



MIKROPERYMETRIA

Diagnostyka i próba zrozumienia subiektywnych dolegliwości pacjentów ze schorzeniami siatkówki

Proces percepcji otaczającego nas świata zachodzi w mózgu i stąd nie może zostać zmierzony w sposób bezpośredni. Obecnie podstawowym testem klinicznym oceniającym zdolność widzenia jest badanie ostrości wzroku. Niestety, nie odzwierciedla ono w pełni widzenia funkcjonalnego, czyli wpływu wzroku na jakość wykonywania codziennych czynności. Bierze się to stąd, że ostrość widzenia - określana jako możliwość odczytania najmniejszych czarnych liter na białym tle - jest w dużym stopniu jedynie miarą rozdzielczości obszaru siatkówki, który bezpośrednio zaangażowany jest w proces fiksacji. W otaczającym nas świecie jednak nie znajdziemy wielu obiektów o podobnym rozmiarze i kontraście do optotypów prezentowanych na tablicach do badania ostrości wzroku. Ponadto najlepsza ostrość wzroku jest możliwa do osiągnięcia tylko i wyłącznie przy prawidłowej funkcji dołka.

Ocena wartości progowych stanowiących granice pomiędzy postrzeganiem bodźca a brakiem jego percepcji może w znacznym stopniu pomóc w oszacowaniu funkcji narządu wzroku danej osoby. Najprostszą metodą pomiaru progowego jest badanie pola widzenia, czyli przestrzeni widzianej przez oko, które fiksuje stabilnie w jednym punkcie. Ponieważ taki sposób fiksacji zapewnić może tylko dołek, to wyznaczając granice pola widzenia opieramy się na założeniu, iż dana osoba fiksuje obszarem nieuszkodzonego dołka. Jeśli jednak miejsce fiksacji znajduje się poza dołkiem, to wszystkie testowane punkty będą przesunięte względem ich prawdziwej lokalizacji na siatkówce. Z kolei gdy fiksacja nie jest stabilna i podczas badania pacjent porusza okiem, wielkość wyznaczonego mroczka będzie nieprawidłowa. Dlatego też, jeżeli siatkówka nie funkcjonuje prawidłowo, miejsce fiksacji przemieszcza się poza dołek, a sama fiksacja staje się niestabilna, to klasyczna perymetria nie daje miarodajnych wyników. Badanie pola widzenia niestety nie pozwala również na detekcję niewielkich dyskretnych mroczków, które dzięki umiejscowieniu w centralnym polu widzenia znacząco obniżają funkcję narządu wzroku.

Pomysł bezpośredniego powiązania funkcji siatkówki (fiksacji i czułości) z badaniem obszaru dna oka nie jest nowy. Pierwszym urządzeniem umożliwiającym badanie perymetryczne z uwzględnieniem lokalizacji zmian siatkówkowych był skaningowy oftalmoskop laserowy Rodenstock. System ten nie pozwalał jednak na w pełni zautomatyzowane wykonanie pomiaru, jak i na powtórne badanie czułości dokładnie tych samych punktów podczas wizyty kontrolnej. Było to więc urządzenie służące bardziej celom naukowym niż klinicznym.

Wspólnie z grupą europejskich użytkowników skaningowego oftalmoskopu laserowego Rodenstock, którzy pragnęli wzbogacić jego funkcjonalność oraz uzyskać możliwość wykonywania kolorowego zdjęcia dna oka, firma NIDEK podjęła wyzwanie opracowania mikroperymetru MP-1 (Nidek Technologies). W urządzeniu tym, w celu bezpośredniej projekcji bodźców na siatkówkę badanej osoby, zastosowano wyświetlacz ciekłokrystaliczny. Stąd obiektem fiksacyjnym może być jakikolwiek znak graficzny, obrazek czy wyraz wygenerowany na ekranie komputera.

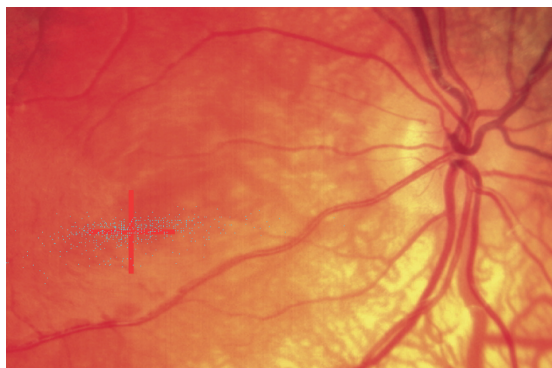
By zapewnić możliwość precyzyjnej stymulacji dowolnych punktów dna oka, wprowadzono system, który 25 razy na sekundę określa położenie siatkówki. Przed rozpoczęciem badania wykonuje się zdjęcie dna oka w podczerwieni. Następnie wskazuje się na nim charakterystyczny obszar siatkówki (np. rozgałęzienie naczyń, brzeg tarczy n II.), którego pozycja będzie śledzona. Jeśli w którymkolwiek momencie badania system nie będzie w stanie

zlokalizować tego obszaru (np. badana osoba zamknie oko, odsunie głowę lub spojrzy w bok poza badany obszar), to bodziec nie będzie prezentowany. Gdy badana osoba poruszy okiem, to o dokładnie tę samą wartość przesunięte zostanie miejsce stymulacji siatkówki. System śledzący ruchy oka pozwala więc na wysłanie bodźca w sposób powtarzalny, w ściśle określony punkt na siatkówce. Dzięki temu możliwe jest również określenie zarówno miejsca, jak i stabilności fiksacji. Biorąc pod uwagę lokalizację fiksacji, możemy ją podzielić na: w przeważającym stopniu centralną, słabą centralną oraz przeważająco ekscentryczną. Ze względu zaś na jej stabilność na: stabilną,

relatywnie niestabilną i niestabilną. Mikroperymetr MP-1 podaje również dokładne wartości liczbowe określające minimalne i maksymalne wychylenie fiksacji zarówno w osi pionowej, jak i poziomej, przestrzenny i procentowy rozkład fiksacji, jej prędkość itp. Dokończoność systemu śledzącego pozycję siatkówki obrazuje rycina 1, na której pokazano badanie fiksacji dziecka z horyzontalnym oczopląsem.

Analogicznie do klasycznego badania pola widzenia mikroperymetria wyznacza progowe wartości czułości siatkówki w poszczególnych badanych lokalizacjach. Intensywność bodźca może wahać się od 127 do 1.27 kandel na metr kwadratowy (decybelowa skala osłabienia bodźca od 0 do 20 dB) a czas jego projekcji od 100 do 2000 ms (Rycina 2). Gdy czułość siatkówki, skorygowana ze względu na wiek pacjenta i badane miejsce, jest obniżona, to rozpoznajemy mroczek względny. Jeśli zaś badana osoba nie widzi bodźca o największej intensywności, to rozpoznajemy mroczek bezwzględny. Ze względu na nieustanne śledzenie ruchów oka oraz możliwość dokładnego określenia obszaru fiksacji można za pomocą mikroperymetru MP-1 oznaczać również czułość siatkówki u osób z uszkodzoną siatkówką, które niejednokrotnie prezentują niestabilną fiksację przeważająco ekscentryczną (np. zanik geograficzny, otwory w plamce itp.). Przykład obrazowania pacjenta z mroczkiem bezwzględnym w obrębie siatkówki przedstawia rycina 3.

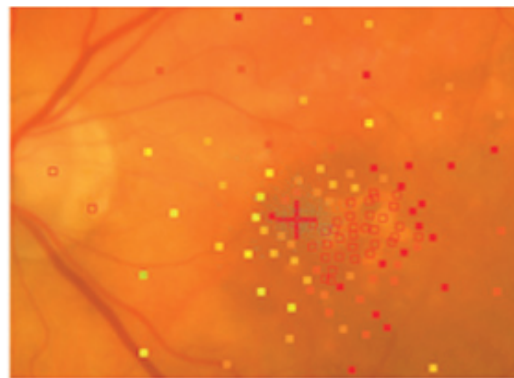
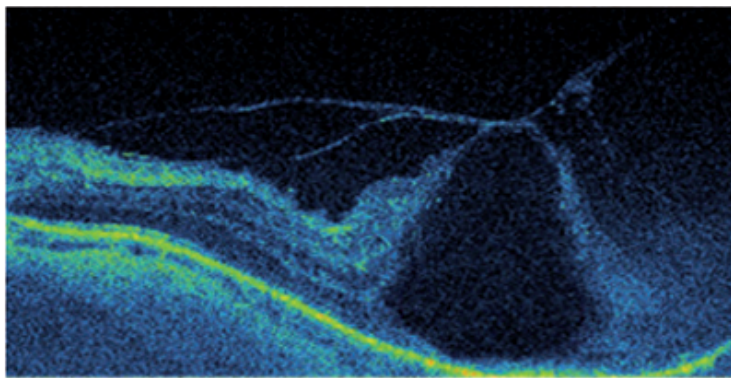
Dzięki możliwości precyzyjnej wizualizacji niewielkich mroczków w centralnym polu widzenia mikroperymetria może



Rycina 1. Kolorowe zdjęcie dna oka 8-letniego chłopca z horyzontalnym oczopląsem. Niebieskie punkty przedstawiają przestrzenny rozkład fiksacji w przeciągu 30-sekundowego badania. Obiektem fiksacyjnym jest czerwony krzyż.

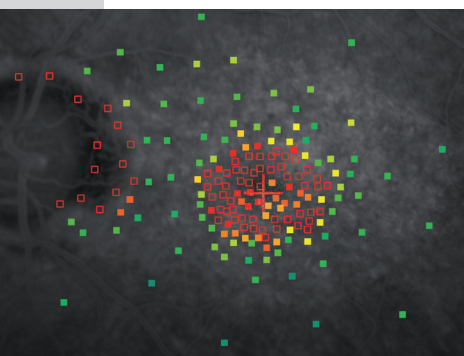


Rycina 2. Decybelowa skala osłabienia bodźca. Wartość 0 dB odpowiada największej intensywności bodźca. W przypadku prawidłowej funkcji siatkówki pacjent postrzega bodźce o czułościach, którym odpowiadają ciemniejsze odcienie koloru zielonego.



Rycina 3. Spektralna koherentna tomografia optyczna i mikroperymetria siatkówki lewego oka 55-letniej pacjentki z cukrzycą. **A.** Trakcja szklistkowo-siatkówkowa unosząca powierzchnię siatkówki w skroniowej części siatkówki; śródsiatkówkowa przestrzeń płynowa oraz uszkodzenie zewnętrznych warstw siatkówki zmysłowej. **B.** Uogólnione zmniejszenie czułości siatkówki. W skroniowej części siatkówki mroczek bezwzględny odpowiadający obszarowi uszkodzenia zewnętrznych warstw siatkówki zmysłowej. Dla przejrzystości ryciny pominięto wartości liczbowe czułości siatkówki. Pełne kwadraty odpowiadają bodźcom, które były widziane przy danej intensywności. Puste kwadraty zaś tym, których pacjentka nie widziała. Intensywność bodźca reprezentowana jest przez kolor danego kwadratu. Stąd czerwone puste kwadraty odpowiadają mroczkowi bezwzględnemu. Obiektem fiksacyjnym jest czerwony krzyż.

być niejednokrotnie jedynym badaniem, które pozwoli, przynajmniej w pewnym stopniu, na „zobaczenie światła oczyma pacjenta” i zrozumienie jego subiektywnych dolegliwości. Rycina 4 przedstawia wynik badania mikroperymetrycznego osoby z ostrością wzroku 1.0, która nie była jednak w stanie odnaleźć



Rycina 4. Angiografia fluoresceinowa i mikroperymetria siatkówki lewego oka 47-letniego pacjenta z dystrofią czopków. Pierścieniowate pasmo hiperfluorescencji typu ubytku okienkowego. W centrum siatkówki zachowany niewielki obszar siatkówki o obniżonej czułości, w którego obrębie zlokalizowana jest stabilna, w przeważającym stopniu centralna fiksacja. Wokół niego widoczny jest pierścieniowaty mroczek bezwzględny, którego wielkość nie pokrywa się ze zmianami obserwowanymi

w badaniu angiograficznym. Dla przejrzystości ryciny pominięto wartości liczbowe czułości siatkówki. Pełne kwadraty odpowiadają bodźcom, które były widziane przy danej intensywności. Puste kwadraty zaś tym, których pacjent nie widział. Intensywność bodźca reprezentowana jest przez kolor danego kwadratu. Stąd czerwone puste kwadraty odpowiadają mroczkowi bezwzględnemu. Obiektem fiksacyjnym jest czerwony krzyż.

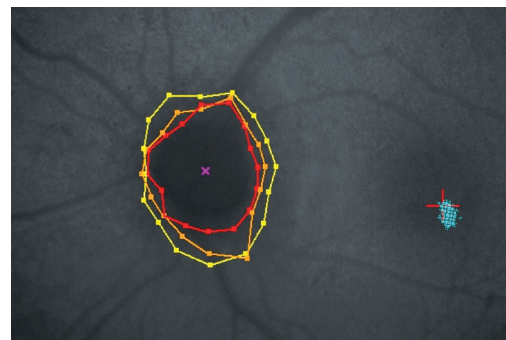
na ścianie tablicy optotypów. Pacjent bez problemu rozpoznawał osoby z dużej odległości oraz przedmioty znajdujące się po jego bokach. Niestety, gdy osoby te zbliżały się ku niemu, przestawał je widzieć. Pomimo doskonałej ostrości wzroku osoba ta miała ogromne trudności w samodzielnym funkcjonowaniu w większości sytuacji życia codziennego. Badanie mikroperymetryczne wykazało obecność niewielkiego obszaru siatkówki o obniżonej czułości w centrum siatkówki, który umożliwiał jednak stabilną, w przeważającym stopniu centralną fiksację. Wokół niego rozciągał się mroczek bezwzględny, który z kolei otoczony był pasmem siatkówki o zachowanej funkcji.

Rozmiar mroczków może być również określany w badaniu kinetycznym. W tym celu projektuje się bodziec na środek przewidywanego mroczka a komputer automatycznie, z wcześniej zadaną prędkością i odstępem, przesuwa go na zewnątrz. W momencie gdy badana osoba zauważy bodziec, naciska przycisk. Następnie badanie jest powtarzane wzdłuż różnych promieni i dla bodźców o różnej intensywności. Przykład badania kinetycznego u pacjentki z zespołem licznych znikających białych plamek przedstawia rycina 5.

Innym niezmiernie ciekawym zastosowaniem mikroperymetrii jest rehabilitacja osób słabowidzących. Polega ona w ogólnym założeniu na stabilizacji fiksacji w nowej lokalizacji. Stabilna fiksacja ma bowiem zasadnicze znaczenie przy czynnościach

wymagających utrzymania wzroku na oglądanym obiekcie na tyle stabilnie, by mógł on zostać rozpoznany. Do czynności takich należą między innymi czytanie i rozpoznawanie twarzy. Badanie mikroperymetryczne dostarcza w tym przypadku niezbędnych informacji na temat funkcji centralnej części siatkówki, która w sposób bezpośredni zaangażowana jest w oba procesy. By móc płynnie czytać bez pomocy wzrokowych, centralne pole widzenia musi być zachowane w obszarze 4 na 2 stopnie, a ostrość wzroku wynosić co najmniej 0.4. U osób, które czytają z lewa na prawo, lokalizacja mroczka po prawej stronie obszaru fiksacji prowadzić będzie do powstania problemów z sakadowymi ruchami gałek ocznych. Stąd gdy mroczek zlokalizowany jest bardzo blisko obszaru fiksacji, możliwość jednoczesnego rozpoznawania więcej niż jednej litery jest znacznie utrudniona. Ćwiczenia, które stabilizują ekscentryczną fiksację u osób z uszkodzoną siatkówką, mogą usprawnić funkcję narządu wzroku. U osób z wieloma obszarami fiksacji „zmuszają” zaś pacjenta do wyboru jednego preferowanego obszaru fiksacji.

Mikroperymetria, dzięki detekcji mroczków w centralnym polu widzenia, które znacząco obniżają jakość życia, może pomóc w diagnostyce i zrozumieniu subiektywnych dolegliwości pacjentów ze schorzeniami siatkówki. Umożliwia również precyzyjną ocenę miejsca i stabilności fiksacji. MP1 to urządzenie, które jest w stanie śledzić położenie siatkówki z wystarczającą częstotliwością, by móc miarodajnie określić jej czułość.



Rycina 5. Autofluorescencja i mikroperymetria dna lewego oka 22-letniej pacjentki z zespołem licznych znikających białych plamek. Niewielkie cętkowane obszary zmniejszonej autofluorescencji w miejscu uszkodzenia warstwy barwnikowej. Obniżenie czułości siatkówki w sąsiedztwie tarczy nerwu wzrokowego odpowiadające poszerzeniu plamy ślepej. Dla przejrzystości ryciny pominięto wartości liczbowe czułości siatkówki. Pełne kwadraty odpowiadają bodźcom, które przy danej intensywności były widziane. Intensywność bodźca reprezentowana jest przez kolor danego kwadratu. Niebieskie punkty przedstawiają przestrzenny rozkład fiksacji w czasie całego badania mikroperymetrycznego. Fiksacja jest stabilna, w przeważającym stopniu położona centralnie. Obiektem fiksacyjnym jest czerwony krzyż.

Bartosz Ł. Sikorski
Klinika Chorób Ocu,
Collegium Medicum UMK, Bydgoszcz

