100 cd/m²). Jeśli światła w pomieszczeniu są zbyt jasne, mogą wystąpić odbicia od wyświetlacza pacjenta, które będą zakłócać nagrywanie mfERG.

2.5 Problemy z pacjentami niedowidzącymi

Pacjenci ze znacznymi zaburzeniami widzenia będą mieli trudności z utrwalaniem się na ekranie. Zwykłym celem fiksacji jest mały "X" w środku środkowego sześciokąta. Ten cel fiksacji można wydłużyć i zagęścić. Kontrolka **Mark Size** określa długość nóg "X", podczas gdy **Mark Thicken** kontrolka określa grubość nóg.

Pacjenci ze słabym widzeniem centralnym mogą czasami fiksować się, centrując powiększony "X" w pozostałym widzeniu. Jest to jednak ruch desperacji, ponieważ jest mało prawdopodobne, aby ich fiksacja pozostała wystarczająco stabilna dla dobrych nagrań mfERG. Ogólnie rzecz biorąc, nie należy zmieniać fiksacji "X" z domyślnego rozmiaru, ponieważ spowoduje to zaciemnienie większej części sześciokątów mfERG, co doprowadzi do zmniejszenia amplitudy odpowiedzi.



2.6 Monitorowanie mocowania

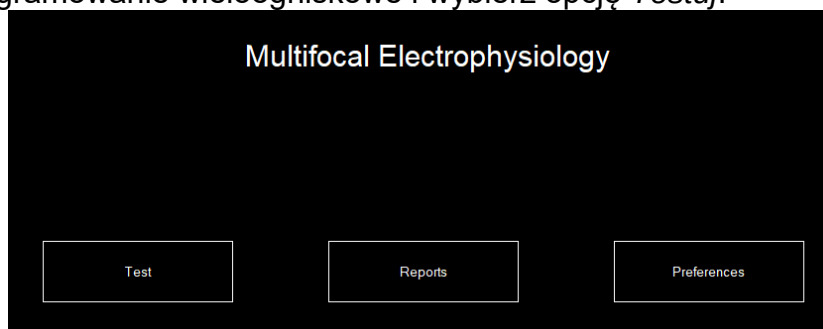
Kamera umożliwia monitorowanie pacjenta podczas badań wieloogniskowych. Kamera jest zamontowana do górnej krawędzi monitora stymulatora. Obraz z kamery jest wyświetlany na ekranie operatora komputera. Ten aparat pozwala sprawdzić, czy:

- pacjent mruga lub porusza oczami,
- elektroda wypadła, lub
- pacjent jest rażąco nieustalony.

Kamera nie pozwala określić, czy pacjent jest lekko odkręcony, jak w przypadku pacjenta z centralnym mroczkiem przy użyciu alternatywnego preferowanego locus siatkówki. Nic innego jak kamera siatkówki nie pozwoli ci określić, czy centralny sześciokąt spada bezpośrednio na dołek.

3.0 Uruchamianie testu

Otwórz oprogramowanie wieloogniskowe i wybierz opcję *Testuj*.



Test Type

☒ MFERG
 ☐ MFVEP

Test Conditions

Channels

1

Electrode

Burian-Allen

Dilated

Y

Sample Rate

2000

Hz

Gain

6

Low Pass Filter

100.00

Hz

High Pass Filter

5.00

Hz

Labels

Ch.1

R

Mark Size

Mark Thicken

Pattern Preview

Hexagons

19

☒ 1 min
 ☐ 3.6 min

61

☐ 3.6 min
 ☐ 7.2 min

103

☐ 7.2 min
 ☐ 14.4 min

241

☐ 7.2 min
 ☐ 14.4 min

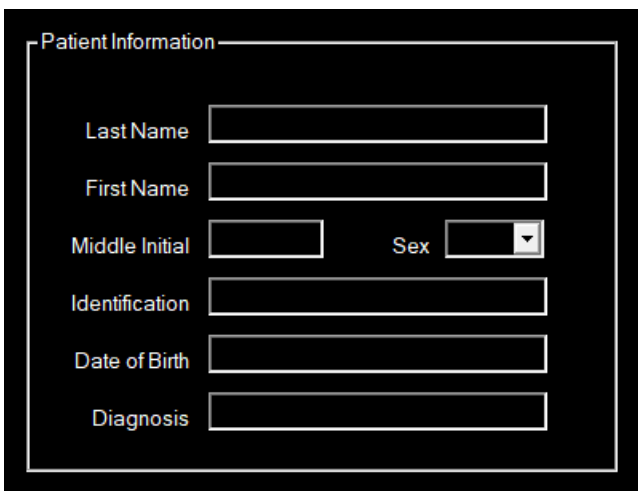
☐ Equal Size
 ☒ Scaled

3.1 Typ badania

Wybierz MFERG, jeśli opcja nie jest wyświetlana, oznacza to, że nie masz licencji MFERG. Zapoznaj się z sekcją konfiguracji systemu w tym podręczniku, aby dokonać aktualizacji.

3.2 Informacje dla pacjentów

Nazwisko lub identyfikacja i data urodzenia są wymagane do rozpoczęcia testu.

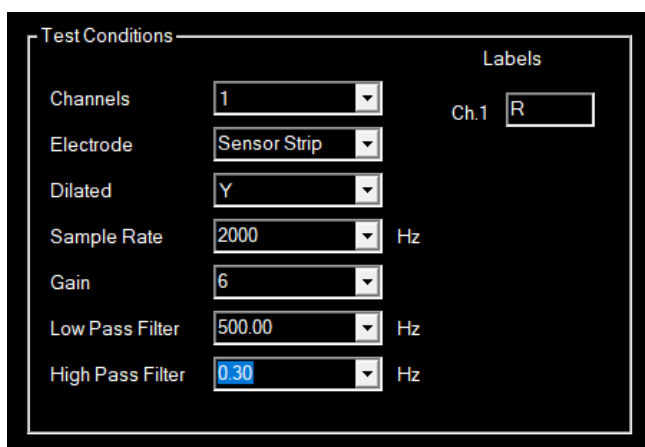
A screenshot of a 'Patient Information' form. It contains several input fields: 'Last Name', 'First Name', 'Middle Initial', 'Sex' (a dropdown menu), 'Identification', 'Date of Birth', and 'Diagnosis'.

3.3 Kanały i etykiety

Numer kanału: wszystkie systemy mogą nagrywać jednoocześnie lub obuocześnie. Oprogramowanie automatycznie domyślnie ustawia prawe oko w kanale 1 i lewe oko w kanale 2.



Jeśli nagrywasz tylko z 1 oka / 1 kanału naraz, zawsze używaj kanału 1.

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

3.4 Wybór wzoru

Istnieją trzy elementy, które należy wziąć pod uwagę przy wyborze testu mfERG:

- Liczba sześciokątów
- Skalowanie sześciokątów
- Długość sekwencji *m*

Oprogramowanie mfERG zapewnia kilka opcji liczby sześciokątów i długości sekwencji *m*, aby spełnić Twoje potrzeby kliniczne.

Liczba sześciokątów

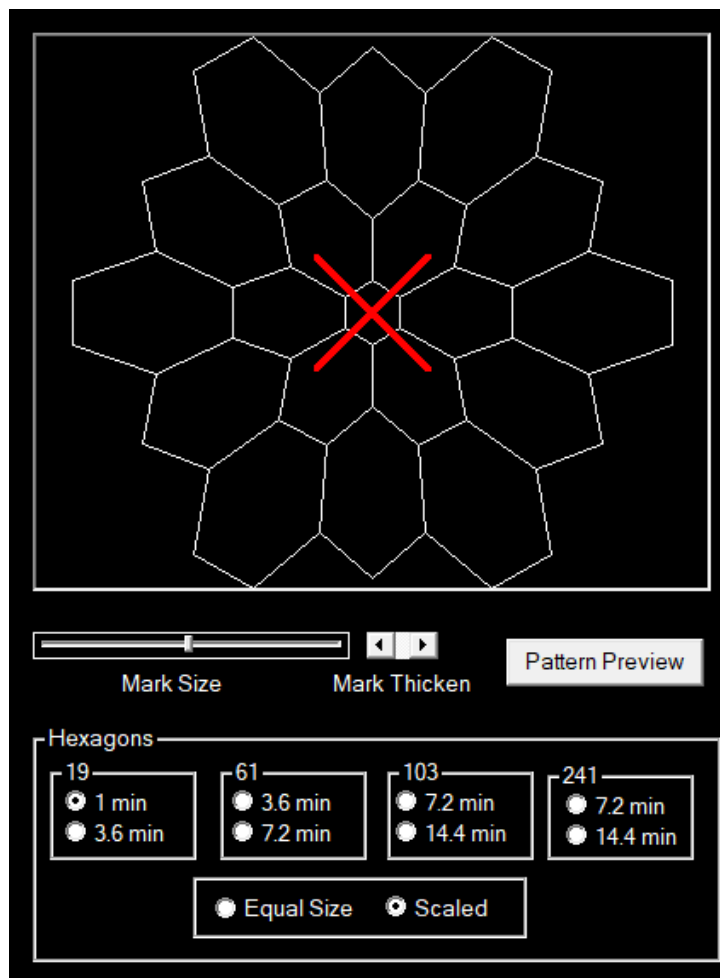
Im większa liczba sześciokątów, z których nagrywasz, tym mniejszy będzie sygnał z każdego sześciokąta. Ponieważ szum generowany podczas nagrywania jest niezależny od rozmiaru sześciokąta, większe sześciokąty (które wytwarzają wyższe sygnały) dają lepszy stosunek sygnału do szumu, a tym samym umożliwiają krótszy czas nagrywania od pacjenta. Tak więc, ogólnie rzecz biorąc, powinieneś nagrywać

przy użyciu najmniejszej liczby sześciokątów, które pozwolą ci rozwiązać zaburzenie. Okazuje się, że 61 sześciokątów stanowi dobry kompromis dla wielu zaburzeń.

Skalowanie sześciokątów

Jeśli nagrywasz z ludzkich oczu, zalecamy użycie skalowanych sześciokątów. Skalowanie sześciokątów z mimośrodowością jest takie, że każdy sześciokąt stymuluje w przybliżeniu taką samą liczbę stożków, prowadząc do w przybliżeniu równych odpowiedzi amplitudowych w każdym sześciokącie.

Jeśli nagrywasz ze zwierząt, zalecamy używanie sześciokątów o równej wielkości. mfERG wykorzystujące sześciokąty o równych rozmiarach są łatwiejsze do interpretacji, gdy utrwalenie jest niepewne. Co więcej, wiele gatunków zwierząt ma profile gęstości stożków, które znacznie różnią się od profili ludzi.



m-sekwencje

Dłuższe sekwencje *m* pozwalają na większe uśrednianie danych, a tym samym zapewniają cichsze nagrania. W przypadku stosowania głośniejszych elektrod, takich jak elektrody DTL, należy zastosować dłuższą sekwencję *m*. Ogólnie rzecz biorąc, szum zmniejsza się o pierwiastek kwadratowy czasu nagrywania, więc nagrywanie przez 4x tak długo zmniejszy hałas do około 1/2 jego pierwotnej wartości. LKC klasyfikuje *m*-sekwencje według przybliżonego czasu potrzebnego na ukończenie nagrywania. (Ponieważ prezentujemy bodźce w tempie 72 Hz, istnieje $72 \times 60 = 4320$ bodźców na minutę.)

Czas nagrywania	Długość sekwencji <i>m</i>
1 min	4 096 (12-bitowy)
4 min	16 384 (14-bitowy)
8 min	32 768 (15-bitowy)
15 min	65 536 (16-bitowy)

Zalecane czasy nagrywania dla różnych elektrod to:

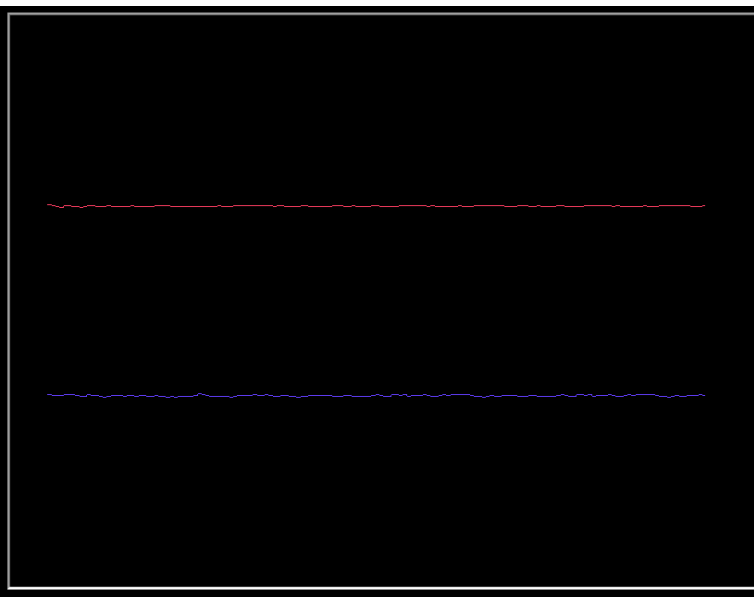
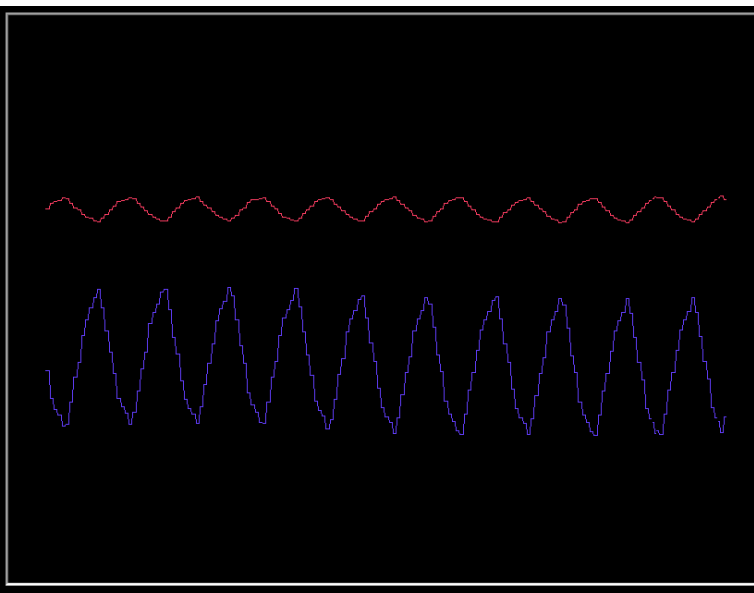
Sześciokątów	Nagrywanie za pomocą Burian-Allenelektrod	Nagrywanie za pomocą elektrod DTL lub strumienia ERG
19	1 min	4 min
61	4 min	8 min
103	8 min	15 min
241	8 min nagrane dwukrotnie i uśrednione	15 minut nagranych 4 razy i uśrednionych

3.5 Rejestrowanie danych



Linii bazowej

Po umieszczeniu elektrod na pacjencie i podłączeniu do wzmacniacza lub kabla pacjenta, należy uruchomić linię bazową, aby upewnić się, że wszystkie połączenia działają prawidłowo i że pacjent jest w stanie utrzymać stałe mocowanie. Niech pacjent włoży podbródek w podbródek i w razie potrzeby dostosuj wysokość podpórki na czole. Następnie poproś pacjenta, aby spojrzał bezpośrednio na czerwoną mocowanie "X" na ekranie. Kliknij opcję **Linia bazowa**. System zacznie zbierać dane bez przedstawiania bodźca i pozwoli na obserwację danych wyjściowych pacjenta. Przykłady dobrych i słabych wzorców bazowych przedstawiono poniżej.

Dobra linia bazowa	
Zła wartość wyjściowa Ta linia bazowa ma nadmierny szum sieciowy (50/60 Hz). Najprawdopodobniej jest to spowodowane złym połączeniem elektrody, chociaż istnieją inne możliwe wyjaśnienia hałasu. Analiza obejmuje usunięcie zakłóceń linii energetycznych, więc całkowita eliminacja zakłóceń linii energetycznych nie jest wymagana.	

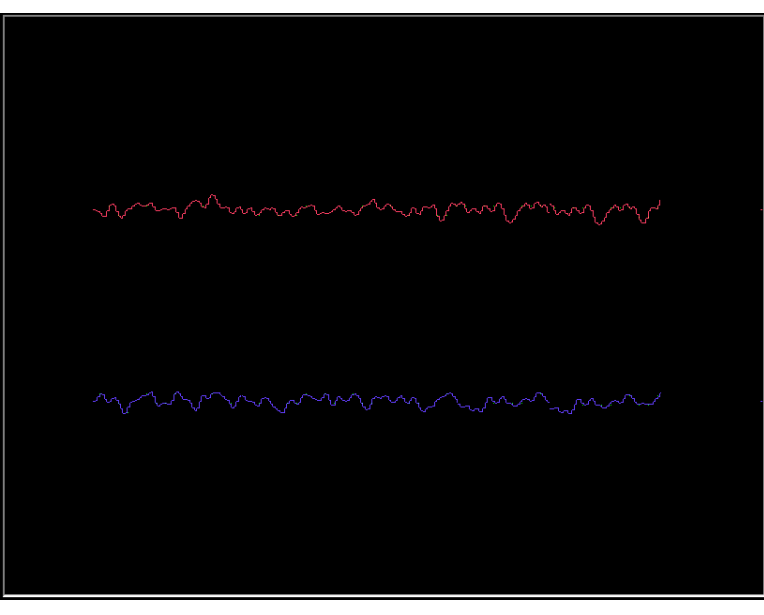
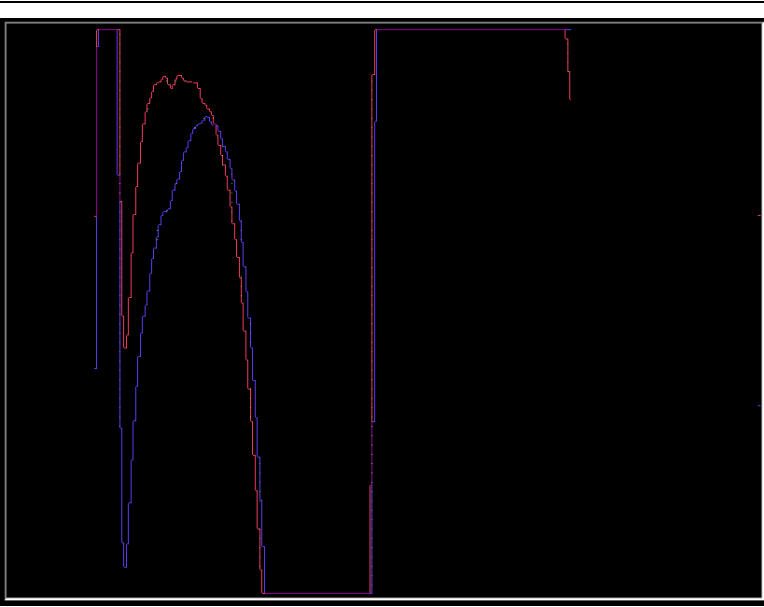
3.6 Nagrywanie

Oprogramowanie LKC mfERG dzieli nagrania na szereg segmentów. Podczas każdego segmentu pacjent musi skupić się na celu fiksacji bez mrugnięcia. Po każdym segmencie pacjent może mrugać lub odpoczywać przed kontynuowaniem. Dłuższe sekwencje *m* mają więcej segmentów.

Każdy segment składa się z kilku kroków. Każdy krok jest jedną prezentacją bodźca, więc są 72 kroki na sekundę. Istnieje 1024 kroki na segment, więc segment ma długość $1024 / 72 = 14$ sekund, plus kolejny ułamek sekundy na synchronizację i mieszanie segmentów razem. Postęp każdego segmentu jest wyświetlany na ekranie jako ułamek całkowitej liczby kroków w segmencie, na przykład 257/1024. Postęp segmentu jest aktualizowany co 16 kroków.

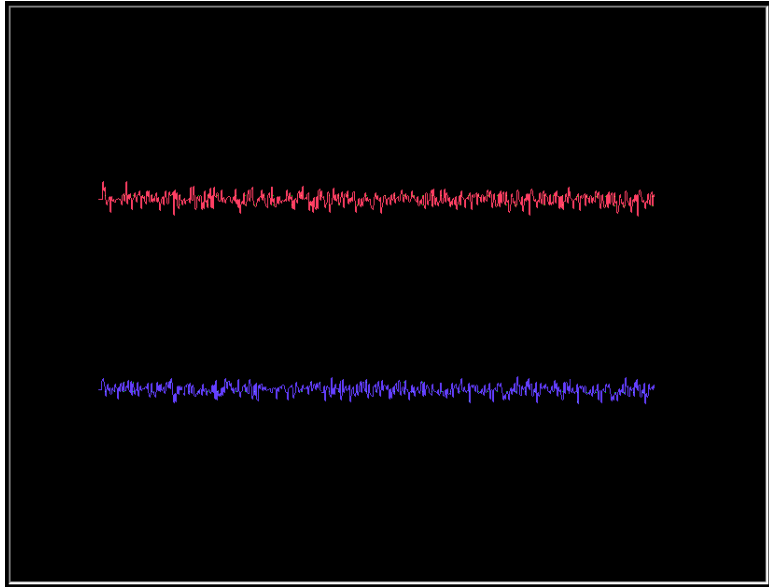
Podczas nagrywania okno wyświetli dane z każdego 16 kroków. Należy uważnie obserwować wyświetlane dane, aby upewnić się, że żadne ruchy gałek ocznych ani inne artefakty nie zanieczyszczają nagrania. Przykłady dobrych i złych śladów pokazano poniżej. Ogólnie rzecz biorąc, jeśli zarejestrowane dane wydają się wychodzić za okno, artefakt jest niedopuszczalnie duży i ten segment powinien zostać ponownie zarejestrowany.

Podczas nagrywania segmentu **przerwani** można użyć , jeśli pacjent mrugnął lub poruszył się i trzeba powtórzyć bieżący segment.

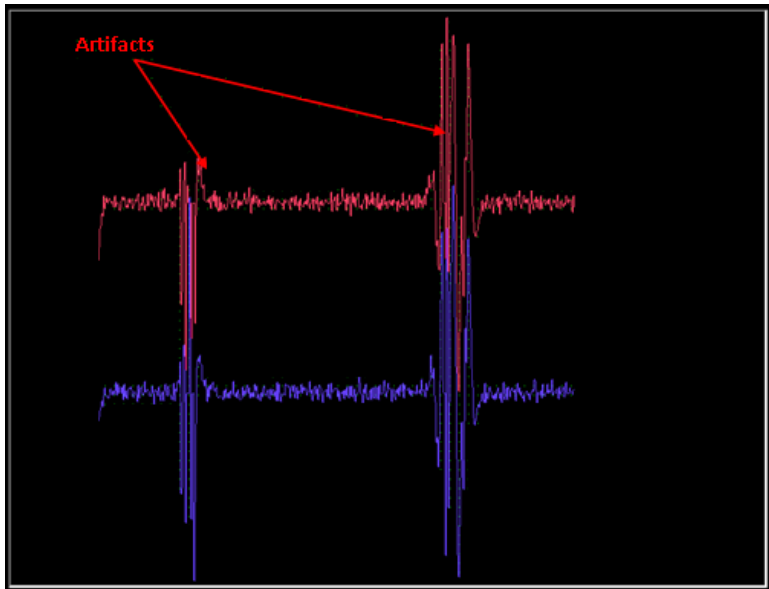
Jest to dobry ślad nagrywania podczas akwizycji.	
Jest to przykład migającego artefaktu podczas nagrywania. Jeśli wystąpi zbyt wiele artefaktów mrugania, segment powinien zostać przerwany (kliknij przycisk Przerwanie) i powtórzony (kliknij przycisk Repeat).	

Na końcu segmentu wykonywane jest wstępne przetwarzanie w celu wyeliminowania artefaktów i wyświetlany jest segment. W tym momencie segment może zostać powtórzony lub możesz kontynuować Next **Segment**.

To dobre nagranie. Reakcja oka na sygnał mfERG jest widoczna (małe falki), nie ma dużych ruchów gałek ocznych, a wszystkie dane mieszczą się w granicach wyświetlacza i są stosunkowo spójne pod względem amplitudy.



Jest to segment zawierający dwa duże ruchy gałek ocznych. Ruch gałek ocznych ma większą amplitudę niż reszta przebiegu. Artefakty mrugania zostaną usunięte przez algorytmy przetwarzania. Jeśli jednak % artefaktów wyświetlanych nad wykresem jest większy niż kilka procent, segment powinien zostać ponownie zarejestrowany. W takim przypadku wybierz opcję **Repeat Segment** do ponownego zarejestrowania.



Kontynuuj nagrywanie, aż wszystkie segmenty zostaną ukończone. Następnie kliknij **Zapisz test**, aby zapisać dane.

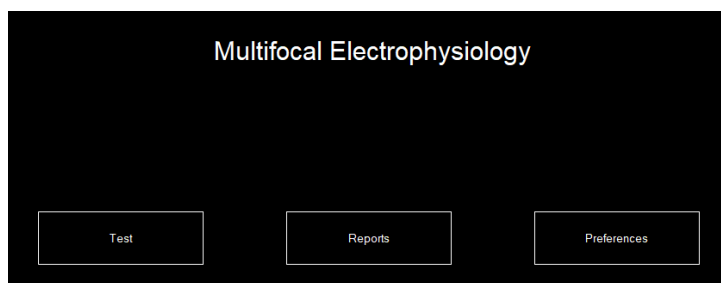
Po zapisaniu danych **Analiza** zostanie wyświetlony ekran.

4.0 Analiza i raport danych MFERG

mfERG Na wyniki może mieć wpływ dokładny zastosowany stymulator, dlatego producent i model stymulatora powinny być uwzględniane w raportach, aby pomóc porównać dane mfERG z wynikami z systemu wykorzystującego inny typ stymulatora.

4.1 Znajdowanie danych pacjenta

The screenshot shows a software interface for patient information. At the top, there's 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 with a dropdown arrow), 'Date of Birth' (02-20-1904), 'ID' (empty), 'Diagnosis' (empty), and 'Test Date' (empty). At the bottom of the form are three buttons: 'Search', 'Clear All', and 'Back'.



Uruchom oprogramowanie wieloogniskowe i przejdź do **Raportów**.

Wybierz MFERG w polu Typ testu

Następnie wprowadź parametry wyszukiwania (przykład po prawej)

Kliknięcie **przycisku Szukaj** powoduje wyświetlenie wszystkich nagrań mfERG z pasującymi parametrami.

Wyczyść All wyczyści wszystkie pola informacji o pacjencie

Kliknij przycisk **Wstecz**, aby przejść do Main Menu

Wybierz z listy maksymalnie 4 nagrania. Nagrania będą musiały być tego samego **typu testu** i **długości testu**, aby można je było pobrać razem.

Wybierz, klikając lewym przyciskiem myszy.

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	mf557	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	

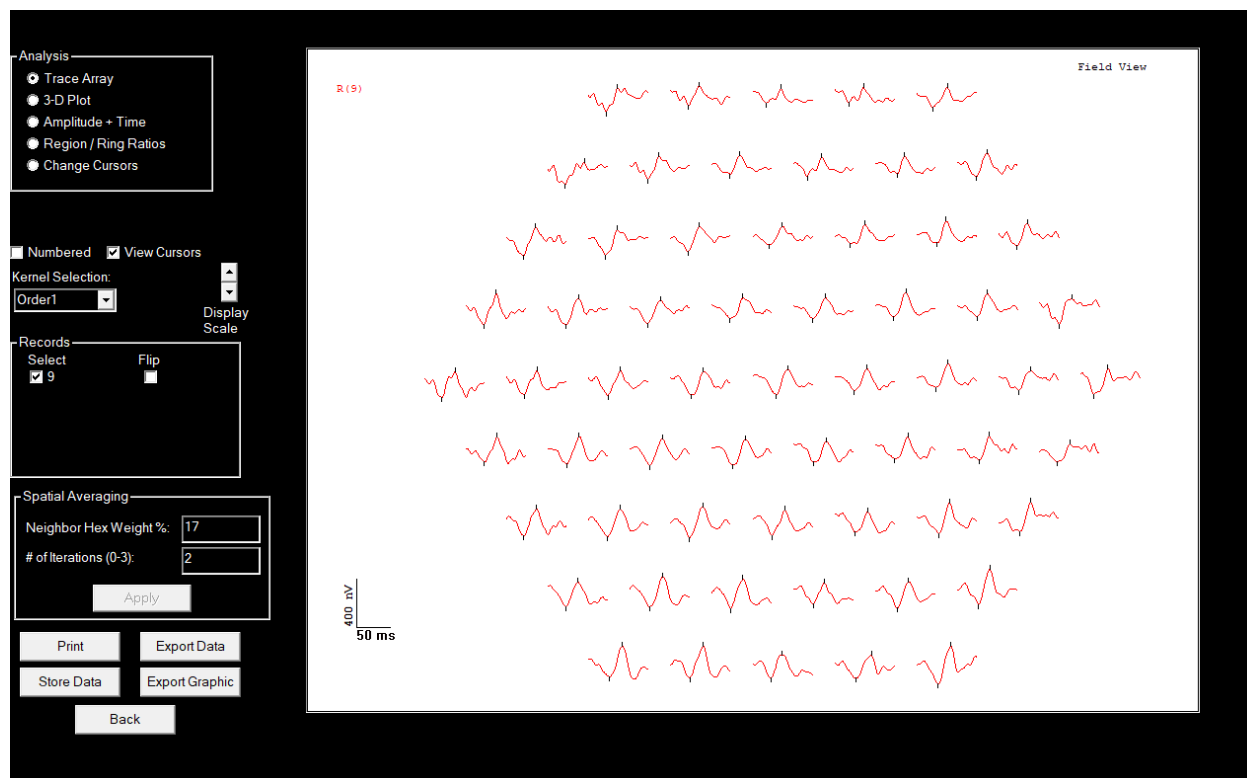
Kliknij **Next** , aby przejść do strony Analiza

4.2 Analiza danych

Dla wszystkich analiz mfERG jądro 1. rzędu jest domyślnym wyborem.

Tablica śledzenia

Widok **Trace Array** pokazuje poszczególne przebiegi mfERG dla każdego sześciokąta. Jest to najważniejszy widok danych, ponieważ pokazuje, czy artefakty są obecne i najlepiej pozwala interpretować przebiegi mfERG. Widok Śledź przebieg należy zawsze drukować jako część raportu. Tablice śledzenia są prezentowane w widoku pola: przebieg po prawej stronie wyniku z prawego sześciokąta na wyświetlaczu (chyba że zaznaczone jest przrzucanie), a górny rząd przebiegów wynika z górnego rzędu sześciokątów na wyświetlaczu.



Powiększenie przebiegów na ekranie można dostosować za pomocą **suwaka Skala wyświetlania** . Kliknięcie strzałki w górę spowoduje powiększenie przebiegów. Skala w lewym dolnym rogu ekranu zmieni się tak, że wyświetlana jest prawidłowa amplituda przebiegu .

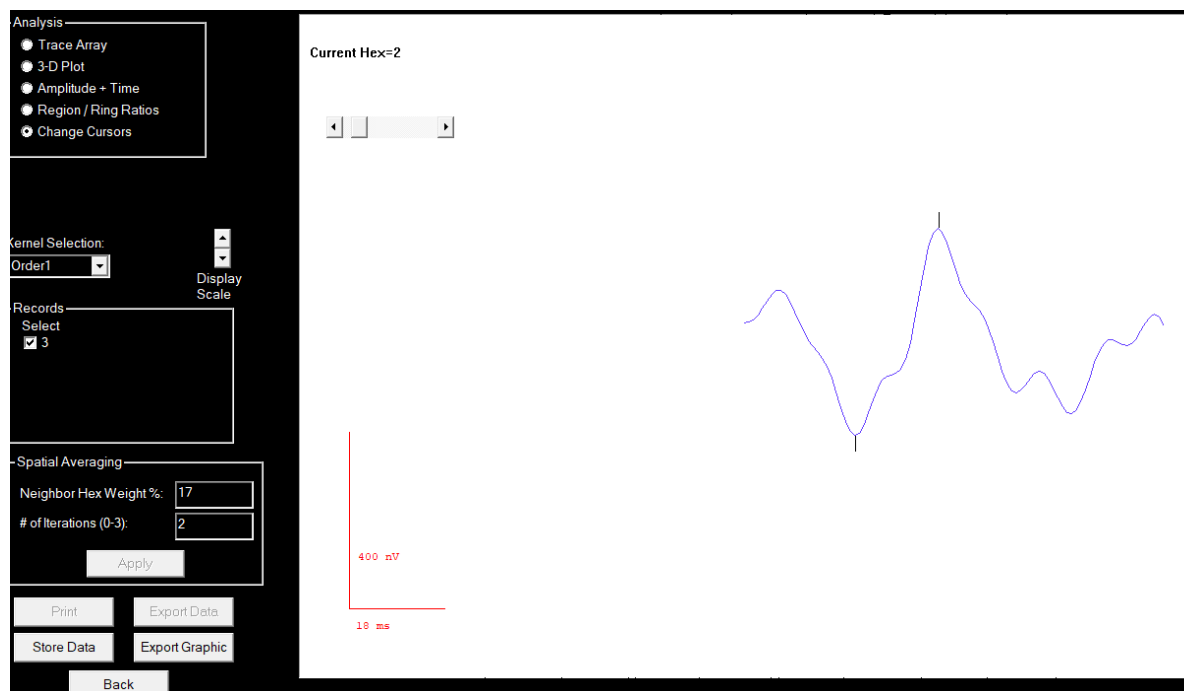
- **Numerowane** Włącza sekwencyjną numerację poszczególnych śladów.
- **Wyświetl kursory** Pokazuje znaczniki umieszczone przez oprogramowanie dla N1 i P1 (domyślnie zaznaczone)
- **Flip** Lusterka przebiegi wokół pionowej linii. Sprawia, że prawe oko pojawia się jako lewe oko lub odwrotnie. Może być przydatny w nakładaniu się prawego i lewego oka.

Na tym ekranie należy spojrzeć na rozmieszczenie kursorów na przebiegach (pole **Wyświetl kursory** musi być zaznaczone, aby zobaczyć kursory). Jeśli istnieją sześciokąty, dla których kursory wydają się być nieprawidłowo umieszczone, można je dostosować za pomocą **opcji Zmień kursory** w **analizie** w lewym górnym rogu ekranu, opisanej poniżej.

Jeśli kilka rekordów, wybrano można włączyć lub wyłączyć wyświetlanie poszczególnych przebiegów, zaznaczając pole **Wyboru** obok nich.

Zaznaczenie pola **Średnia** spowoduje wyświetlenie średniej ze wszystkich wybranych przebiegów.

Zmienianie kursorów



Kursory są automatycznie umieszczane na przebiegach za pomocą procedury rozciągania szablonu. [Kaptur 1998] . Podczas gdy ta technika prawie zawsze umieszcza kursory dla N1 i P1 we właściwym miejscu, należy przejrzeć rozmieszczenie kursorów na przebiegu. Jeśli uważasz, że należy je dostosować, można to zrobić na ekranie **Zmień kursory**. Jeśli klikniesz przycisk **radiowy Zmień kursory**, zostanie wyświetlony ekran po prawej stronie.

Możesz wyświetlić odpowiedź z każdego sześciokąta, klikając suwak w lewym górnym rogu ekranu. Jeśli nie zgadzasz się z położeniem kursora, możesz użyć myszy, aby dostosować położenie kursorów na N1 i P1.

Kliknij poniżej przebiegu, aby umieścić kursor dla N1

Kliknij nad kształtem fali, aby umieścić kursor dla P1

Po poprawieniu błędów położenia kursora można przystąpić do dalszej analizy przebiegów. Korekty pozycji kursora nie są przechowywane wraz z przebiegiem.

Jeśli wybrano kilka przebiegów i uśredniono **Kursory zmiany** pozwolą na zmianę położenia kursora na średniej z wybranych przebiegów.

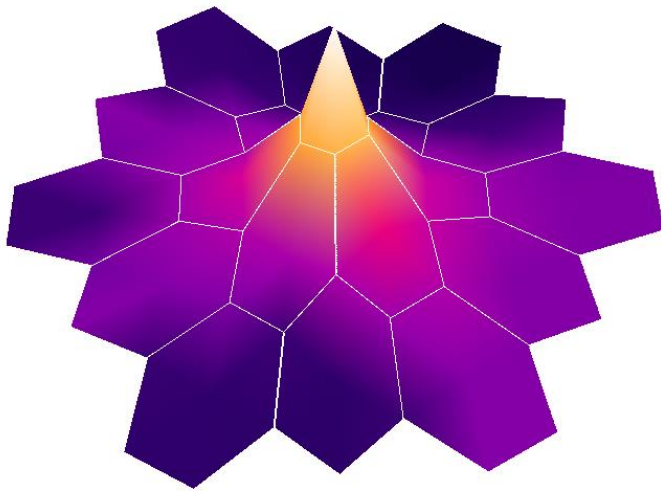
Amplituda i czas

Jeśli chcesz zobaczyć wartości liczbowe poszczególnych amplitud sześciokątnych i czasów niejawnych, kliknij **Amplituda i czas** analizę. Ekran pokaże amplitudę przebiegu (P1 – N1) jako napięcie i niejawny czas P1 w milisekundach. Wskazuje na to legenda w lewym dolnym rogu obszaru wykresu. Numerację sześciokątów można wyłączyć, usuwając zaznaczenie pola **Numerowane**.



Jeśli wybrano kilka przebiegów i uśredniono, ten widok wyświetli amplitudę i czas kursorów uśrednionego przebiegu.

Wykres 3D

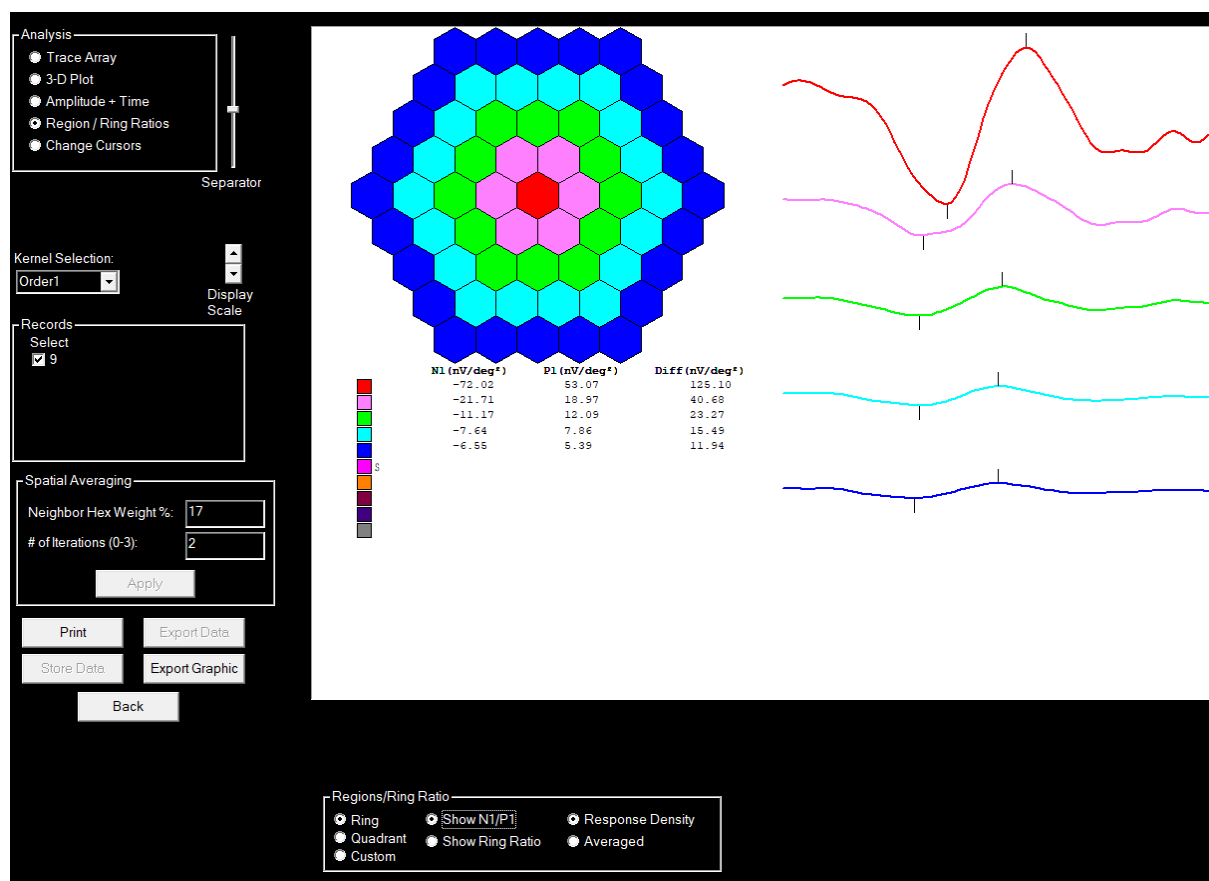


Wykres 3D jest prawdopodobnie najczęściej nadużywany z wyświetlaczy danych mfERG. Na wykresie 3D dane są reprezentowane w nV / deg^2 . Jest to wartość mfERG dla sześciokąta jest podzielona przez powierzchnię sześciokąta (w kwadratowych stopniach kąta widzenia). Ponieważ gęstość stożka jest największa w dołku, wykres 3D powinien pokazywać skok amplitudy w dołku. Jednak dr Don Hood z Columbia University wykazał, że przekonująco normalny wykres 3D można wygenerować, umieszczając elektrody w zlewce z solą fizjologiczną. Jest to prawda, ponieważ szum w każdym sześciokącie jest stały, dlatego skalowany wykres 3D ma prawie normalny wygląd. Dlatego ważne jest, aby zobaczyć przebiegi śladowe przed próbą interpretacji wykresu 3D.

Wygląd wykresu 3D można zmienić, przechylając jedną z 2 płaszczyzn za pomocą suwaków bezpośrednio w prawo i bezpośrednio pod obszarem wykresu.

Uśrednianie regionów

W niektórych zaburzeniach mfERG jest dotknięty w pewnym regionalnym wzorcu. Na przykład w toksyczności Plaquenil amplitudy mfERG są dotknięte w pierścieniach okołoośrodkowych. W takich przypadkach sensowne może być pogrupowanie regionów mfERG do analizy. Zobacz [Lyons 2007] dla dobrego przykładu tego. Po pierwszym kliknięciu przycisku **Stosunek regionu / pierścienia** zostanie wyświetlony ekran, na którym wszystkie sześciokąty są uśredniane w jedną odpowiedź.



Oprogramowanie mfERG zapewnia możliwość tworzenia własnych regionów oraz dwóch wspólnych domyślnych grup regionalnych.

Tworzenie własnych regionów

Aby utworzyć region własnego projektu, najpierw kliknij **Niestandardowy** w polu **Proporcje regionów / pierścieni** . A następnie wybierz jedno z kolorowych pól w lewym dolnym rogu ekranu. Mała litera "S" powinna pojawić się obok pola, wskazując, że jest ona zaznaczona. Kliknij sześciokąty, które chcesz uwzględnić w tym regionie. Kontynuuj zaznaczanie grup i dołączanie sześciokątów do momentu zdefiniowania wszystkich grup. Można zdefiniować do 10 grup.

Wstępnie zdefiniowane regiony

Najczęstszymi regionami do analizy danych mfERG są pierścienie i kwadranty.

Jeśli wybierzesz opcję **Wybierz regiony pierścieni** , oprogramowanie automatycznie utworzy regiony pierścieni, jak pokazano na obrazku u góry strony. Zobacz przykład 19 sześciokątnego pierścienia mfERG powyżej.

Jeśli wybierzesz **regiony kwadrantu** , oprogramowanie automatycznie podzieli sześciokąty na ćwiartki. Niektóre sześciokąty mogą być zawarte w więcej niż jednym kwadrancie; zostanie to pokazane na wykresie, jeśli tak.

Pomiaru

Po zdefiniowaniu regionów możesz je zmierzyć, wybierając z menu **opcję Pokaż N1/P1**. Oprogramowanie automatycznie umieści kursory na uśrednionych przebiegach dla każdego regionu i określi amplitudę i opóźnienie N1, P1 i P1-N1. Zostaną one wyświetlone w obszarze wykresu. Możesz ręcznie dostosować położenie tych kursorów, klikając pole pasujące do koloru fali, którą chcesz dostosować (obok wybranego pola pojawi się "S", aby pokazać, że została wybrana), a następnie klikając i przeciągając kursory do żądanej pozycji. Wartości amplitudy i opóźnienia będą automatycznie aktualizowane podczas wprowadzania zmian.

Jeśli opcja Pierścień została wybrana jako Wybór regionu, można również wybrać opcję **Pokaż współczynnik pierścienia** jako miarę.

Jednostki analizy pierścieni

Istnieją dwie jednostki do wyświetlania przebiegów, albo **Gęstość odpowiedzi**, która daje średnie pierścieniowe skalowane z rozmiarem sześciokąta w nV / deg² lub **Średnia**, która jest prostą średnią wszystkich sześciokątów tego samego koloru w nV.

Krótki przewodnik po nagrywaniu MFERG

1. Przed rozpoczęciem badań pacjent powinien być całkowicie rozszerzony (patrz instrukcja dotycząca refrakcji pacjenta).
2. Na komputerze zamknij wszystkie inne aplikacje i uruchom oprogramowanie wieloogniskowe.
3. Wybierz MFERG jako typ testu. Wprowadź wszystkie odpowiednie informacje o pacjencie i kanale (wybierz 2 kanały, jeśli nagrywasz przez lornetkę). Należy podać co najmniej nazwisko lub tożsamość i datę urodzenia.
4. Wybierz żądany wzór (19 sześciokątów – 1 min, 61 – 4 min, 103 sześciokąty – 8 min, 241 sześciokątów – nagraj 8 minut dwa razy).
5. W umiarkowanie jasnym pomieszczeniu należy przymocować elektrody zgodnie ze schematem konfiguracji mfERG. Pamiętaj, aby znieczulić oczy znieczuleniem miejscowym i wypełnić soczewkę kontaktową goniozolem lub innym 2% metylocelulozą. Umieść elektrody zgodnie z rysunkiem. **UWAGA: JEŚLI TYLKO NAGRYWANIE Z 1 OKA ZAWSZE UŻYWAJ KANAŁU 1 DO NAGRYWANIA ZNIECZULENIA** przeciwnego oka, jeśli tylko nagrywanie z jednego oka w celu zmniejszenia mrugania.
6. Umieść pacjenta na brodzie podbródka 14 " z monitora wzoru. W razie potrzeby dostosuj kamerę mocującą.
7. Rozpocznij **podgląd** wzoru, a następnie dostosuj rozmiar znaku, aby pacjent mógł utrwalić (zmienić rozmiar lub grubość).
8. Kliknij **Next**, aby przejść do ekranu nagrywania. Kliknij **Linia bazowa**, aby sprawdzić poziom hałasu. Linia bazowa powinna być względnie wolna od szumów.
9. Po uzyskaniu stosunkowo płaskiej linii bazowej wybierz przycisk **Nagraj**. Rozpocznie się nagrywanie pierwszego segmentu.
10. Jeśli segment nagrywania był wolny od migania, przejdź do następnego segmentu, klikając **Next segment** (jeśli chcesz powtórzyć ten segment, kliknij **Repeat Segment**).
11. Przejrzyj wszystkie segmenty (4 segmenty dla 19 sześciokątów, 16 dla 61 sześciokątów i 32 segmenty dla 103 sześciokątów...). Na końcu wszystkich segmentów przechowuj dane, klikając przycisk **Zapisz test**.
12. Zostanie wyświetlony ekran Analiza. Oceń wyniki i powtórz nagrywanie, jeśli to konieczne.
13. Jeśli nagrywasz ze wzoru 241 sześciokątów, musisz nagrywać dwa razy dla każdego oka i uśrednić później.
14. Usuń elektrody z pacjenta.
15. Patrz Instrukcja obsługi LKC w celu analizy danych.

Krótki przewodnik po raporcie MFERG

1. Na komputerze uruchom oprogramowanie wieloogniskowe i przejdź do raportów
2. Wybierz MFERG w typie testowym
3. Wpisz nazwisko pacjenta lub numer identyfikacyjny i kliknij Szukaj
4. Wybierz nagrania
5. Wybierz nagranie, które chcesz wydrukować (np. 19 sześciokątów prawego oka). W przypadku 241 sześciokątów powinieneś być nagrać dwa razy – wybierz dwa nagrania i uśrednij je.
6. Przeglądaj rozmieszczenie kursorów w widoku **Tablica śledzenia**, w razie potrzeby przesun kursor w widoku **Przenieś kursor**
7. Drukowanie żądanych widoków

Przewodnik po interpretacji MFERG

Wprowadzenie

Istnieje wiele sposobów przeglądania i analizowania wieloogniskowego ERG. Oto ogólne wytyczne dotyczące zrozumienia i interpretacji danych mfERG.

Tablice śledzenia

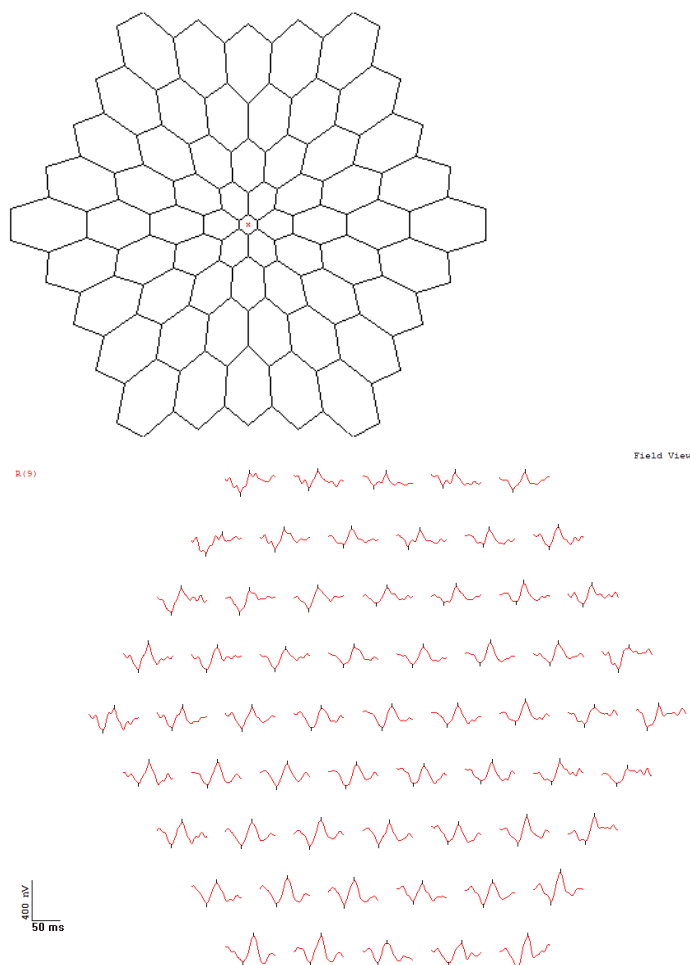
"Tablica śladów jest podstawowym wyświetlaczem mfERG i zawsze powinna być uwzględniona w raporcie z wyników klinicznych."

— Wytyczne ISCEV mfERG [2]

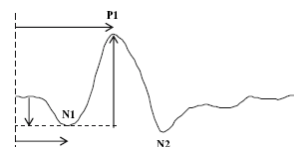
Trace Array to najbardziej przydatny sposób wizualizacji i zrozumienia wieloogniskowego ERG. Analizę mfERG należy zawsze rozpoczynać od spojrzenia na tablicę śledzenia.

Jak wygląda dobre nagranie?

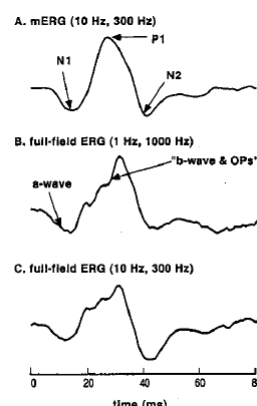
Trace Array to wyświetlanie poszczególnych wieloogniskowych falek ERG ułożonych w taki sam sposób, jak prezentacja bodźców. Sześciokąty w bodźcu wieloogniskowym są skalowane tak, że u normalnych osób odpowiedź mfERG wynosi w przybliżeniu taką samą amplitudę w każdym sześciokącie. Skalowana tablica bodźców i typowa 61 sześciokątna tablica śladowa od normalnego obiektu są pokazane poniżej.



Każda falka wieloogniskowa ma 3 podstawowe cechy, początkowe ujemne ugięcie (N1), po którym następuje ugięcie dodatnie (P1), po którym następuje kolejne ujemne ugięcie (N2). Przykład pokazano na stronie Prawo (Zdjęcie zaczerpnięte z [2]).



Wieloogniskowa odpowiedź ERG na każdy sześciokąt można uznać za "mini fotopowtórę ERG". Składniki śledzenia mfERG nie są dokładnie takie same jak w fotopicy Ganzfelda ERG, ale są bardzo podobne. N1 składa się z tych samych składników, co fala A ganzfelda ERG i P1 składa się z tych samych składników, co fala B i PO Ganzfelda ERG. Zobacz [1] na stronie 42 aby uzyskać więcej informacji. Porównanie ze składnikami normy fotopicy ERG jest pokazane po prawej stronie (Zdjęcie zaczerpnięte z [1]). Górne śledzenie pokazuje wieloogniskowe śledzenie ERG. Dolne 2 ścieżki pokazują fototypowy ganzfeld ERG z normalnymi ustawieniami wzmacniacza i filtra oraz z ustawieniami wzmacniacza i filtra, które pasują do warunków nagrywania mfERG. Zauważ, że P1 składnik pojawia się wcześniej w mfERG niż fala b w ganzfeldowskim ERG.



Najbardziej użyteczną miarą diagnostyczną indywidualnego śledzenia mfERG jest amplituda P1, mierzona od N1. Jest to określane jako "amplituda N1-P1". Amplituda N1-P1 jest zazwyczaj wyrażana w nanowoltach ($1 \text{ nV} = 0,001 \mu\text{V}$). W niektórych przypadkach amplituda N1-P1 jest znormalizowana przez obszar stymulującego sześciokąta w stopniach kwadratowych; jest to określane jako "gęstość odpowiedzi" i jest wyrażane w nanowoltach na stopień kwadratowy (nV / deg^2). Inną miarą diagnostyczną, która jest czasami używana, jest czas niejawni P1 - czas do szczytu P1. Cechy N2 nie mają znaczenia klinicznego.

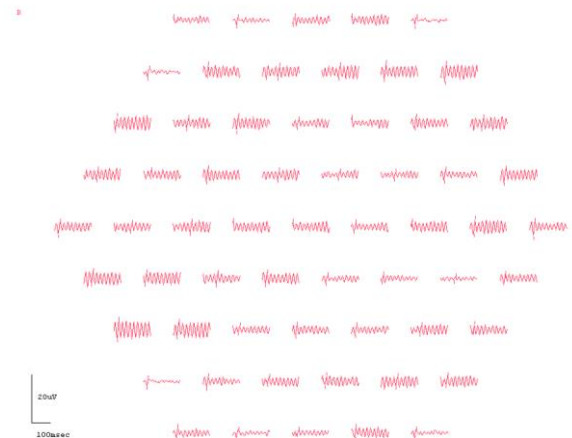
Amplituda przebiegu ERG jest proporcjonalna do stymulowanego obszaru (mierzona w stopniach kwadratowych) i do średniej gęstości fotoreceptorów. W ganzfeldowskim ERG stymulowany obszar oka (około $150^\circ \times 120^\circ$) jest rzędu 20 000 stopni², podczas gdy typowy wieloogniskowy sześciokąt (dla bodźca 61-sześciokątnego) jest rzędu 100 stopni². Tak więc, podczas gdy amplituda normalnego fotopicy Ganzfelda ERG jest rzędu $100 \mu\text{V}$, amplituda typowego sześciokąta mfERG jest rzędu $1/2 \mu\text{V}$, czyli około 500 nV.

Dla tych, którzy dopiero zaczynają korzystać z mfERG, zdecydowanie zalecamy nagranie serii co najmniej 10 normalnych kontroli. Zapewni to, że 1) technika nagrywania jest poprawna i 2) będziesz w stanie rozpoznać normalny mfERG.

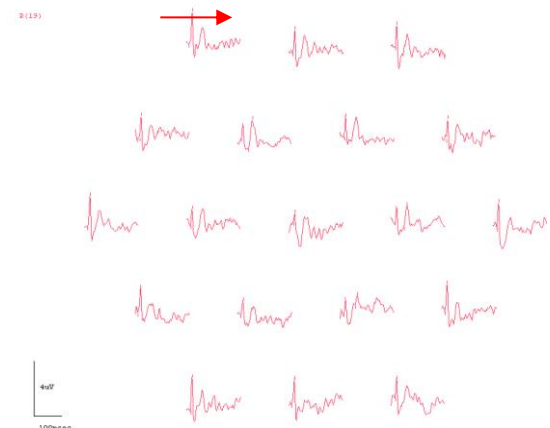
Źródła artefaktów w mfERG.



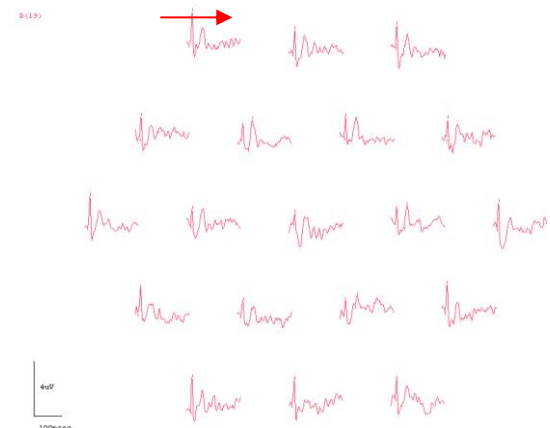
Ruchy gałek ocznych. Prawdopodobnie najczęstszym źródłem artefaktu w mfERG jest nadmierny ruch gałek ocznych, mrużenie oczu i mruganie. Ponieważ sygnał mięśni (EMG) z ruchów oczu lub powiek może mierzyć setki μV , może łatwo zaciemnić podstawowy sygnał wieloogniskowy. Podstawową cechą identyfikującą ten artefakt jest pochyła linia bazowa z niewielkim lub żadnym rozpoznawalnym przebiegiem mfERG. Nachylenie może być dodatnie lub ujemne.



Hałas sieciowy. Szum sieciowy wynika z zakłóceń linii energetycznej sprzężonych z elektrodami używanymi do nagrywania mfERG. Najczęstszą przyczyną zanieczyszczenia hałasem sieciowym jest słaby kontakt elektrody. Hałas sieciowy jest łatwo rozpoznawany przez jego okresowy sinusoidalny wygląd. Przykład zakłóceń sieciowych (rejestrowanych liniami energetycznymi 60 Hz) pokazano po prawej stronie. W tym nagraniu nie ma sygnału mfERG; to czysty artefakt. Jeśli Twój mfERG wygląda tak, musi zostać ponownie nagrany.



Monitoruj artefakt. Monitor służący do rejestracji mfERG generuje niewielką ilość zakłóceń w synchronizacji z prezentacją bodźca. Zakłócenia te mogą być wychwytywane przez elektrody i pojawiać się jako część śledzenia mfERG. Zwykłą przyczyną zakłóceń jest słaby kontakt elektrody lub zbyt blisko przewodów elektrody. Interferencja manifestuje się jako skok (który może być dodatni lub ujemny) na początku przebiegu śladowego. Przykład artefaktu monitora jest pokazany w wielu śladach w nagraniu po prawej stronie.



A co z martwym punktem?

W nagraniach mfERG wykorzystujących wzory sześciokątne 19, 61 lub 103 jest bardzo możliwe, że żaden sześciokąt bodźca nie spadnie całkowicie w obręb tarczy optycznej. Dodatkowo, niewielkie ilości niestabilności wiązania mogą powodować pewną stymulację sąsiedniej siatkówki, nawet jeśli sześciokąt w dużej mierze mieści się w dysku nerwowym. Tak więc dla wzorów sześciokątnych 19 i 61 martwy punkt prawdopodobnie nie będzie widoczny; dla wzoru sześciokąta 103 martwe pole może, ale nie musi być widoczne. Przy wyświetlaczu 241 elementów, co najmniej jeden sześciokąt powinien całkowicie spaść w tarczę optyczną, jeśli utrzymywane jest stałe mocowanie, co powoduje widoczne martwe pole na matrycy śledzenia mfERG.

Wpływ wieku na mfERG

mfERG N1-P1 amplituda wykazuje liniowy spadek w wieku około 0,9% rocznie od 10 do 80 roku życia, podczas gdy P1 czas niejawni wzrasta w tempie około 1,3% rocznie.

[5] Ta zmiana wieku powinna być brana pod uwagę przy patrzeniu na wyniki liczbowe dla konkretnego pacjenta.

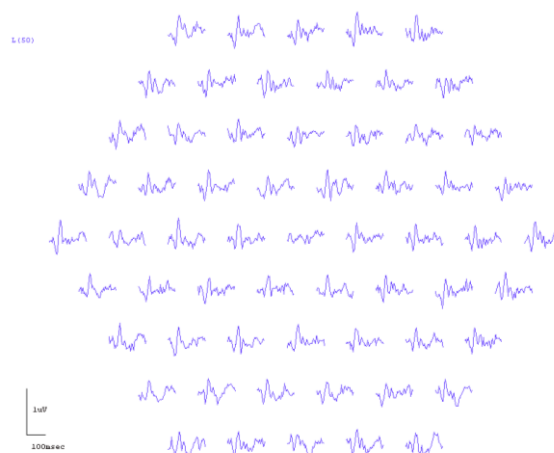
Wpływ zaburzeń siatkówki na mfERG

Ponieważ mfERG mierzy ERG lokalnie, jest bardzo przydatny w identyfikacji miejsc zlokalizowanej choroby lub - w przypadku chorób takich jak Retinitis Pigmentosa - miejsc zlokalizowanej pozostałej funkcji. Głównym efektem większości zaburzeń siatkówki jest zmniejszenie amplitudy P1.

W większości warunków, w których mfERG jest przydatny, tablica śledzenia pokaże niektóre obszary normalnego funkcjonowania i niektóre obszary nieprawidłowej funkcji. Na przykład pacjent z wczesnym zwyrodnieniem plamki żółtej zwykle wykazuje normalne ślady obwodowe i osłabione falki mfERG w centrum tablicy śladowej.

Symulowane śledzenie AMD można zobaczyć po prawej stronie. Symulacja została stworzona przez zablokowanie światła z centralnego sześciokąta podczas nagrywania z normalnego oka.

Inne zaburzenia objawiają się w macierzy śladowej jako obszary o zmniejszonej amplitudzie N1 – P1 w obszarach z upośledzeniem funkcjonalnym.



Miejsca i mechanizmy uszkodzenia siatkówki i zmian w mfERG

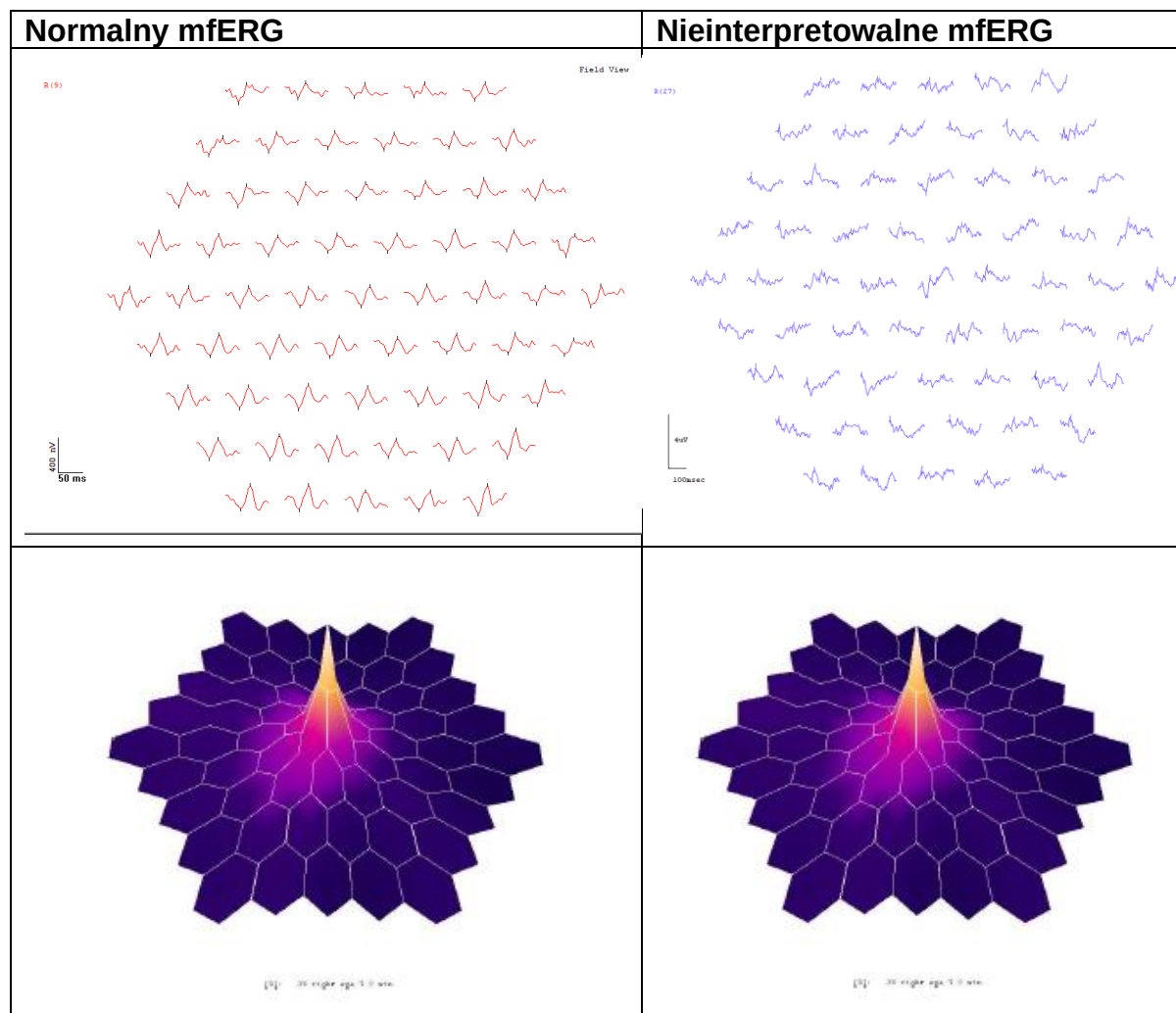
[Zaadaptowane z referencji 1]

Uszkodzenie	Mechanizm	P1 Amplituda	P1 Czas
Receptor stożkowy	Uszkodzenie segmentu zewnętrznego	Mniejsze	Umiarkowane opóźnienie
	Utrata komórek	Mniejsze	Normalne
Zewnętrzna warstwa pleksi	Zmieniona transmisja synaptyczna	Mniejszy lub większy	Duże opóźnienie
Komórki afektywne dwubiegunowe	Utrata komórek	Mniejsze	Umiarkowane opóźnienie
Komórki pozabiegunowe	Utrata komórek	Większe	Nieznacznie szybciej (?)
Wewnętrzna warstwa pleksi	Zmieniona transmisja synaptyczna lub utrata komórek	Okolo normalny (zmiany kształtu)	Małe opóźnienie
Komórki zwojowe	Utrata komórek	Ok. normalny	Ok. normalny

Wykres 3D

Wykres 3D to wykres powierzchniowy o amplitudzie P1 – N1 skalowany przez rozmiar sześciokąta. Jest on zatem zgłaszany w nanowoltach na stopień kwadratowy (nV/deg²). Teoretycznie pozwala to na wizualizację funkcji w obszarze dołka. Podczas gdy wykres 3D zapewnia ładny obraz, na ogół nie jest przydatny do diagnozy.

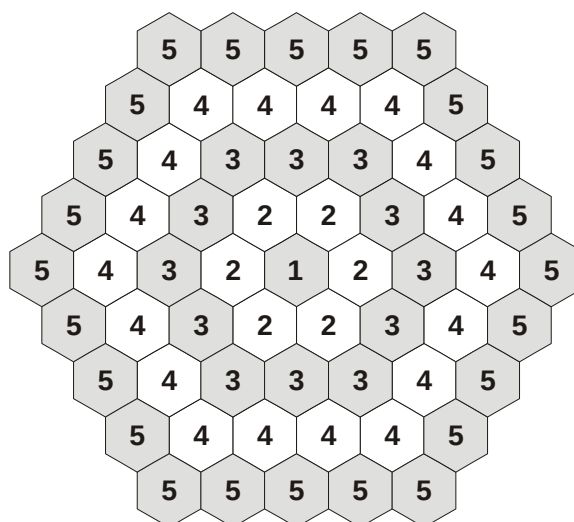
Nie można tego wystarczająco podkreślić: **wykres 3D może być niezwykle zwodniczy w swoim wyglądzie i nie powinien być ogólnie używany do diagnozy.** Poniżej znajdują się przykłady dobrego mfERG i całkowicie nieinterpretowalnego mfERG oraz odpowiadające im wykresy 3D:



Zauważ, że "śmięciowy" mfERG po prawej stronie ma całkowicie normalnie wyglądający wykres 3D. Jeden z wybitnych badaczy mfERG (Don Hood z Columbia University) wykazał, że normalnie wyglądający wykres 3D wynika z umieszczenia elektrod rejestrujących w zlewce z solą fizjologiczną.

Współczynniki pierścieni

Współczynniki pierścieni mfERG to pomiary gęstości odpowiedzi (w nV/deg²) tworzone przez uśrednianie pierścieni koncentrycznych do punktu wiązania. Są one najczęściej używane z 61 sześciokątnym mfERG, który jest pokazany po prawej stronie. (Skalowanie sześciokątów o gęstości stożka nie jest pokazane dla jasności.) Współczynniki pierścieni są tworzone przez przyjęcie stosunku gęstości odpowiedzi środkowego sześciokąta (pierścień 1) do średniej gęstości odpowiedzi pierścienia obwodowego.



Współczynniki pierścieni mają kilka przydatnych właściwości diagnostycznych: nie zmieniają się wraz z wiekiem, a ich zmienność (współczynnik zmienności) jest znacznie mniejsza niż średnia pierścieniowa.

Proporcje pierścieni zapewniają bardzo czułe i specyficzne wczesne wykrywanie toksyczności Plaquenil. [3] Podwyższone wartości R1:R2 i/lub R1:R3 wskazują na toksyczność u pacjentów przyjmujących Plaquenil. Współczynniki pierścieni obliczone przez oprogramowanie mfERG można porównać z limitami opublikowanymi w [3, 4].

Proporcje pierścieni są również przydatne w wykrywaniu choroby plamki żółtej, gdzie niskie wartości z R1:R4 może wskazywać na znacznie zmniejszoną odpowiedź plamki żółtej w stosunku do obwodu. Dolne granice normy do stosowania w ocenie choroby plamki żółtej można znaleźć w [4].

Źródło bodźca

Dokładny typ stymulatora zastosowanego w mfERG może wpływać na amplitudę i przebieg mfERG, dlatego konieczne jest zgłaszanie typu wyświetlacza oraz określanie szczegółów producenta i modelu podczas raportowania wyników, które można porównać z systemami z różnymi stymulatorami.

Odwołania:

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. Standard ISCEV dla klinicznej elektroretinografii wieloogniskowej (mfERG) (aktualizacja 2021). *Doc Ophthalmol* 142, 5–16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10633-020-09812-w>
3. Lyons JS, Severns ML. Wykrywanie wczesnej toksyczności siatkówki hydroksychlorochiny wzmocnione analizą stosunku pierścieni wieloogniskowego elektroretinografii. *Am J Ophthalmol* 143: 801-9, 2007.
4. Lyons JS, Severns ML. Wykorzystanie wieloogniskowych współczynników pierścieni ERG do wykrywania i śledzenia toksyczności siatkówki Plaquenil: przegląd. *Doc Ophthalmol* 118: 29-36, 2009.
5. Tzekov RT, Gerth C, Werner JS. Scenescence ludzkich wieloogniskowych składników elektroretinogramu: podejście zlokalizowane. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 242:549-60, 2004.

Wieloogniskowy VEP

1.0 Wprowadzenie

1.1 Co to jest test wieloogniskowy?

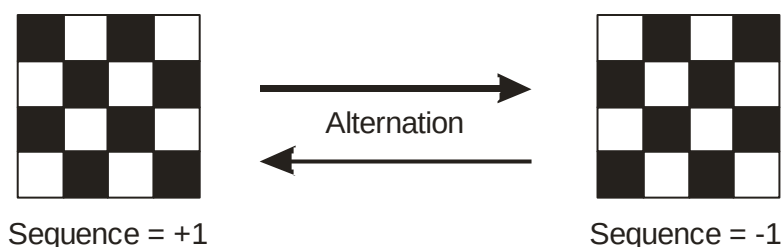
Testy wieloogniskowe to sposób rejestrowania wizualnie wywołanego potencjału (VEP) z wielu regionów w celu uzyskania mapy funkcji wizualnych. Test wieloogniskowy wykorzystuje ekran wyświetlacza komputera jako stymulator i dzieli go na kilka mniejszych obszarów testowych. Każdy obszar badania jest stymulowany za pomocą sekwencji włączania i wyłączania, która różni się w czasie od wszystkich innych obszarów testowych. Wywołane odpowiedzi są zbierane jednocześnie ze wszystkich stymulowanych obszarów, a uzyskane dane są przetwarzane po nagraniu w celu wyodrębnienia poszczególnych odpowiedzi.

1.2 Jak działa wieloogniskowy VEP?

W mfVEP ekran, który ogląda pacjent, jest podzielony na kilka sektorów - od 4 do 60. Każda sekcja będzie stymulować niewielką część siatkówki, a informacje zostaną przeniesione do kory wzrokowej za pośrednictwem nerwu wzrokowego. mfVEP pozwoli na zarejestrowanie odpowiedzi z tej części oddzielnie od innych części kory wzrokowej.

1,3 m-sekwencji i jąder

Przejrzyj sekcję "m-sekwencje i jądra" w sekcji mfERG tego podręcznika, aby zrozumieć podstawy. W przeciwieństwie do mfERG, bodziec w mfVEP zwykle nie jest bodźcem migającym. Zamiast tego jest to zmiana wzorca w danym sektorze.



Bodziec jest wywoływany ze wzorca VEP tylko wtedy, gdy występuje naprzemiennosc, tj. Gdy wzór jest w jednym stanie podczas jednej klatki, a drugi stan podczas kolejnej klatki. Aby wyodrębnić sygnał dla pojedynczego sektora z zarejestrowanych danych, dodaje się wszystkie ślady, w których wystąpiła przemiana (sekwencja zmieniona z +1 → -1 lub z -1 → +1) i odejmuje wszystkie ślady, w których zmiana nie wystąpiła (wartość sekwencji +1 → +1 lub -1 → -1). Rezultatem jest reakcja układu wzrokowego (od siatkówki przez nerw wzrokowy do pierwotnej kory wzrokowej) na naprzemienny bodziec. Jest to określane jako *jądro* drugiego rzędu mfVEP.

1.4 Pole widzenia

Pole widzenia bodźca wieloogniskowego determinowane jest przez 2 czynniki – wielkość ekranu monitora oraz odległość od monitora do pacjenta. Ustaw monitor tak, aby odległość od pacjenta do monitora odpowiadała odległości określonej na etykiecie

z przodu monitora. Podążanie za odległością widzenia z przodu monitora daje łączne pole widzenia $45^\circ (\pm 5^\circ)$. Aby uzyskać więcej informacji na temat obliczania wizualnej subtelności bodźców opartych na monitorze, zapoznaj się z wytycznymi dotyczącymi kalibracji ISCEV. [CSC, 2003]

1.5 Kiedy mfVEP jest przydatny?

mfVEP zapewnia obiektywną ocenę topograficznej funkcji wizualnej. Dla normalnego przedmiotu mfVEP lewego i prawego oka są prawie identyczne. Każda znacząca różnica między dwójkiem oczu wskazuje na nieprawidłowość. mfVEP ma wysoką rozdzielczość przestrzenną w okolicy dołka.

Używa:

- Pomóż zdiagnozować jaskrę.
- Aby potwierdzić niewiarygodny test pola widzenia.
- Pomóż zdiagnozować zapalenie nerwu wzrokowego, SM i guz ściskający w szlaku wzrokowym. Opóźnienie mfVEP zostanie zmienione przez te warunki. Należy pamiętać, że niedokrwienność neuropatii nerwu wzrokowego (ION) jest bardzo podobna do ostrej fazy SM pod względem zespołu, ale nie powoduje opóźnień w VEP.
- Aby potwierdzić funkcjonalne pole widzenia.

1.6 Kiedy mfVEP nie jest przydatny?

MfVEP wymaga zarówno odpowiedniego utrwalenia, jak i odpowiedniego skupienia dla dokładnego nagrywania. Każde zaburzenie, które uniemożliwia odpowiednie utrwalenie (np. Mroczek centralny) lub odpowiednie skupienie (np. gęsta zaćma lub rozszerzenie źrenic)

2 Przygotowanie do nagrania mfVEP

2.1 Pacjent

- Pacjent **nie powinien** być ciemny przystosowany do tego testu. Jeśli zostały wystawione na działanie bardzo jasnych światła (takich jak lampa szczelinowa, fotografia dna oka, angiografia fluoresceinowa) odczekać co najmniej 10 minut przed badaniem.
- Pacjent **nie powinien** być rozszerzony do tego testu.
- Ważne jest dobre **bliskie** załamanie. Cały ekran musi być ostry, więc przebieg pacjenci z soczewkami wieloogniskowymi (w tym dwuogniskowymi / trójogniskowymi) powinni być załamywani za pomocą ramek próbnych z dodatkiem plus, aby skompensować odległość ekranu (wymagającą około 3,5D plus dodanie).

2.2 Elektrody



Słaby lub niestabilny kontakt elektrody jest główną przyczyną złej jakości nagrań mfVEP. Zalecamy zwrócenie szczególnej uwagi na właściwe przygotowanie, umieszczenie i czyszczenie elektrody do nagrywania mfVEP.

Elektrody rejestrujące są elektrodami ze złotym kubkiem, jak pokazano po prawej stronie. Jedna z tych elektrod jest potrzebna dla każdego miejsca nagrywania (do 3 kanałów). Inna elektroda do uziemienia zwykle umieszczana na czole lub płatku ucha i jedna dla odniesienia zwykle umieszczana w Cz.

Dokładnie wyczyść, aby usunąć wszystkie oleje ze skóry i inne zanieczyszczenia, które mogą zakłócić dobry kontakt i pozwolić alkoholowi wyschnąć.

Za pomocą rozdzielaczy 2-do-1 lub 3-do-1 zworkować razem ujemne (-) pozycje kanału odniesienia czoła. . Podłączyć elektrodę odniesienia (Cz) do rozdzielacza.

Zlokalizuj każde miejsce elektrody rejestrującej. Rozłóż włosy, aby odsłonić skórę głowy w miejscu nagrywania i energicznie wyszoruj elektrodą. (Jeśli włosy pacjenta są długie, szpilki bobby mogą pomóc utrzymać włosy z dala od drogi podczas tego procesu.)

Ważne jest, aby dokładnie oczyścić skórę głowy, aby uzyskać dobry kontakt elektrody.

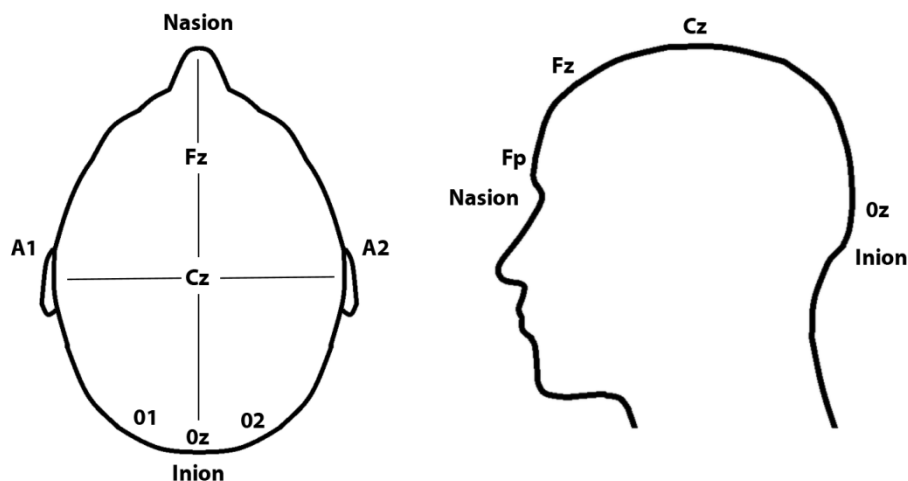
Używając hojnego kremu elektrodowego (nie żelu); wklej włosy z każdej strony części do skóry głowy. Jest to niechlujne, ale jest to najlepszy sposób na odsłonięcie skóry głowy. Po wklejeniu włosów włóż dużą porcję kremu elektrodowego do kubka elektrody i mocno dociśnij elektrodę na miejsce. Przykryj elektrodę kwadratem bibuły o długości od 2 do 3 cm (1 do 1 1/2 cala) i ponownie mocno dociśnij.

Repeat tę procedurę dla każdej elektrody. Podłącz elektrody do dodatniej (+) strony wzmacniacza, zwracając uwagę, która elektroda jest podłączona do którego kanału.

Sugerowane umiejscowienie elektrody (istnieje wiele możliwych układów elektrod):

Lokalizacja elektrody	Podłączenie wzmacniacza
Ziemia w Fp lub płatku ucha	Ziemi
Referencja w Cz z rozdzielaczem 1 do 3	1- 2- i 3-
Elektroda nagrywająca #1 w Oz	1+
Elektroda nagrywająca #2 jeden cal powyżej Oz	2+
Elektroda rejestrująca #3 jeden cal poniżej Oz.	3+





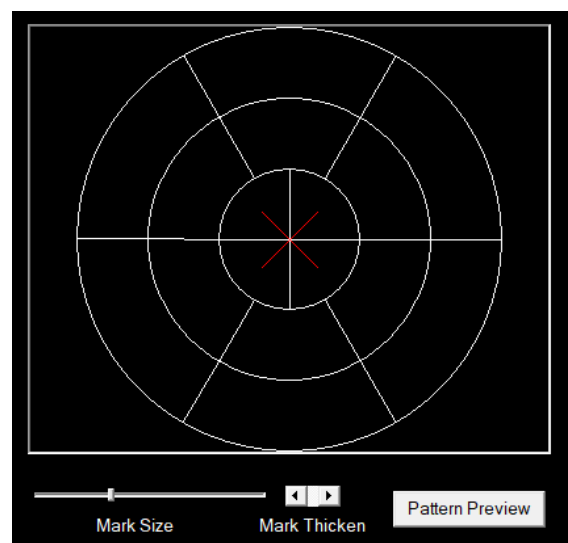
2.3 Oświetlenie otoczenia

MfVEP należy przeprowadzić przy włączonych światłach pokojowych. Idealne natężenie światła dla oświetlenia pomieszczenia to takie, które wytwarza oświetlenie obiektu zbliżone do średniej ekranu bodźca (100 cd/m^2). Jeśli światła w pomieszczeniu są zbyt jasne, mogą wystąpić odbicia od wyświetlacza pacjenta, które będą zakłócać nagrywanie mfVEP.

2.4 Problemy z pacjentami niedowidzącymi

Pacjenci ze znacznymi zaburzeniami widzenia będą mieli trudności z utrwalaniem się na ekranie. Zwykłym celem fiksacji jest mały "X" na środku ekranu. Ten cel fiksacji można wydłużyć i zagęścić. Kontrolka **Mark Size** określa długość nóg "X", podczas gdy kontrolka **Mark Thicken** określa grubość nóg.

Pacjenci ze słabym widzeniem centralnym mogą czasami fiksować się, centrując powiększony "X" w pozostałym widzeniu.



2.6 Monitorowanie mocowania

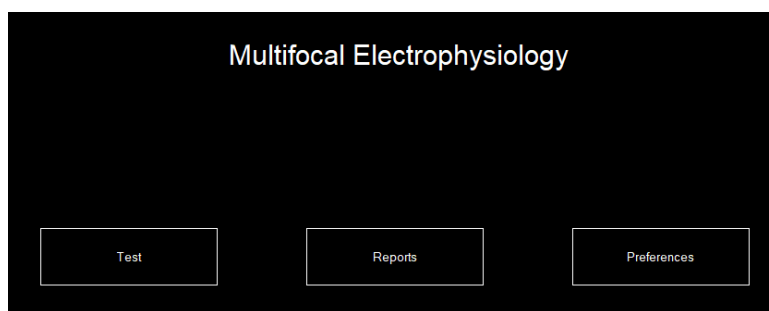
Kamera umożliwia monitorowanie pacjenta podczas badań wieloogniskowych. Kamera jest zamontowana do zespołu podbródka poniżej i przed monitorem stymulatora wzoru. Obraz z kamery jest wyświetlany na ekranie operatora komputera. Ten aparat pozwala sprawdzić, czy:

- pacjent zamyka oczy,
- pacjent jest rażąco nieustalony.

Kamera nie pozwala określić, czy pacjent jest lekko odkręcony, jak w przypadku pacjenta z centralnym mroczkiem przy użyciu alternatywnego preferowanego locus siatkówki. Nic innego jak kamera siatkówki pozwoli ci określić, czy bodziec jest skoncentrowany na dołku.

3.0 Uruchamianie testu

Otwórz oprogramowanie wieloogniskowe i wybierz opcję *Testuj*.



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

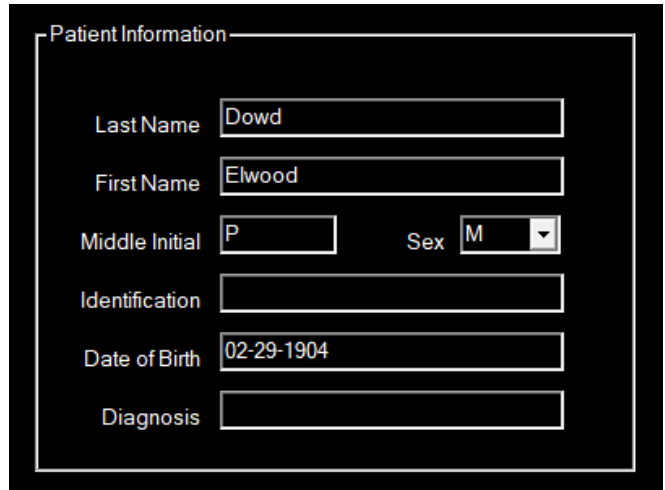
- Patient Information:** Fields for Last Name, First Name, Middle Initial, Sex (dropdown), Identification, Date of Birth, and Diagnosis.
- Test Type:** Radio buttons for MFERG and MFVEP (selected).
- Test Conditions:**
 - Channels: 2 (dropdown)
 - Electrode: Gold Cup (dropdown)
 - Sample Rate: 2000 Hz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

3.1 Typ badania

Wybierz MFVEP, jeśli opcja nie jest wyświetlana, oznacza to, że nie masz licencji mfVEP. Zapoznaj się z sekcją konfiguracji systemu w tym podręczniku, aby dowiedzieć się, jak przeprowadzić uaktualnienie.

3.2 Informacje dla pacjentów

Nazwisko lub identyfikacja i data urodzenia są wymagane do rozpoczęcia testu.



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

3.3 Kanały i etykiety

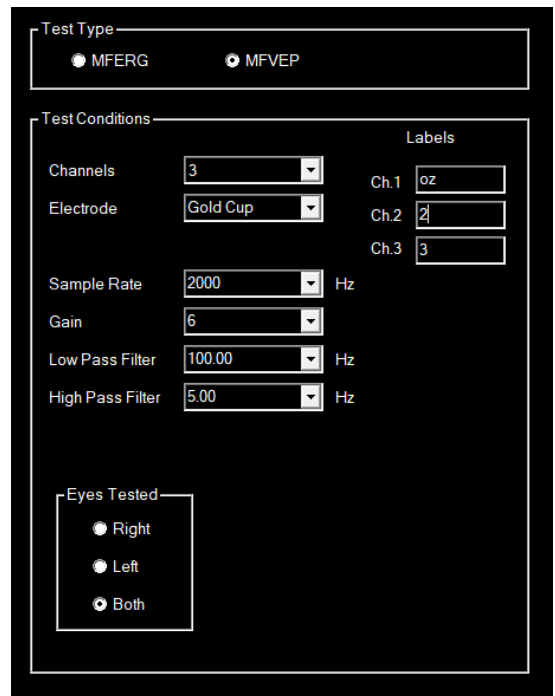
Im więcej kanałów nagrywasz, tym lepszy wynik.

Wybierz liczbę kanałów , z których chcesz nagrywać, i wprowadź etykiety.

Wybierz oko lub oczy do przetestowania. Załataj oczy, aby nie były testowane.

3.4 Wybór wzoru

Oprogramowanie mfVEP zapewnia kilka opcji liczby segmentów pierścieni (sektorów) i długości *sekwencji m*, aby spełnić Twoje potrzeby kliniczne.

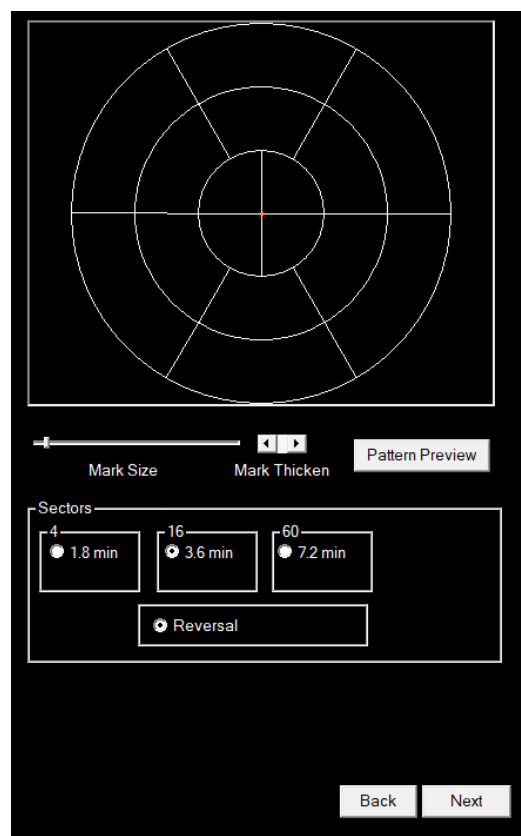


A screenshot of a 'Test Type' and 'Test Conditions' form. The 'Test Type' section has two radio buttons: 'MFERG' (selected) and 'MFVEP'. The 'Test Conditions' section includes: 'Channels' (dropdown with '3'), 'Electrode' (dropdown with 'Gold Cup'), 'Sample Rate' (dropdown with '2000' Hz), 'Gain' (dropdown with '6'), 'Low Pass Filter' (dropdown with '100.00' Hz), and 'High Pass Filter' (dropdown with '5.00' Hz). To the right, under 'Labels', are three input fields: 'Ch.1' with '02', 'Ch.2' with '2', and 'Ch.3' with '3'. At the bottom, the 'Eyes Tested' section has three radio buttons: 'Right', 'Left', and 'Both' (selected).

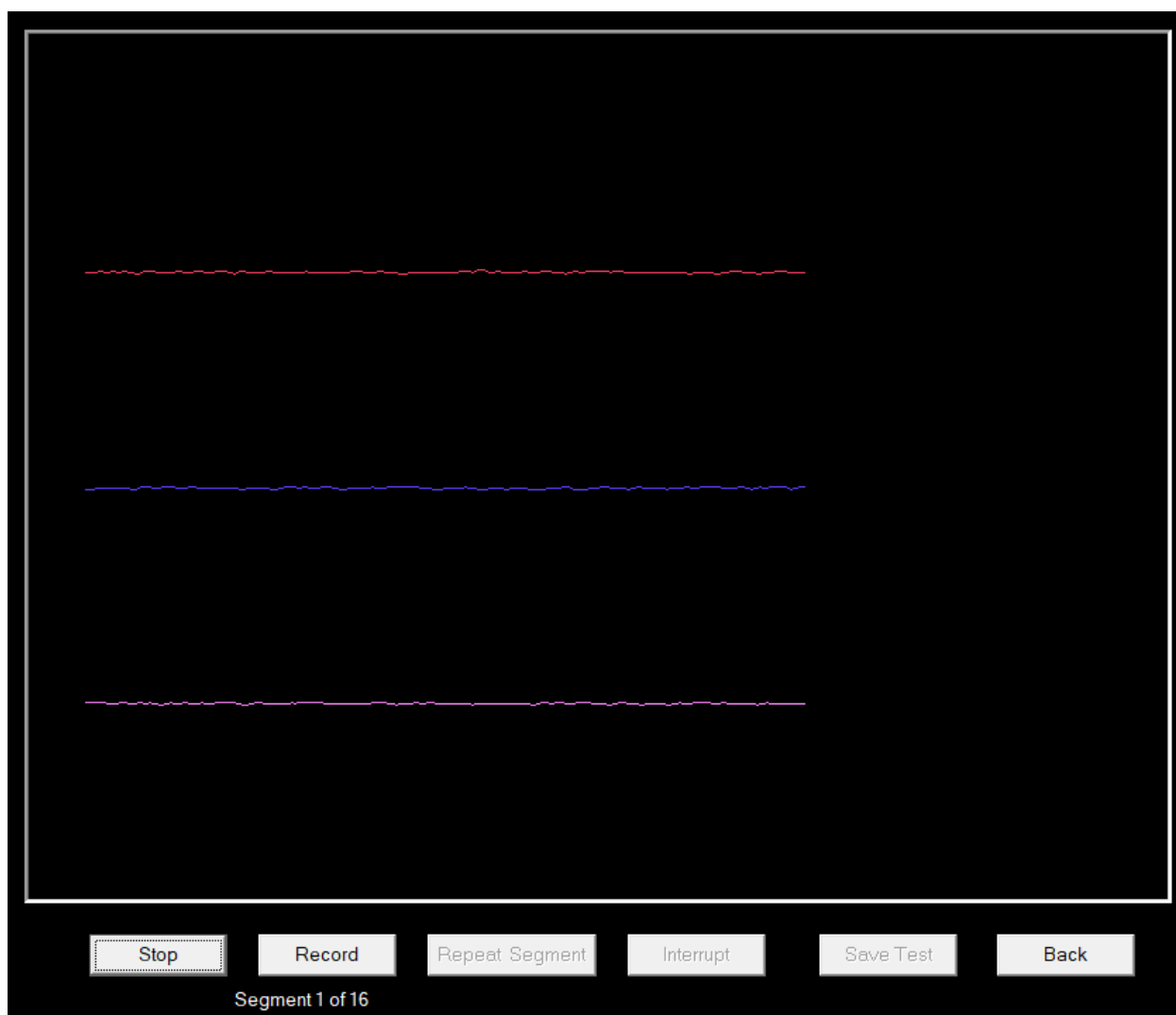
Liczba sektorów

Im większa liczba sektorów , z których nagrywasz, tym mniejszy będzie sygnał z każdego sektora. Ponieważ szum generowany podczas nagrywania jest niezależny od wielkości sektora, większe sektory (które wytwarzają wyższe sygnały) dają lepszy stosunek sygnału do szumu, a tym samym umożliwiają krótszy czas nagrywania od pacjenta.

Kontrolka **Mark Size** określa długość nóg "X", podczas gdy kontrolka **Mark Thicken** określa grubość nóg.

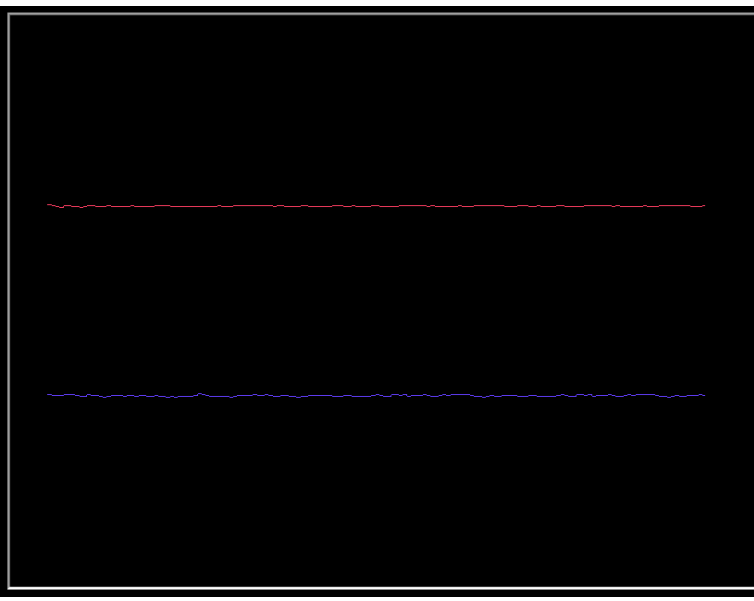
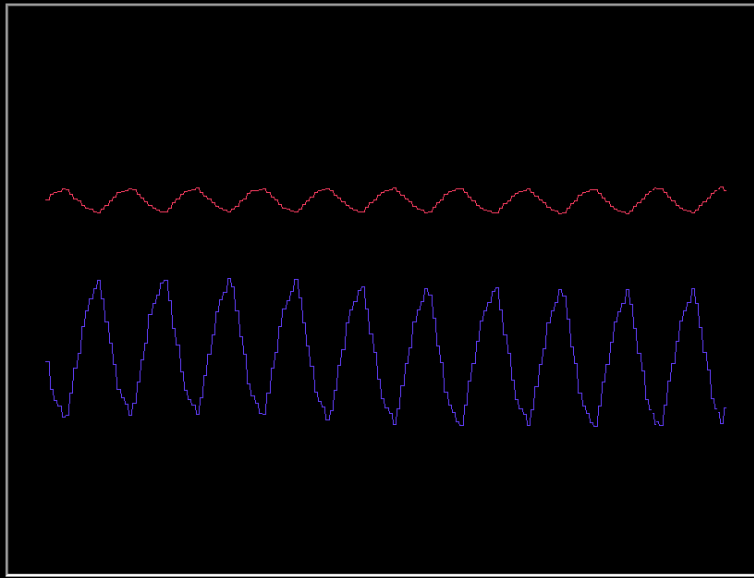


3.5 Rejestrowanie danych



Linii bazowej

Po umieszczeniu elektrod na pacjencie i podłączeniu do wzmacniacza lub kabla pacjenta, należy uruchomić linię bazową, aby upewnić się, że wszystkie połączenia działają prawidłowo i że pacjent jest w stanie utrzymać stałe mocowanie. Niech pacjent włoży podbródek w podbródek i w razie potrzeby dostosuj wysokość podpórki na czole. Następnie poproś pacjenta, aby spojrzał bezpośrednio na czerwoną mocowanie "X" na ekranie. Kliknij opcję **Linia bazowa**. System zacznie zbierać dane bez przedstawiania bodźca i pozwoli na obserwację danych wyjściowych pacjenta. Przykłady dobrych i słabych wzorców bazowych przedstawiono poniżej.

Dobra linia bazowa	
Zła wartość wyjściowa Ta linia bazowa ma nadmierny szum sieciowy (50/60 Hz). Najprawdopodobniej jest to spowodowane złym połączeniem elektrody, chociaż istnieją inne możliwe wyjaśnienia hałasu. Analiza obejmuje usunięcie zakłóceń linii energetycznych, więc całkowita eliminacja zakłóceń linii energetycznych nie jest wymagana.	

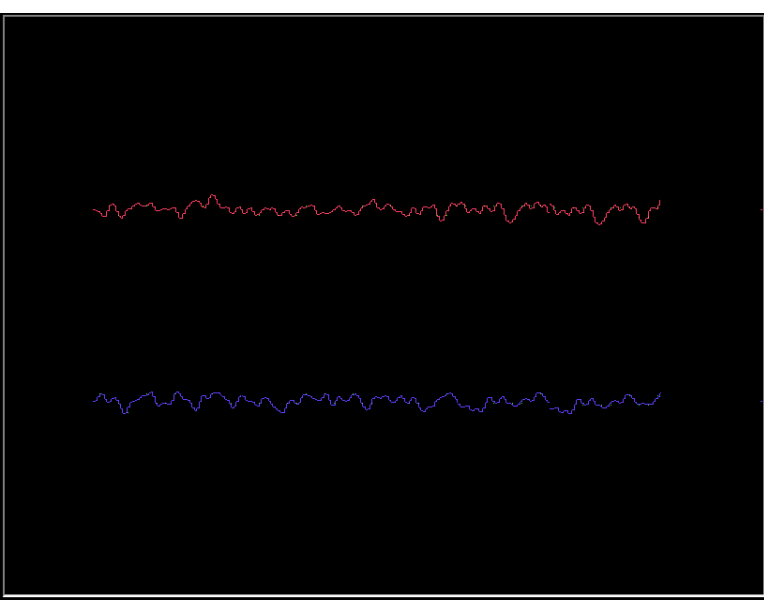
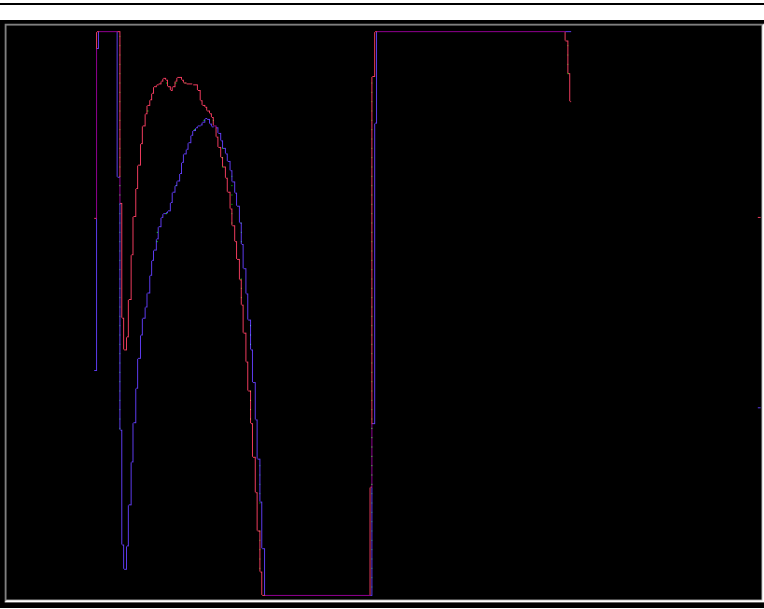
3.6 Nagrywanie

Oprogramowanie LKC mfERG dzieli nagrania na szereg segmentów. Podczas każdego segmentu pacjent musi skupić się na celu fiksacji bez mrugnięcia. Po każdym segmencie pacjent może mrugać lub odpoczywać przed kontynuowaniem. Dłuższe sekwencje *m* mają więcej segmentów.

Każdy segment składa się z kilku kroków. Każdy krok jest jedną prezentacją bodźca, więc są 72 kroki na sekundę. Istnieje 1024 kroki na segment, więc segment ma długość $1024 / 72 = 14$ sekund, plus kolejny ułamek sekundy na synchronizację i mieszanie segmentów razem. Postęp każdego segmentu jest wyświetlany na ekranie jako ułamek całkowitej liczby kroków w segmencie, na przykład 257/1024. Postęp segmentu jest aktualizowany co 16 kroków.

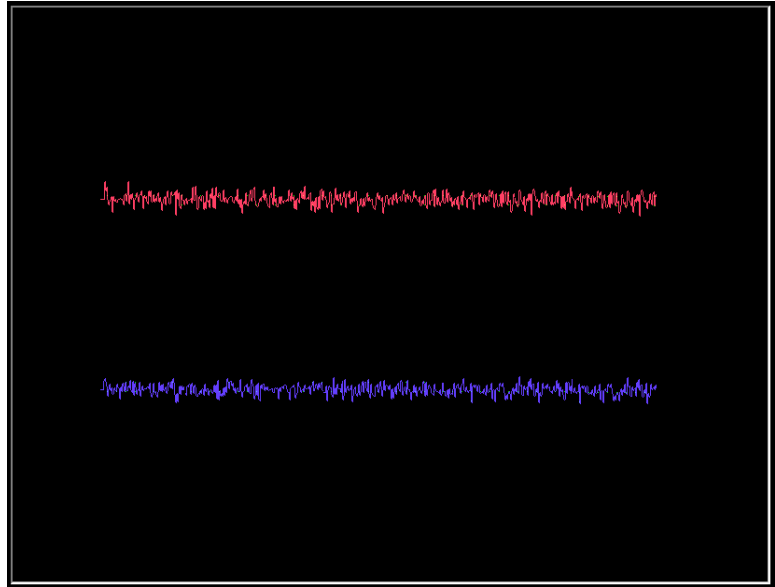
Podczas nagrywania okno wyświetli dane z każdego 16 kroków. Należy uważnie obserwować wyświetlane dane, aby upewnić się, że żadne ruchy gałek ocznych ani inne artefakty nie zanieczyszczają nagrania. Przykłady dobrych i złych śladów pokazano poniżej. Ogólnie rzecz biorąc, jeśli zarejestrowane dane wydają się wychodzić za okno, artefakt jest niedopuszczalnie duży i ten segment powinien zostać ponownie zarejestrowany.

Podczas nagrywania segmentu można użyć **przerwania**, jeśli pacjent mrugnął lub poruszył się i trzeba powtórzyć bieżący segment.

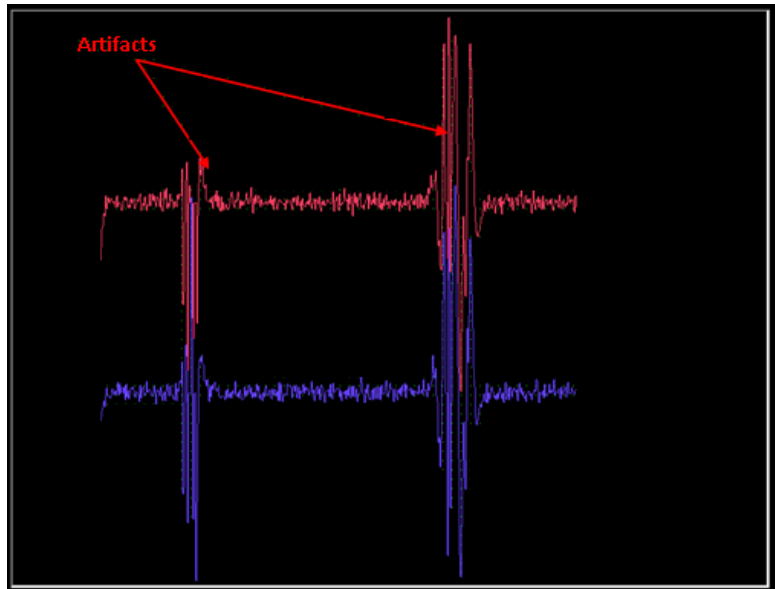
Jest to dobry ślad nagrywania podczas akwizycji.	
Jest to przykład artefaktu mrugania lub skurczu mięśni podczas nagrywania. Jeśli wystąpi zbyt wiele artefaktów mrugania, segment powinien zostać przerwany (kliknij przycisk Przerwanie) i powtórzony (kliknij przycisk Repeat).	

Na końcu segmentu wykonywane jest wstępne przetwarzanie w celu wyeliminowania artefaktów i wyświetlany jest segment. W tym momencie segment może zostać powtórzony lub możesz kontynuować Next **Segment**.

To dobre nagranie. Reakcja oka na sygnał mfERG jest widoczna (małe falki), nie ma dużych ruchów gałek ocznych, a wszystkie dane mieszczą się w granicach wyświetlacza i są stosunkowo spójne pod względem amplitudy



Jest to segment zawierający dwa duże ruchy gałek ocznych. Ruch gałek ocznych ma większą amplitudę niż reszta przebiegu. Artefakty mrugania zostaną usunięte przez algorytmy przetwarzania. Jeśli jednak % artefaktów wyświetlanych nad wykresem jest większy niż kilka procent, segment powinien zostać ponownie zarejestrowany. W takim przypadku wybierz opcję **Repeat Segment** do ponownego zarejestrowania.



Kontynuuj nagrywanie, aż wszystkie segmenty zostaną ukończone. Następnie kliknij **Zapisz test**, aby zapisać dane.

Po zapisaniu danych **Analiza.** zostanie wyświetlony ekran

Aby uzyskać dobrej jakości MFVEP, zaleca się powtórzenie nagrania co najmniej kolejne 2 razy, a następnie uśrednienie wyników.

4.0 Analiza i raport danych MFVEP

Uruchom oprogramowanie wieloogniskowe i przejdź do **Raportów**.

Wyczyść All wyczyści wszystkie pola informacji o pacjencie

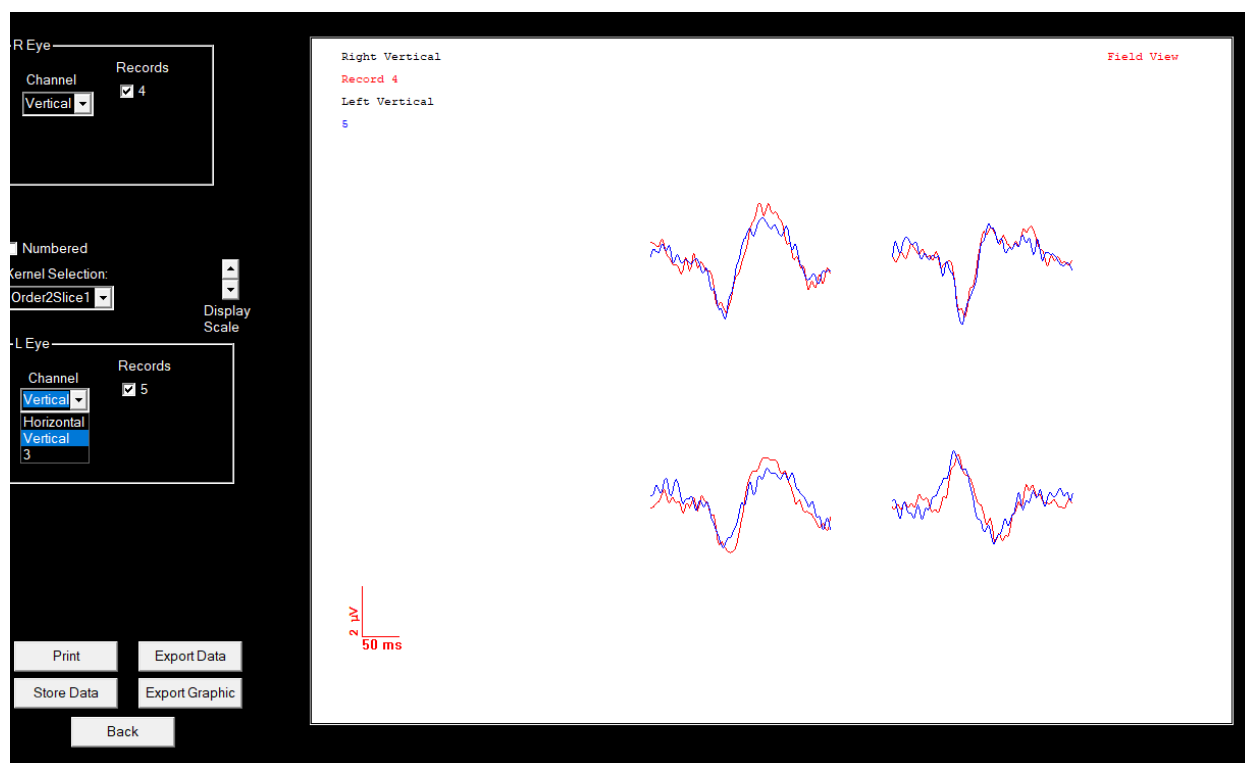
Kliknij przycisk **Wstecz** , aby przejść do Main Menu

Wybierz **MFVEP** w obszarze **Typ testu**, baza danych wyświetli wszystkie przechowywane testy.

Wpisz nazwisko lub identyfikator pacjenta, dla którego chcesz utworzyć raport, i kliknij **Szukaj**.

Wybierz łącznie do 4 nagrań. Nagrania prawego oka można wybrać za pomocą nagrań lewego oka lub obu oczu, nagrania lewego oka można wybrać za pomocą nagrań prawego oka lub obu oczu, ale nagrania lewego oka, prawego oka i obu oczu nie mogą być analizowane jednocześnie. Nagrania muszą być również tym samym **typem testu i długością testu**, aby można je było pobrać razem.

Wybierz, klikając lewym przyciskiem myszy. Wybierz **Next** , a zostanie wyświetlony ekran analizy



Upewnij się, że odpowiednie rekordy są sprawdzane w celu przejrzenia żądanych przebiegów. Porównaj każdy kanał i przejrzyj przebiegi pod kątem wszelkich defektów.

Za pomocą strzałek w górę i w dół **na skali wyświetlania** można dostosować rozmiar przebiegu.

Aby zmienić kanały, użyj rozwijanej listy w polu R eye. W tym przykładzie użyliśmy 3 elektrod rejestrujących oznaczonych w pozycji poziomej, pionowej i 3.

Jakościowo, depresyjne lub opóźnione reakcje reprezentują nieprawidłowości. Przegląd każdego kanału da ci wgląd w to, jakie obszary utraty wzroku występują w porównaniu z sąsiednimi sektorami lub oddzielnymi kanałami.

Odpowiedzi mfVEP mogą być używane do określania przestrzennie zlokalizowanych odpowiedzi VEP. Ponieważ elektrody są umieszczone nad obszarem potylicznym, zapis pozwala na odpowiedzi zdominowane przez składnik pierwotnej kory wzrokowej. Istnieje wiele zastosowań tego testu w dziedzinie neurookulistyki jako pomocy w diagnostyce. Obejmuje to następujące elementy:

1. **Stwardnienie rozsiane, jaskra, zaniki nerwu wzrokowego, niedokrwienne neuropatie nerwu wzrokowego:** wykazano, że odpowiedzi mfVEP mogą być liniowo skorelowane z lokalnymi zmianami w czułych testach mierzonych behawioralnie, takich jak pola widzenia Humphreya. Sugeruje to, że mfVEP jest metodą charakteryzowania utraty komórek zwojowych siatkówki. W niektórych przypadkach stosowanie mfVEP może wykazywać nieprawidłowości w zlokalizowanych obszarach przed nieprawidłowościami pola widzenia. Może być również stosowany u pacjentów, którzy mają problemy z wykonaniem testu HVF.
2. **Nieorganiczna utrata wzroku:** Podobnie jak konwencjonalny VEP, mfVEP może być użyty do wykluczenia funkcjonalnej utraty wzroku. Zapewnia również przewagę polegającą na wytwarzaniu topograficznej reprezentacji utraty wzroku, która może być następnie skorelowana z polami widzenia pacjenta.

Chociaż wieloogniskowy VEP ma wiele zastosowań klinicznych, nadal jest badany i rozwijany w kontekście klinicznym i badawczym.

Wieloogniskowy przewodnik rozwiązywania problemów

Objawem	Sugerowane działania
W oknie nagrywania brakuje wbudowanego ekranu z obrazem z kamery.	Upewnij się, że aparat jest podłączony do portu USB Spróbuj ponownie uruchomić oprogramowanie – czasami aparat nie rejestruje się za pierwszym razem.
Dostaję całkowicie płaską linię podczas uruchamiania linii bazowej lub rekordu.	Odłącz połączenie USB od UBA do komputera, a następnie podłącz je ponownie.
Nadmierne zakłócenia 50 Hz / 60 Hz	Elektroda może nie mieć dobrego kontaktu. Sprawdź elektrody referencyjne i rejestrujące Przewód może zostać uszkodzony wewnątrz elektrody.
Uszkodzona elektroda Buriana-Allena (pęknięta soczewka lub wziernik)	Wymień elektrodę

Sprzątanie między pacjentami

Czyszczenie podpórek pod czoło i podbródek

Pacjent wejdzie w kontakt z odpoczynkiem czoła i podbródkiem podczas testowania. Należy je czyścić i dezynfekować między użyciami, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się infekcji skóry.

Najprostszą metodą czyszczenia i dezynfekcji odpoczynku czoła i podbródka jest wytarcie ich 70% roztworem alkoholu izopropylowego. Używanie chusteczki dezynfekującej jest dobrym sposobem, aby to zrobić. Możesz również oczyścić czoło i podbródek za pomocą roztworu aldehydu glutarowego.

Odwołania

Poniższe publikacje są przywoływane w podręczniku.

- [CSC 2003] Calibration Standards Committee of ISCEV. Guidelines for calibration of stimulus and recording parameters used in clinical electrophysiology of vision. *Dokumenty Okulistyka* 107: 185–93, 2003.
- [Kaptur 1998] Kaptur DC, Li J. A technique for measuring individual multifocal ERG records. Cala Yager • D (red.) *Nieinwazyjna ocena układu wzrokowego. Towarzystwo Optyczne America, Trendy w optyce i fotonice* 11:33-41, 1998.
- [Kaptur 2000] Kaptur DC. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Prog Retinal Eye Res* 19:607-646, 2000.
- [Kaptur 2002] Hood DC, Zhang X, Hong J, and Chen C. Quantifying the benefits of additional channels of multifocal VEP recording. *Dokumenty Okulistyka* 104:303-320, 2002.
- [Kaptur 2002] Hood DC. Wieloogniskowa elektroretinogratechniki wywołanego potencjału foicznego i wizualnego. *Princelples i praktyka elektrofizjologii klinicznej widzenia* 197-205, 2006.
- [Hoffman 2021] Hoffmann, M.B., Bach, M., Kondo, M. Wsp. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2021 update). *Dok Oftalmol* 142, 5–16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10633-020-09812-w>
- [Marmuru 2003] Marmuru M, et al. Guidelines for basic multifocal electroretinography (mfERG). *Dok Oftalmol* 106:105-15, 2003.
- [Lyon 2007] Lyons JS, Severns • ML. Wykrywanie wczesnej toksyczności hydroksychlorochiny wzmacnione analizą racji pierścieniowych wieloogniskowej elektroretinografii. *Am J Oftalmol* 143:801-9, 2007.
- [Sutter 1986] Retinal area response mapping using simultaneous multi-area stimulation with binary sequences and objective response analysis. NAS Numer patentu 4,846,567.
- [Sutter 2001] Sutter EE. Imaging visual function with the multifocal m-sequence technique. *Vision Res* 41:1241-55, 2001.