

ny z wysoką krótkowzrocznością. Jednak różnicowanie obrazu dna oka wysokokrótkowzrocznego i oka wczesnojaskrowego jest szczególnie trudne, a czasem wręcz niemożliwe. Dlatego kwestia, które cechy w obrazowaniu należy traktować jako zmiany krótkowzroczne, a które jako jaskrowe, wzbudza dyskusję i wiele kontrowersji. Dotyczy to obrazu dna oka i ubytków w polu widzenia. Sytuacja jest bardziej skomplikowana, gdy JMłOK współistnieje z wysoką krótkowzrocznością (ryc. 2.13).

Aby właściwie kwalifikować opisywane zmiany, różnicowanie tych dwóch stanów wymaga wielokrotnych, szczegółowych badań (w tym HRT, GDx VCC i OCT) oraz bardzo dużego doświadczenia okulisty.

Definicja wedle anatomii klinicznej określa **wysoką krótkowzroczność zwyrodnieniową** jako rozciągnięcie tylnego bieguna oka i związane z tym ścięczenie twarówkowo-naczyniówkowe, zmiany morfologiczne tarczy nerwu wzrokowego i jej okolicy. Według kryteriów biometrycznych oko z wysoką krótkowzrocznością zwyrodnieniową definiowane jest jako oko, w którym oś przednio-tylna wynosi ≥ 26 mmHg, a siła refrakcji $\geq -6,0$ D. Natomiast ultrasonograficznie stwierdza się garbiak tylny gałki ocznej.

Logiczną wydawałaby się hipoteza o zbliżonym genetycznie uwarunkowaniu wysokiej krótkowzroczności zwyrodnieniowej i JPOK, którą mogłaby potwierdzać pozytywna odpowiedź na kortyzon stosowany w leczeniu obu tych schorzeń. Jednakże ich dziedziczenie nie jest uwarunkowane wspólnym genem (Wang RF i wsp., 1986). Mimo to osiowa krótkowzroczność, szczególnie wysoka, pozostaje, oprócz podwyższonego cwg, jednym z głównych miejscowych czynników ryzyka rozwoju neuropatii wzrokowej w JMłOK. W jej przebiegu zagłębienie tarczy nerwu wzrokowego jest zazwyczaj znaczne, blaszka sitowa słaba o zmienionej strukturze kanalików na szersze i bardziej owalne, a tętnice siatkówki zwężone.

Należy jednak zwrócić uwagę, że we wcześniejszym okresie rozwoju JMłOK postęp zagłębienia tarczy nerwu wzrokowego, tak niepokojący u osób w starszym wieku, u których

może być wykładnikiem zaniku włókien nerwowych, ma zdecydowanie mniejsze znaczenie diagnostyczne u dzieci i młodzieży, a przede wszystkim może nie korespondować z ubytkami w polu widzenia. W średnio zaawansowanych stadiach choroby ubytki w polu widzenia mogą być również relatywnie mniejsze, co ma związek ze zmieniającymi się jeszcze warunkami anatomicznymi, a ponadto nie obserwuje się znaczących zaburzeń autoregulacji krążenia krwi w tym obszarze unaczynienia (Spaeth G.L. i wsp., 2006; badania autora, 2007 i 2008).

Wspomnieć jeszcze trzeba, że rozciągnięcie ściany gałki ocznej oraz przesunięcie blaszki sitowej ku przodowi powodują, że jaskrowe zagłębienie w oku wysokokrótkowzrocznym jest stosunkowo płytkie i trudne do zinterpretowania, nawet w soczewce Volka (mimo że soczewka +90 D daje powiększenie 1,4-krotne), a ścięczenie pierścienia nerwowo-siatkówkowego w JMłOK najwyraźniej uwidacznia się na godzinach 12.00 i 6.00. Ponadto skroniowa część pierścienia nerwowo-siatkówkowego często ulega nachyleniu w stosunku do siatkówki, co dodatkowo, i znacznie, utrudnia lokalizację brzegu tego pierścienia. Może to być istotne w analizie obrazu w badaniu HRT.

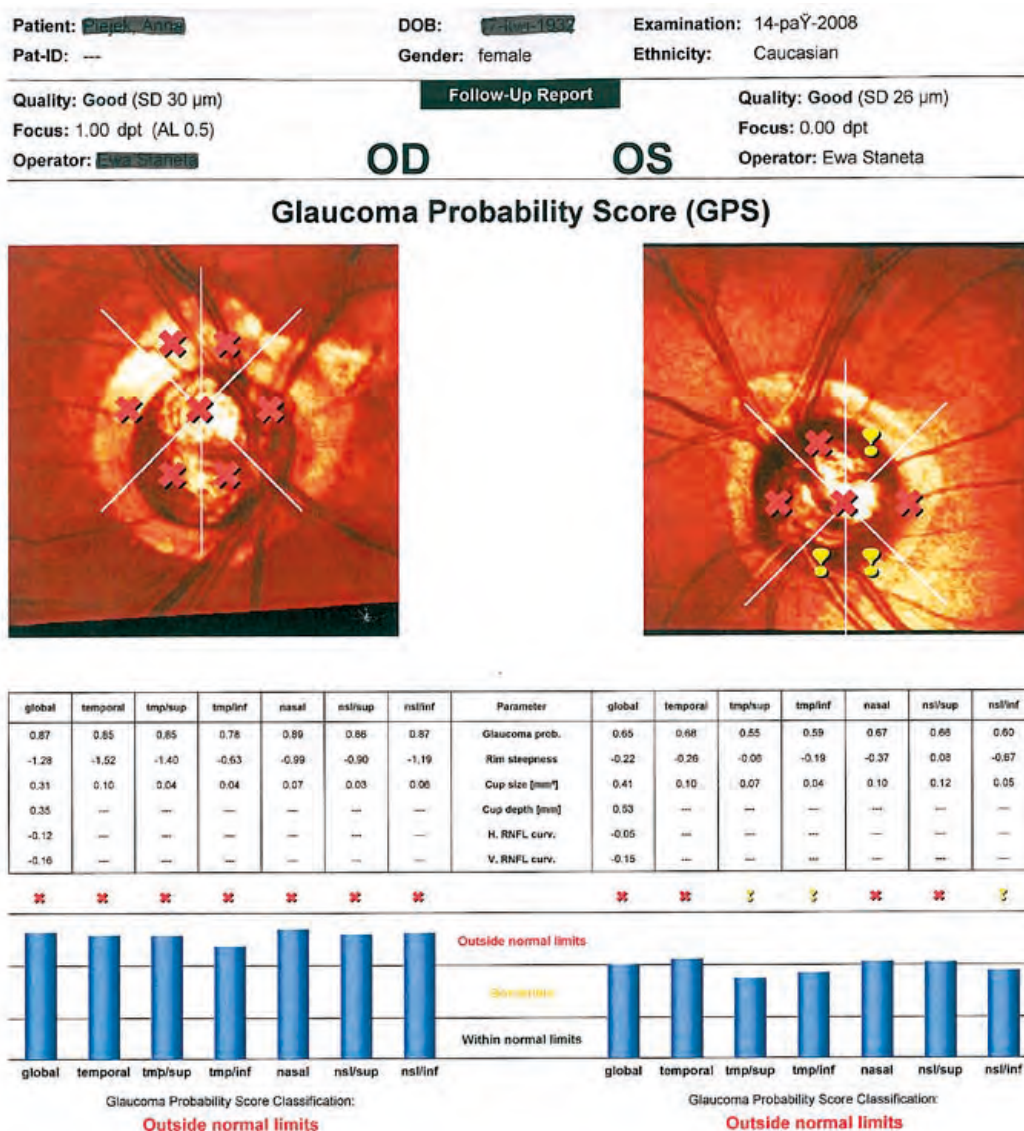
Wynika z tego, że współistniejące ze sobą jaskra i krótkowzroczność mogą pogłębiać zmiany chorobowe.

Badanie pola widzenia

Pole widzenia to zbiór wszystkich punktów w przestrzeni świata zewnętrznego postrzeganych równocześnie przez nieruchome (ufiksowane) oko, lub według Traquaira: „wyspa widzenia otoczona morzem ciemności”.

Wynik badania pola widzenia (poszukiwanie jego ubytków) jest najistotniejszym elementem weryfikującym morfologiczne cechy tarczy jaskrowej w procesie rozpoznawania choroby. Stanowi również ważny parametr w określaniu stopnia zaawansowania jaskry i przebiegu jej leczenia. Natomiast chorego informuje o stopniu utraty funkcji widzenia.

W jaskrze najwcześniej ulegają uszkodzeniu włókna paracentralne dolnej połowy



Ryc. 2.13. Badanie HRT. Zaawansowane zmiany jaskrowe współistniejące z wysoką krótkowzrocznością

siatkówki, następnie włókna paracentralne górnej połowy siatkówki, w dalszej kolejności włókna obwodowe części skroniowej, włókna pęczka tarczowo-plamkowego, a na końcu włókna nosowej części siatkówki.

Gdy badanie wykonywane jest metodą **perymetrii kinetycznej**, to powstałe zmiany ujawniane są dopiero w rozwiniętym okresie choroby, tj. gdy zanikowi ulegnie co najmniej 40% włókien nerwu wzrokowego. Natomiast w **automatycznej perymetrii statycznej** (SAP, *static or standard automated perimetry*) ubytki mogą być wykryte już przy uszkodzeniu 20–40% włókien nerwu wzrokowego. Ocena statycznego pola widzenia daje więc większe możliwości wcze-

snej diagnostyki jaskry i monitorowania jej leczenia, przyczyniając się do ujawnienia nawet dyskretnych (względnych) mroczków okołosrodkowych (w przestrzeni Bjerruma, tj. od 10⁰ do 30⁰ wokół punktu fiksacji) i ich pomiaru ilościowego.

Na etapie rozpoznania jaskry można ustalić, jak zaawansowany jest proces choroby, jednakże nie wiadomo, jakie jest tempo postępu zmian. Dopiero ścisła obserwacja w pierwszych latach po rozpoznaniu daje możliwość oceny tempa progresji. U większości chorych postęp JPOK jest liniowy, dlatego w pierwszych 2 latach od rozpoznania można przewidzieć dalszy przebieg choroby. Jest to znacznie trudniejsze w JMłOK i osob-

niczo zmienne. Wiarygodny wynik badania otrzymuje się wtedy, gdy co najmniej dwa kolejne badania uwidoczniają zmiany stwierdzone w polu widzenia. Powinny one odpowiadać anatomicznym zmianom jaskrowym na dnie oka.

W badaniach klinicznych najczęściej są stosowane analizy zdarzenia (*event analysis*) i trendu (*trend analysis*) przy użyciu odpowiedniego oprogramowania. W praktyce wykorzystuje się do tego celu średnie odchylenie standardowe (MD, *mean deviation, mean defect*), które określa średnią różnicę między czułością siatkówki badanego oka a prawidłową czułością w danej kategorii wiekowej (rekomendacje EGS i AGIS). We wczesnej JMłOK – MD kształtuje się < -6,0 dB, przy średnio nasilonych zmianach jaskrowych ok. -10,0-12,0 dB, a w zaawansowanej jaskrze > -12,0 dB. Ocena tego parametru rekomendowana jest przez Europejskie Towarzystwo Jaskrowe (EGS, *European Glaucoma Society*).

U każdego nowo zdiagnozowanego chorego należy określić, w jakim punkcie wykresu, czyli w jakim momencie choroby, obecnie się on znajduje. Na osi poziomej sytuuje się wiek badanego (tzw. linia życia), a na osi pionowej – dane dotyczące utraty pola widzenia określone w decybelach (dB). Podobnego porównania należy dokonać po ok. 2 latach, a w jaskrze młodzieńczej otwartego kąta jeszcze częściej, ze względu na jej szybszy przebieg. Daje to odpowiedź, czy i o ile pogorszyło się pole widzenia i jakie jest tempo progresji zmian. Na tej podstawie można wyciągnąć wnioski, czy stosowane dotychczas leczenie jest wystarczające, czy też należy wdrożyć bardziej agresywną terapię.

Oznacza to, że wyniki częstego badania pola widzenia to podstawowy wykładnik postępu jaskry, który należy brać pod uwagę w codziennej praktyce okulistycznej. Gdy zaobserwowano progresję zmian w polu widzenia, zaleca się wykonywanie tego badania nawet 3 razy w roku (badanie AGIS).

W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się tzw. **jaskrze preperymetrycznej**, czyli takiej w której w komórkach zwojowych siatkówki i we włóknach nerwowych

pojawiają się zmiany, a w klasycznym badaniu pola widzenia nie stwierdza się jeszcze ubytków. Metody badania, które mogą ujawnić ten stan, to GDx, SWAP, FDT i OCT, a dostępne perymetry to m.in.: Octopus, Humphrey, Medmond. Zmiany w polu widzenia przedstawiono na ryc. 2.14–2.17.

Wcześniejsze (nawet o kilka lat) ujawnianie zmian w polu widzenia jest możliwe przy zastosowaniu **perymetrii krótkofalowej** (SWAP, *short wavelength automated perimetry*), która wykorzystuje w jaskrze zjawisko zaburzenia widzenia barwy niebieskiej (tzw. krótkofalowej drogi przewodnictwa wzrokowego), za które odpowiedzialna jest subpopulacja komórek zwojowych P.

Badanie polega na prezentowaniu dużego niebieskiego znaczka na jasnożółtym tle (*blue-on yellow*). Perymetria ta wyodrębnia odpowiedź komórek zwojowych typu K (*konio-cellular*), stanowiących ok. 10% całej populacji przewodzących bodźce krótkofalowe (światło niebieskie o maksymalnej absorpcji 440 nm). Badanie to pozwala wykryć zmiany jaskrowe o ok. 3–5 lat wcześniej, niż można to uczynić za pomocą technik standardowych. Perymetria ta wykorzystywana jest głównie w diagnostyce ludzi młodych, u których nie występują zmętnienia soczewki.

Drugim rodzajem perymetrii, która również wykazuje zmiany w polu widzenia wcześniej (o ok. 4 lata) niż tradycyjna perymetria, jest **perymetria zdwojonej częstotliwości** (FDT, *frequency doubling technology*). We wczesnej i średnio zaawansowanej jaskrze jej czułość waha się od 35% do 93%, a specyficzność od 90% do 97%, niezależnie od zaawansowania choroby. Jej wyniki korelują z otrzymanymi w badaniu GDx VCC. Stosowanym i udoskonalonym polomierzem jest perymetr Humphrey FDT-Matrix, który wymaga krótszego czasu wykonania testu. Wyniki przedstawiono na ryc. 2.18–2.20.

Perymetria zdwojonej częstotliwości jest perymetrią selektywną, wykrywającą utratę komórek M (*magnocellular*), które fizjologicznie posiadają większą wrażliwość na uszkodzenie jaskrowe, ale stanowią zaledwie 4% całej populacji komórek zwojowych, oraz małych komórek zwojowych P.

Perymetr FDT wykorzystuje zjawisko zdwojenia poprzez częstotliwość wzoru biało-czarnych pionowych pasków, które wyświetlane są na ekranie naprzemiennie z częstotliwością 25 Hz, co daje efekt zdwojenia liczby pasków. Istotny jest moment, kiedy badany zobaczy prezentowany wzór. Podczas badania bodziec powoduje pobudzenie drogi magnocelularnej testującej system komórek zwojowych typu III, czyli komórek M, a szczególnie ich podgrupy zwanej komórkami M_y , które stanowią 25% komórek M i 4% całej populacji komórek zwojowych siatkówki. Komórki te są szczególnie wrażliwe na uszkodzenie jaskrowe i ulegają uszkodzeniu we wczesnej fazie jaskry. Charakteryzują się dużym przekrojem aksonów i szybkim przewodzeniem oraz wrażliwością na pobudzenie bodźcem o wysokiej częstotliwości.

Badanie FDT daje możliwość korzystania z normatywnej bazy danych w odniesieniu do wieku. Podstawową jednak jego zaletą jest to, że może wykrywać zmiany w polu widzenia, spowodowane ubytkami w warstwie włókien nerwowych siatkówki nawet ok. 4 lata wcześniej przed pojawieniem się ich w standardowym badaniu pola widzenia. Początkowo ubytki zlokalizowane są na obwodzie, przy długo zachowanym widzeniu centralnym, ponieważ najbardziej odporne na wzrost cwg są włókna nerwowe tej okolicy. Użycie perymetru Humphrey FDT-Matrix znacznie skraca czas i zwiększa komfort badania pola widzenia, co jest bardzo istotne dla niecierpliwego młodego pacjenta.

W jaskrze zaawansowanej wykrycie mroczka łukowatego (Bjerruma), przebiegającego od płamy ślepej do nosowego poziomu południka, wiąże się z pełnościennym ubytkiem pierścienia nerwowo-siatkówkowego i powstaniem jego brzeźnego zagłębienia – tzw. wcięcia. Natomiast stwierdzenie schodu nosowego (Roennego) wskazuje, że już niemal żadne z włókien nerwowych biegnących z górnej lub dolnej hemisfery do poziomego południka (*raphe*) nie zostały zachowane. Są to późne objawy uszkodzenia jaskrowego, występujące we w pełni rozwiniętym obrazie chorobowym i typowe dla jaskry.

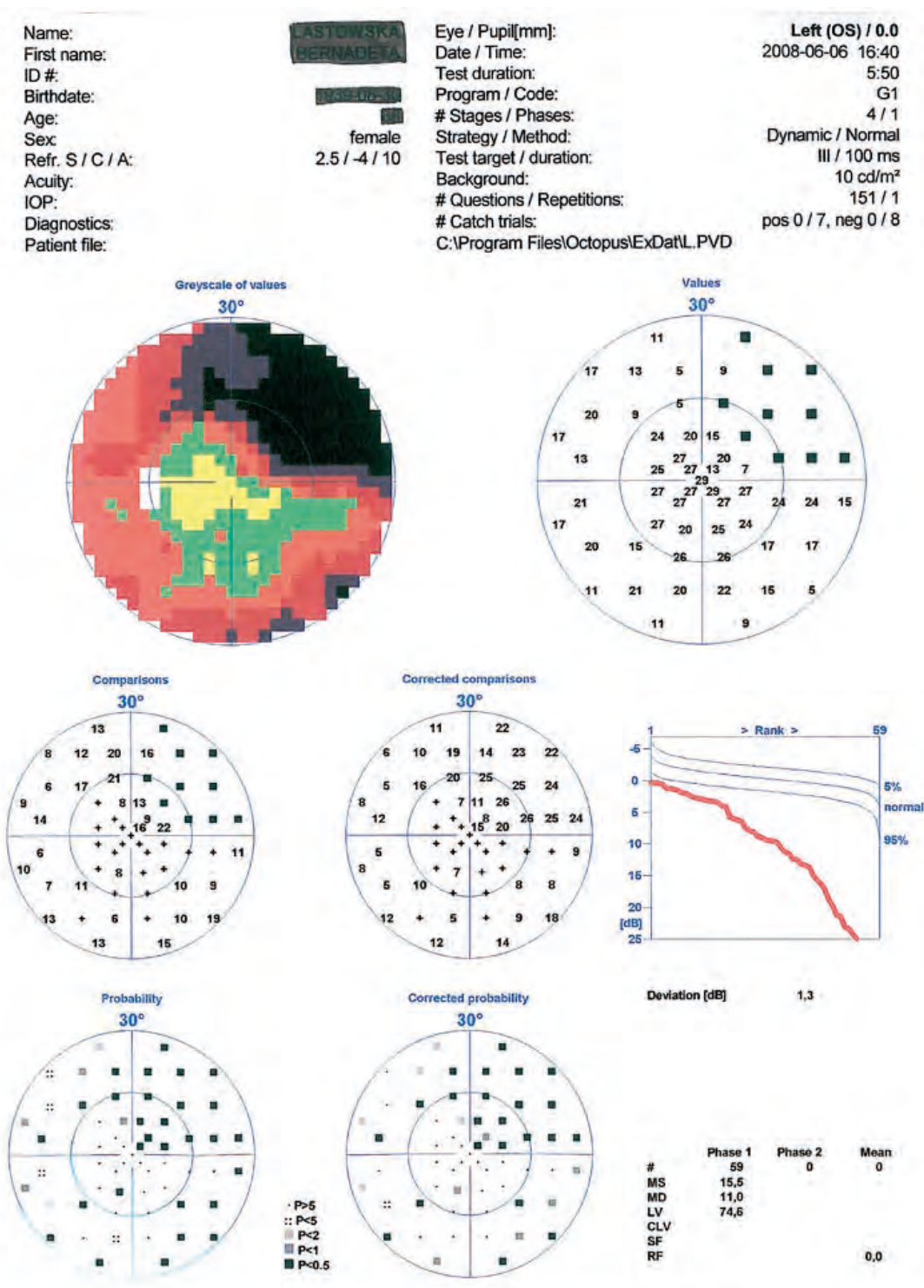
Inną metodą badania perymetrycznego jest wykorzystywanie bodźca migocącego **pomiaru krytycznej częstotliwości fuzji** (CFF, *critical flicker frequency*), ale metoda ta dostępna jest tylko w niektórych perymetrach.

Z punktu widzenia lekarza okulisty praktyka, bardzo istotne są informacje: czy pacjent choruje na jaskrę; czy mimo zastosowanego leczenia postępuje uszkodzenie jaskrowe i w jakim tempie. Natomiast dla chorego na jaskrę najważniejsze jest zachowanie jak najmniej uszkodzonego pola widzenia. Dlatego też bez wielokrotnego badania tego parametru nie można mówić o prawidłowej diagnostyce i monitorowaniu progresji jaskry ani nie można udzielić choremu informacji, czy udało się uzyskać stabilizację zmian perymetrycznych.

Według zaleceń Europejskiego Towarzystwa Jaskrowego z 2008 r., w pierwszych 2 latach po rozpoznaniu jaskry powinno się wykonać 6 badań pola widzenia za pomocą standardowej perymetrii statycznej (SAP, *standard automated perimetry*) (3 razy w roku), a w JMłOK nawet częściej, i to stosując strategię progową *full treshold*, typowymi programami 30-2 lub 24-2. Zaleca się wykonywanie badania tym samym aparatem i przy użyciu tej samej strategii. Wiarygodny wynik badania perymetrycznego otrzymuje się wtedy, gdy co najmniej 2 kolejne badania uwidaczniają zmiany stwierdzone w polu widzenia, które powinny odpowiadać jaskrowym zmianom morfologicznym na dnie oka.

Należy podkreślić, że w JMłOK wynik badania pola widzenia jest jedynym wykładnikiem czynnościowego i organicznego uszkodzenia w jaskrze i bezpośrednio przekłada się na jakość życia chorego.

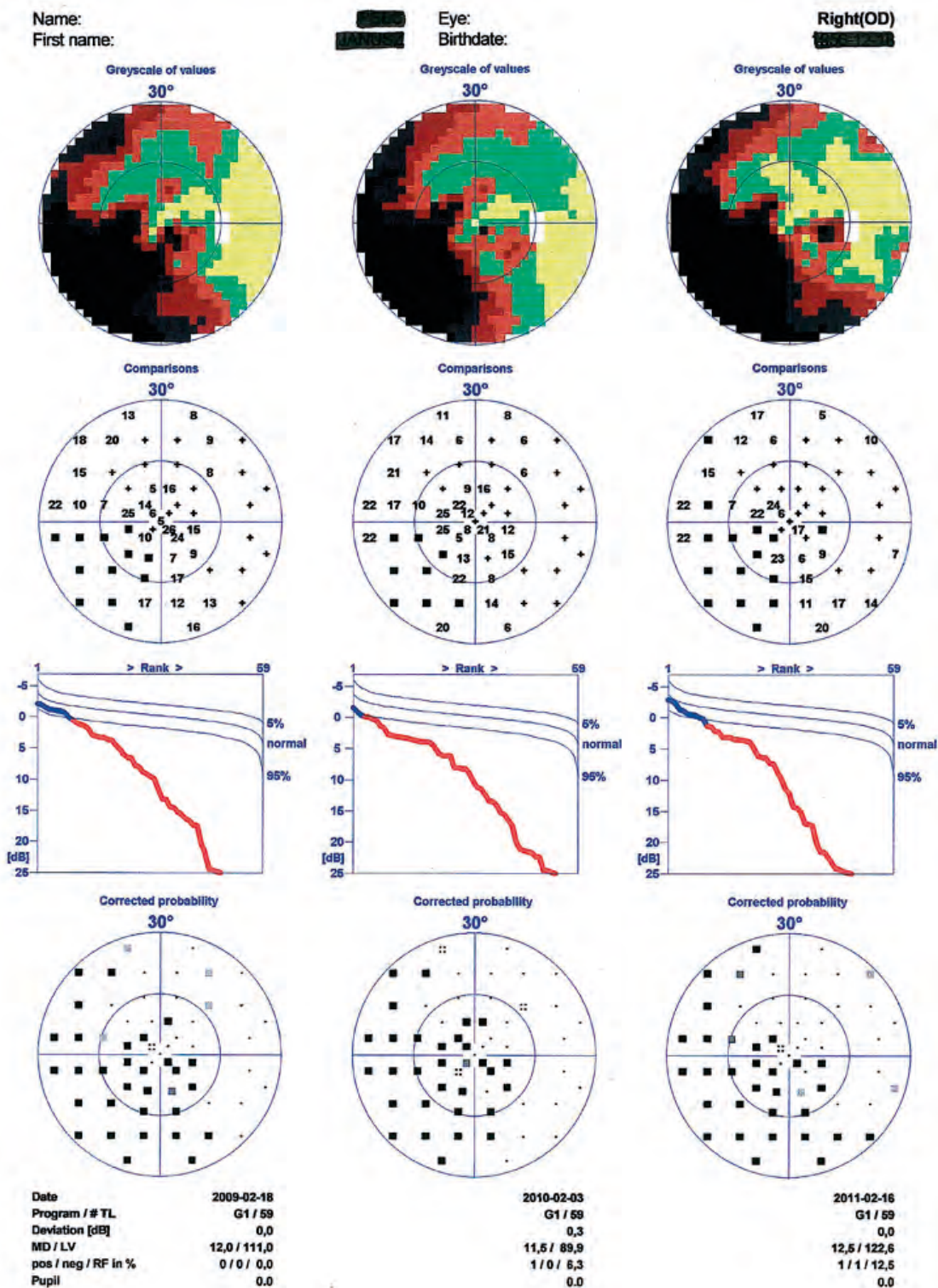
Ocena statycznego pola widzenia daje więc większy zakres wczesnej diagnostyki jaskry i monitorowania skuteczności jej leczenia. Umożliwia wykrycie miejsca i stopnia uszkodzenia już w okresie pojawiania się względnych mroczków okołosrodkowych (w przestrzeni Bjerruma – 10 do 30 stopni



Ryc. 2.14. Octopus 301. Schód nosowy górny

wokół punktu fiksacji), a ponadto dokonanie ich pomiaru ilościowego. Jest to niezwykle ważne, gdyż na początkowym etapie uszkodzenia pola widzenia chory nie dostrzega ubytków położonych po stronie nosowej, ponieważ te części pola widzenia obojga oczu nakładają się na siebie.

W momencie rozpoznania jaskry można ustalić, jak zaawansowany jest proces chorobowy, jednakże nie wiadomo, jakie jest jego tempo progresji. Należy podkreślić, że do otrzymanych wyników należy podchodzić zawsze z rozwagą i kompleksowo. Dopiero ścisła obserwacja, szczególnie w pierwszych

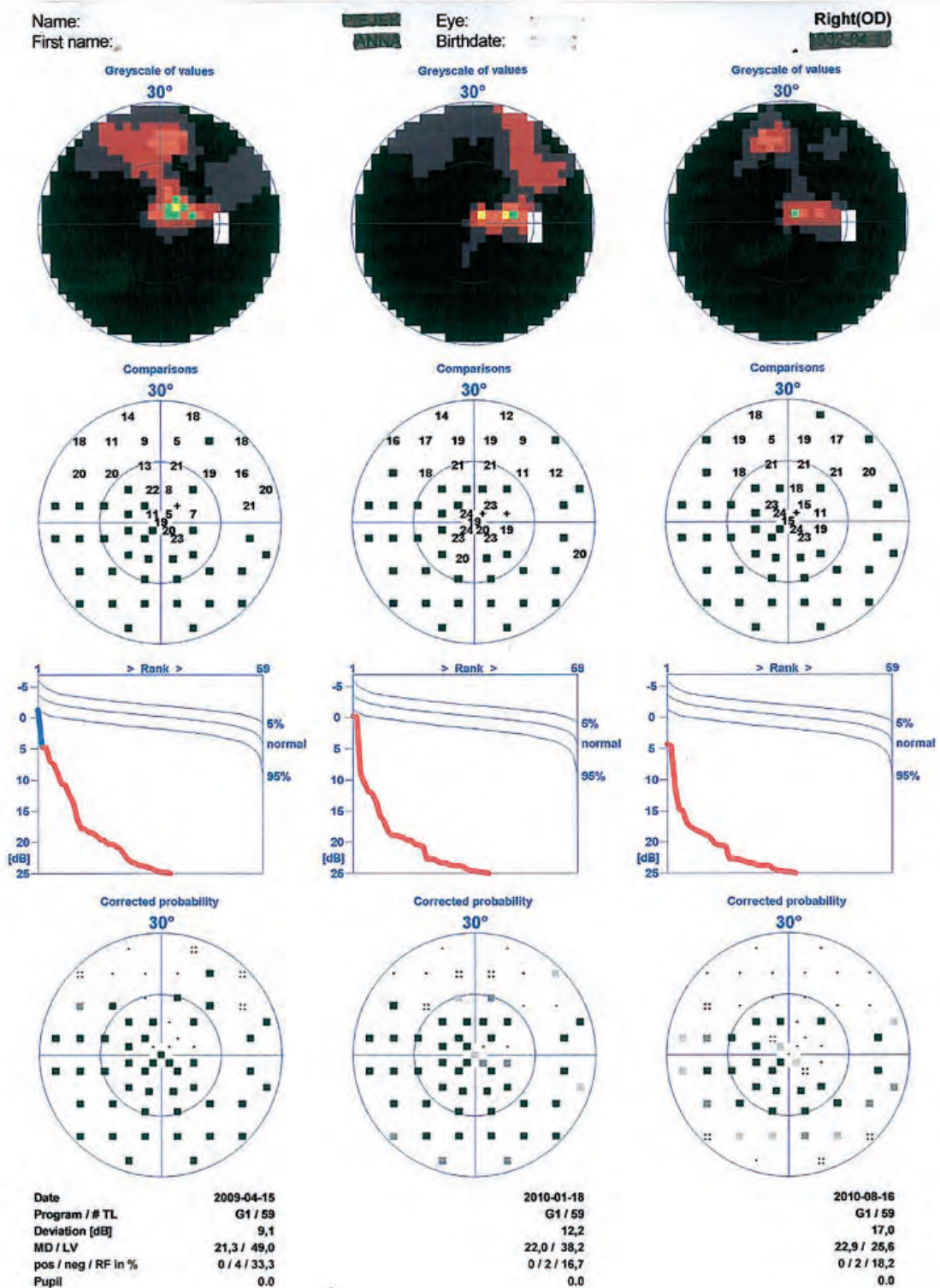


Ryc. 2.15. Octopus 301. Mroczek łukowaty

latach od rozpoznania, daje możliwość oceny tempa przebiegu choroby, dzięki czemu można przewidzieć dalszy jej przebieg. W późniejszym okresie choroby uzyskane wyniki badania pola widzenia dają podstawę do kontynuacji stosowanego leczenia

przeciwjaskrowego lub jego zmiany, według oceny tempa progresji zmian jaskrowych.

Wskaźnik zmian w polu widzenia (VFI, visual field index) został opracowany w celu umożliwienia kalkulacji perymetrycznej progresji choroby. Parametr ten ulega mniej-

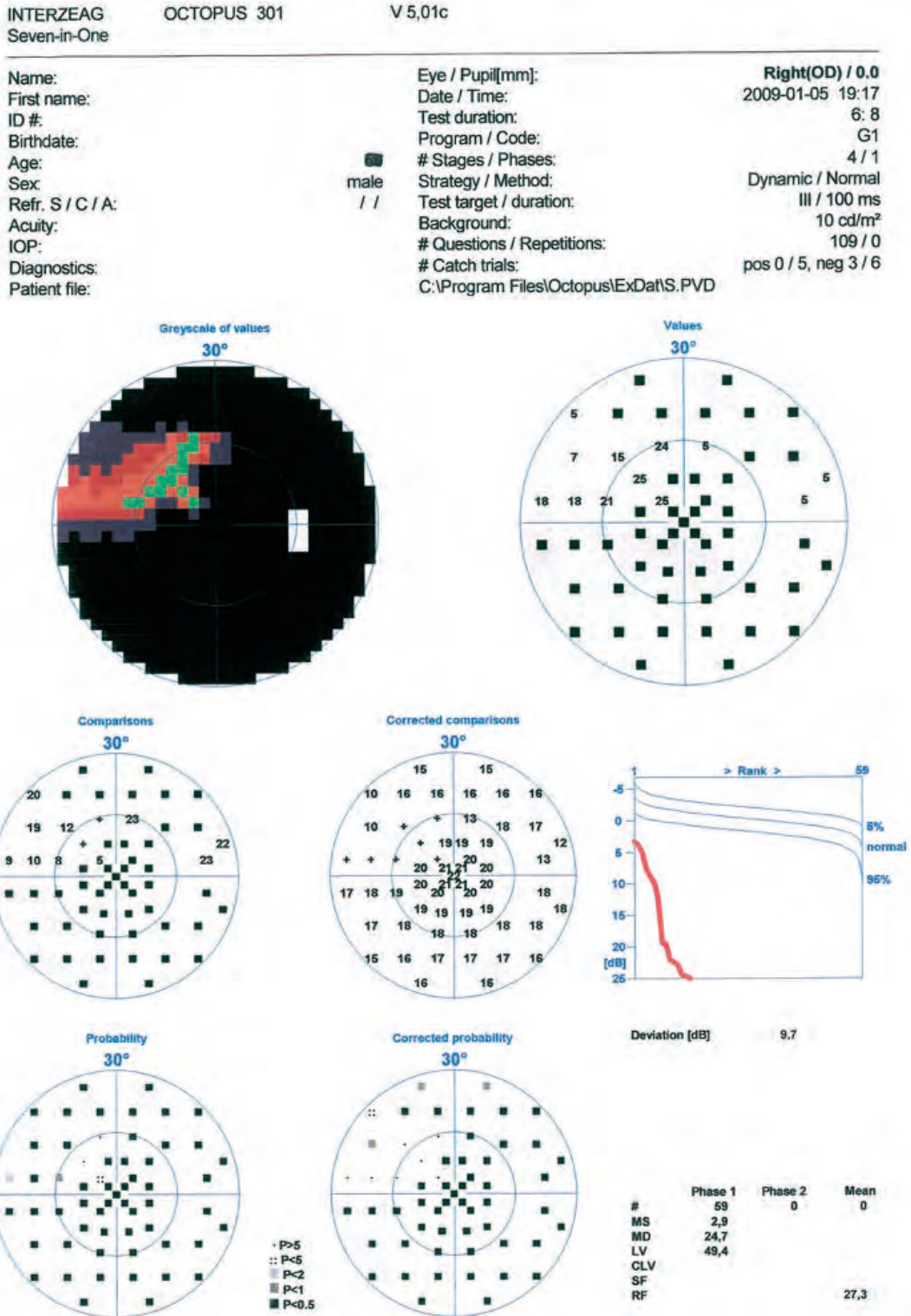


Ryc. 2.16. Octopus 301. Zmiany bardzo zaawansowane

szym zaburzeniom, zmiany zaćmowe mają na niego tylko niewielki wpływ, mniejszy niż na tradycyjne MD.

Należy mieć świadomość, że badanie pola widzenia jest badaniem psychofizycznym, które w swojej naturze może być obciążone

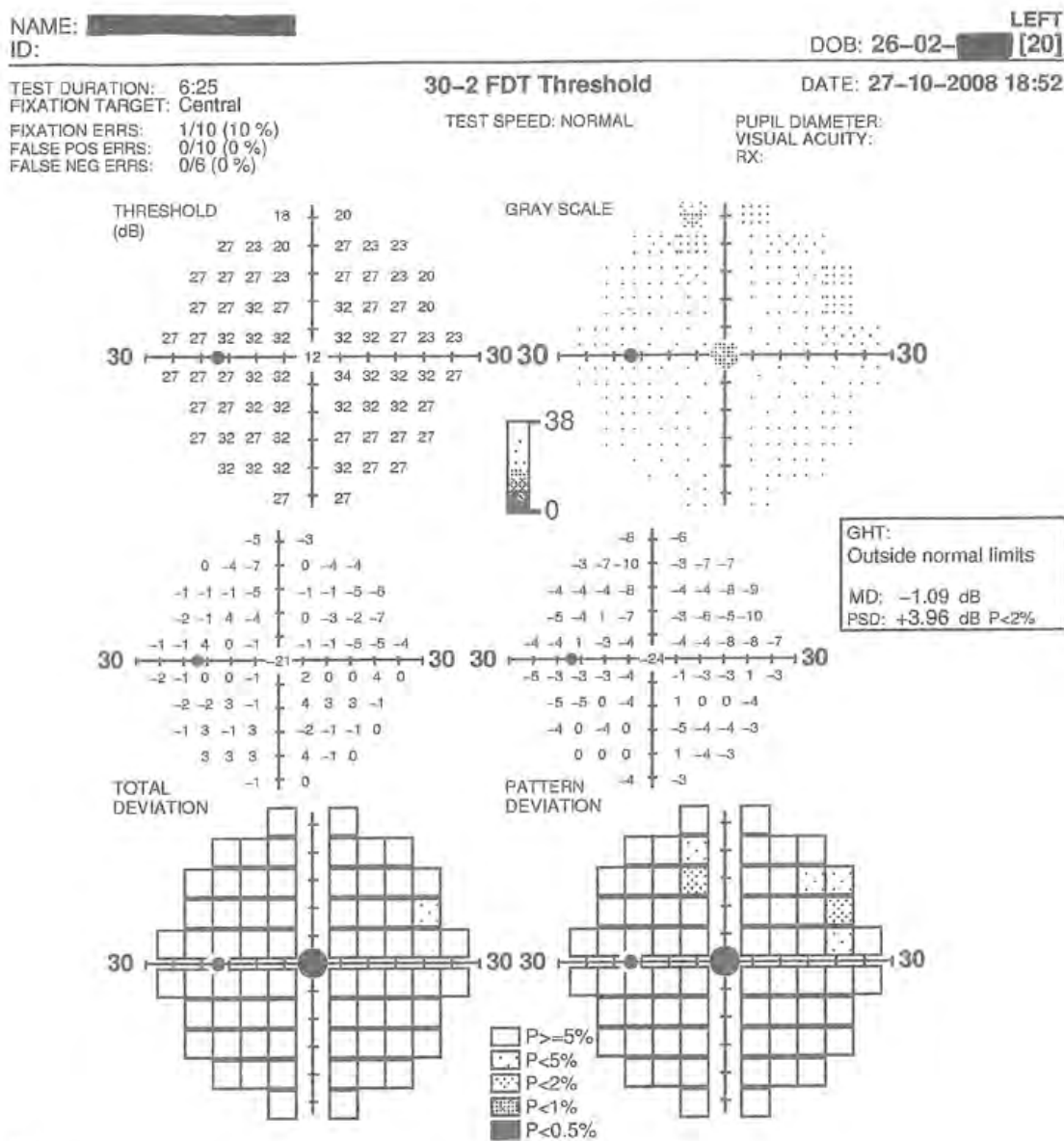
licznymi błędami, dlatego stan emocjonalny pacjenta i warunki jego wykonania (w miarę możliwości jak najkrócej, w oddzielnym pomieszczeniu, a czasem nawet w innym dniu niż zaplanowana wizyta u okulisty) mają duży wpływ na uzyskany wynik.



Ryc. 2.17. Octopus 301. Zmiany krańcowo zaawansowane

Czasem udaje się wykonać badanie perymetryczne tylko jednego oka, a badanie drugiego oka trzeba odłożyć na inny termin (ze względu na złe samopoczucie, zmę-

czenie psychiczne lub fizyczne badanego). Ponadto dużym ograniczeniem perymetrii u dzieci jest zbyt mała wiarygodność uzyskiwanych wyników, niepozwalająca



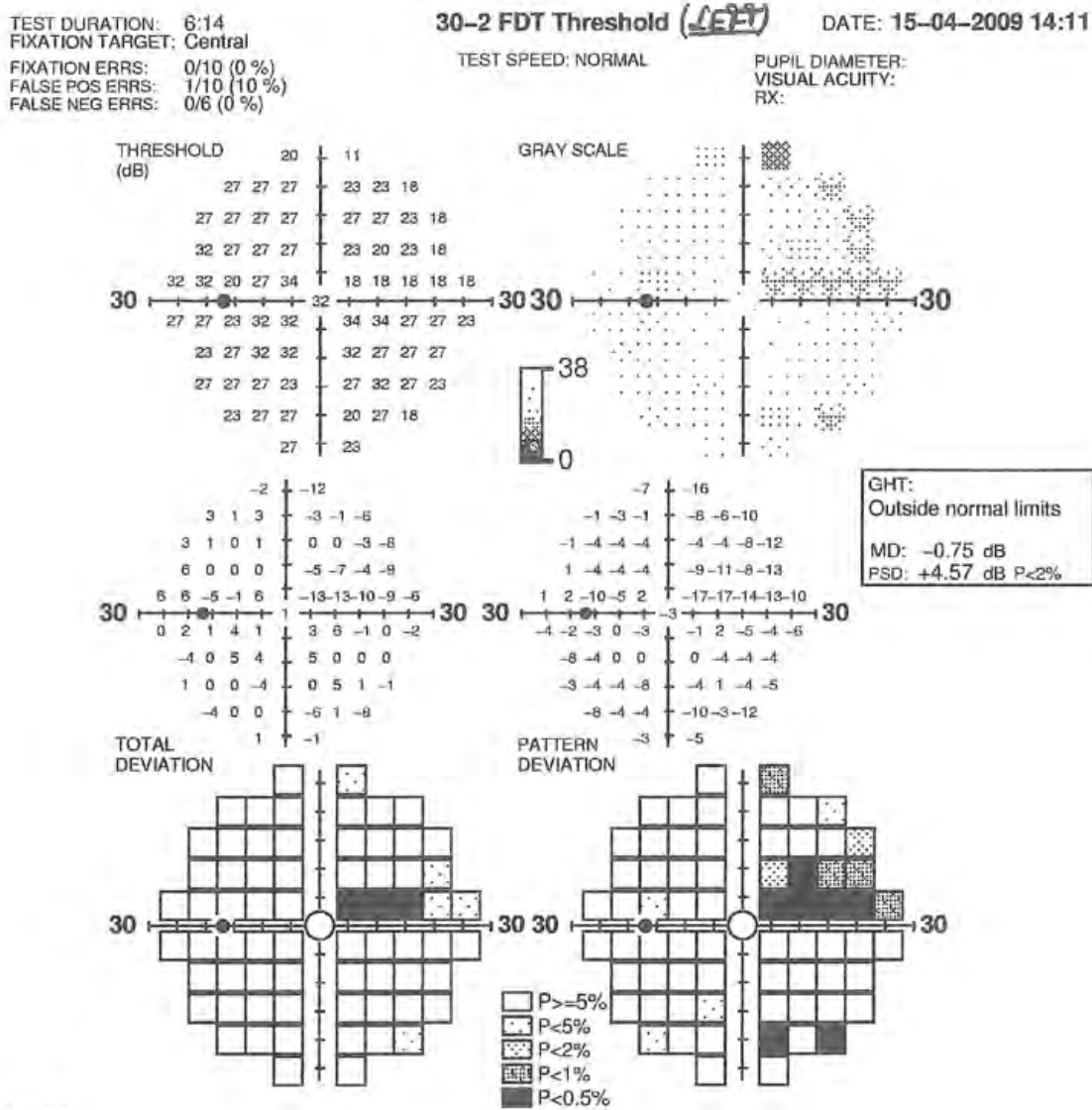
Ryc. 2.18. Badanie polomierzem Humphrey FDT-Matrix – zapis prawidłowy

na prawidłową interpretację. Istnieje też problem „uczenia się” (wytrenowania) wykonywania badania, polegający na stopniowej poprawie wyników perymetrii, co wiąże się z nabytym przez badanego doświadczeniem (*learning effect*), a nie z poprawą stanu klinicznego.

Dlatego, szczególnie u dzieci, statyczne badanie pola widzenia należy wykonywać wielokrotnie, w tych samych warunkach i tym samym aparatem, a stwierdzony ubytek lub mroczek musi zostać potwierdzony przy-

najmniej dwukrotnie. Niestety, uzyskiwane wyniki badania na różnych perymetrach są przeważnie trudne do porównania.

Mimo wymienionych wyżej zastrzeżeń, uzyskany wynik statycznego badania pola widzenia jest najbardziej istotnym elementem weryfikującym morfologiczne cechy „tarczy jaskrowej” i określającym stopień zaawansowania procesu chorobowego. Badania te należy powtarzać 2 razy w roku, a przy progresji zmian nawet 3 razy, w celu oceny dynamiki zmian i skuteczności leczenia.



NOTES:

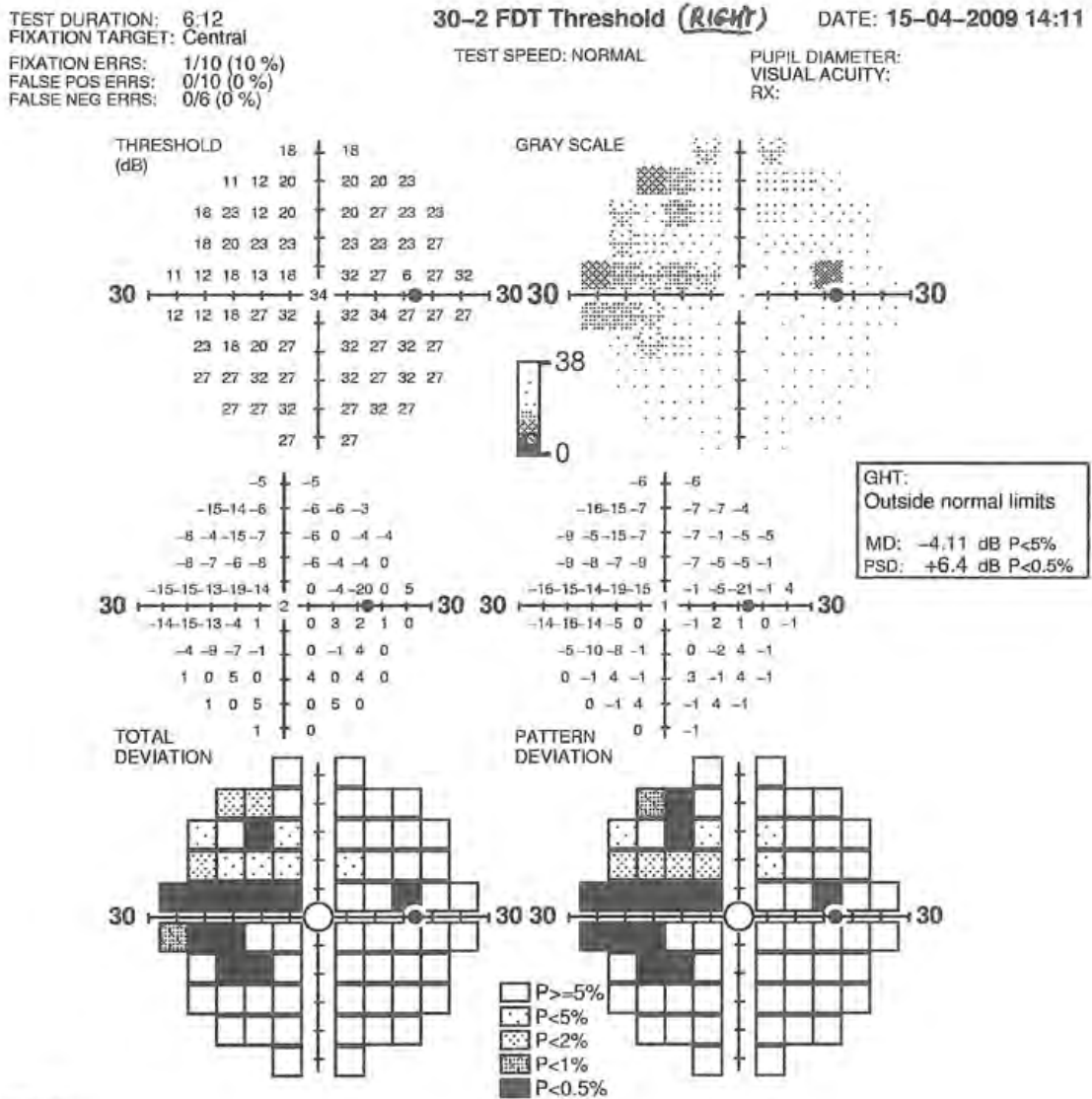
Ryc. 2.19. FDT-Matrix. Początkowy schód nosowy

Bardzo istotne jest podjęcie próby odróżnienia zmian wczesnojaskrowych od wysokokrótkowzrocznych, szczególnie że nie ma wyraźnie określonych cech wczesnego uszkodzenia jaskrowego w oczach z wysoką krótkowzrocznością zwyrodnieniową. Dopiero w zaawansowanych zmianach jaskrowych ocena ubytków w polu widzenia staje się nieco łatwiejsza.

W polu widzenia oka krótkowzrocznego powstają **mroczki bezwzględne** odpowiadające miejscom zaników siatkówkowo-naczyniówkowych, najczęściej w okolicy okołotarczowej (powiększenie plamy ślepej), w plamce siatkówki lub na obwodzie dna oka. Są one spowodowane zmianami zwy-

rodnieniowymi, które w tym badaniu znajdują odzwierciedlenie z powodu ostrych granic, a przede wszystkim mogą przekraczać poziomy południk siatkówkowy, odpowiadający położeniu szwu siatkówkowego (*raphe*).

Nie zdarza się to w rozwoju jaskrowych **mroczków łukowatych** (górných i dolnych), ani też schodów nosowych (górných i dolnych). Należy przytoczyć tu badania Rudnickiej i Edgara z 1995 i 1996 r., którzy stwierdzili większe uszkodzenie w kwadrancie skroniowym górnym pola widzenia u osób krótkowzrocznych, co potwierdzają doniesienia Curtina na temat częstszego umiejscowienia tylnego garbiaka w dolnym nosowym kwadrancie dna oka.



Ryc. 2.20. FDT-Matrix. Mroczek łukowaty

Autorzy ci ustalili również tzw. krzywą regresji czułości siatkówki i jej ubytku w zależności od długości gałki ocznej oraz stopnia krótkowzroczności osiowej. Doszli do wniosku, że czułość siatkówki w istotny sposób spada, jeżeli stożek krótkowzroczny zajmuje obszar równy co najmniej połowie powierzchni tarczy nerwu wzrokowego.

Niestety wyniki badania wykonane za pomocą różnych perymetrów są przeważnie nierównoznaczne, dlatego nie zaleca się wyciągania wniosków terapeutycznych, bazując na ich porównywaniu. Bardzo pomocne są notatki na wydruku wyniku badania dokonywane przez doświadczonego, dobrze wyszkolonego perymetrystę, dotyczące koncentracji

pacjenta i jego zaangażowania w badanie. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że norma progu czułości siatkówki jest modyfikowana w zależności od wieku pacjenta.

Trzeba podkreślić, że nawet najlepsza aparatura nie jest pozbawiona pewnych niedoskonałości i może być jedynie pomocna w diagnostyce schorzenia i jego postępu, ponieważ nigdy nie daje 100% pewności rozpoznania. Dlatego ocena za pomocą żadnego z dotychczas stosowanych aparatów nie jest w stanie zastąpić dokładnej oceny dokonanej przez doświadczonego okulistę glaukematologa. Proces leczenia powinien opierać się przede wszystkim na wiedzy lekarza, zaufaniu do niego i dobrym kontakcie na linii lekarz-pacjent.

Ocena kontrastu szarości

Parametr ten jest wykorzystywany w analizie progresji zmian w przebiegu jaskry. Według niektórych autorów ocena ta jest bardziej przydatna od perymetrii statycznej.

Ocena strukturalna tarczy nerwu wzrokowego

Uzyskiwana jest za pomocą skaningowej tomografii laserowej (HRT, *Heidelberg retina tomograph*) – jak w opisie badania dna oka. Przykłady zapisów HRT przedstawiono już wcześniej (ryc. 2.10–2.13).

Ocena grubości warstwy włókien nerwowych

Ocena grubości warstwy włókien nerwowych jest uzyskiwana za pomocą lasera o dł. fali 780 nm w skaningowej polarymetrii laserowej siatkówki (*nerve fiber analyzer system* – GDx VCC lub PRO). Badanie jest nieinwazyjne, bezkontaktowe i nie wymaga rozszerzania źrenic. Przeznaczone jest do wykrywania ubytków w warstwie włókien nerwowych, czyli ilościowej oceny grubości okołotarczowej warstwy włókien nerwowych siatkówki. Jest przydatne w monitorowaniu progresji zmian jaskrowych przez automatyczne nakładanie się uzyskanego wyniku na wyniki otrzymane poprzednio.

W czterech sektorach oceniana jest warstwa okołotarczowych włókien nerwowych siatkówki, następnie analizę tę odnosi się do normatywnej bazy danych, dla osób w wieku > 18. r.ż. „Zimne” kolory na wydruku określają cieńsze obszary RNFL (ryc. 2.21 i 2.22).

Do oceny prawdopodobieństwa uszkodzenia jaskrowego bardzo przydatny jest również **wskaźnik NFI** (NFI, *nerve fiber index*). Im jest wyższy, tym większe jest ryzyko zmian jaskrowych. Wartości NFI < 25 określają prawidłowy wynik, wartości 25–50 – podejrzenie neuropatii jaskrowej, wartości > 50 – mają świadczyć o uszkodzeniu jaskrowym. Badanie to umożliwiłoby wczesne wykrycie zmian nawet wówczas, gdy nie ma jeszcze ubytków w polu widzenia. Jednak nie u wszystkich pacjentów można je wykonać. Do badania nie kwalifikują się osoby z wadami wzroku > +5,0 D i > -10,0 D, osoby mające problemy z fiksacją oraz osoby w wieku < 18. r.ż. Specyficzność GDx VCC określono na 93%.

Należy przypomnieć, że oceny morfologii warstwy włókien nerwowych siatkówki można dokonać również każdym oftalmoskopem klinicznym, ponieważ umożliwia on użycie światła bezczerwieniowego. Obecnie wielu okulistów uważa, że nie ma wczesnej diagnostyki jaskry bez badania GDx.

Optyczna koherentna tomografia

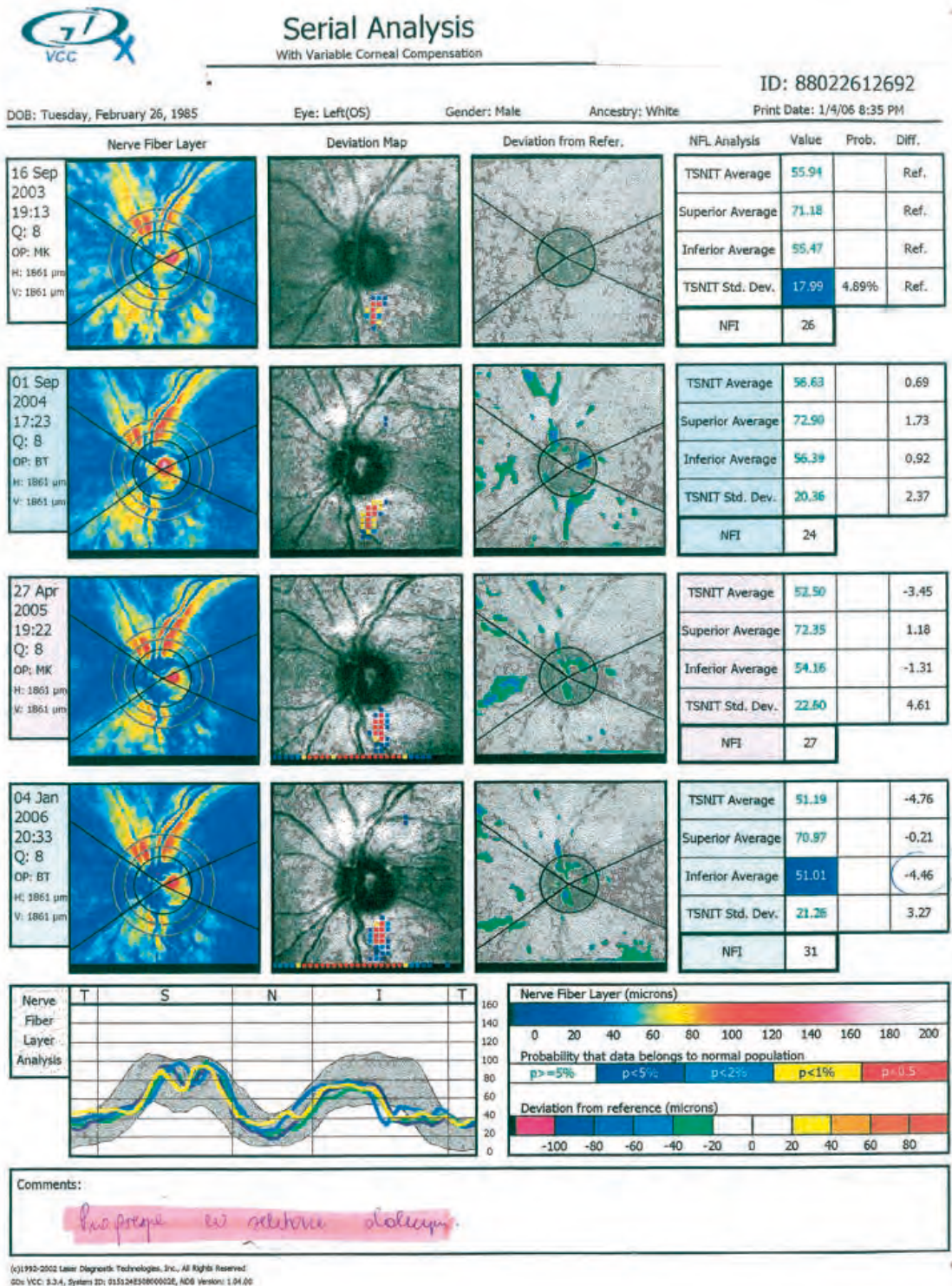
Optyczna koherentna tomografia (OCT, *optical coherence tomography*) to metoda, która umożliwia skanowanie tkanek, podobnie do badania histologicznego, stąd jej druga nazwa – nieinwazyjna biopsja optyczna. Oprócz klasycznego przeznaczenia do oceny dużej liczby różnych chorób siatkówki znalazła zastosowanie również w diagnostyce jaskry – i to nawet w jaskrze preperymetrycznej. Można nią zbadać morfologię i topografię tarczy nerwu wzrokowego, jak również dokonać pomiaru grubości warstwy włókien nerwowych siatkówki (RNFL) (ryc. 2.23).

W odniesieniu do badania wyjściowego spadek średniej grubości RNFL o 20 μm wskazuje na progresję zmian jaskrowych. Granice tarczy nerwu wzrokowego w badaniu OCT wyznaczone są automatycznie, co jest niezwykle ważne dla dokładności uzyskiwania i porównywania kolejnych wyników, jak również oceny dużych zmian okołotarczowych.

Bardzo ważną zaletą tego badania jest brak konieczności rozszerzania źrenicy, co pozwala na bezpieczną diagnostykę również u osób z wąskim kątem przesączenia i na bezpieczny powrót samochodem do domu po badaniu.

Ocena stopnia ścięczenia kompleksu komórek zwojowych siatkówki w plamce

Parametr stopnia ścięczenia kompleksu komórek zwojowych siatkówki (GCC, *ganglion cell complex*) uzyskiwany jest badaniem OCT. Obecnie uważa się, że jaskra to nie tylko aksonopatia, lecz cyto-glio-aksonopatia, obejmująca całą komórkę zwojową siatkówki (z jej dendrytami, ciałem komórkowym i neurylem). Pomiary GCC to bardzo wartościowa metoda, szczególnie przydatna

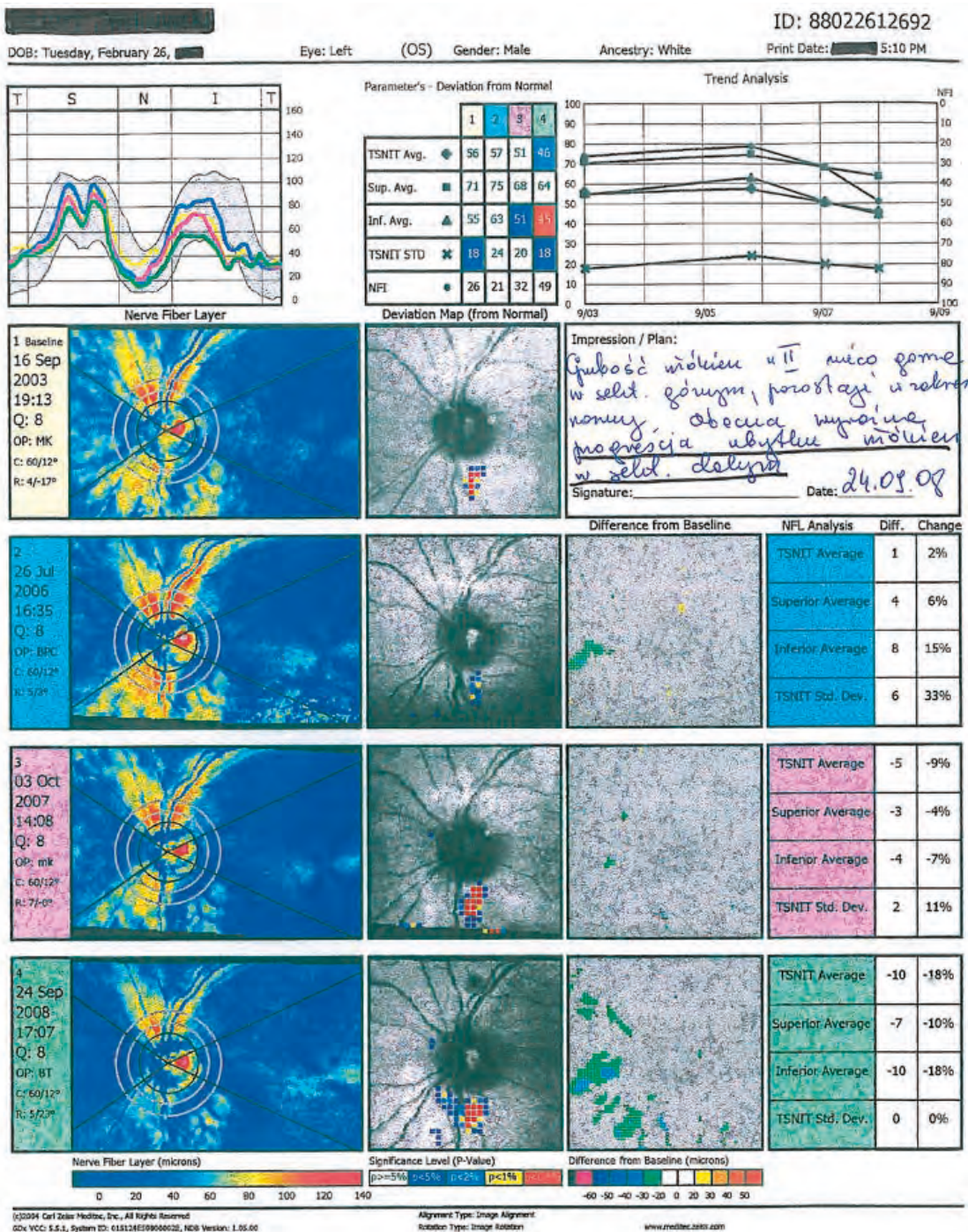


Ryc. 2.21. Skaningowa polarymetria laserowa siatkówki. Zapis GDx u 21-letniego chorego na JMOK. Początkowe zmiany w sektorze dolnym OL

we wczesnej diagnostyce jaskry. Komplex komórek zwojowych siatkówki składa się z następujących elementów:

- komórki zwojowe (GCL, *ganglion cell layer*),

- warstwa spłotowata wewnętrzna siatkówki (IPL, *inner plexiform layer*), złożona przede wszystkim z dendrytów komórek zwojowych i warstwy włókien nerwowych (RNFL, *retinal nerve fiber layer*).



Ryc. 2.22. Zapis GDx. Progresja zmian u 26-letniego chorego na JMOK

Udowodniono, że proces jaskrowy rozpoczyna się od uszkodzenia dendrytów komórek zwojowych siatkówki (Liu, 2010–2011; Feng, 2013), a jedyną metodą pozwalającą przeanalizować stan dendrytów jest GCC. Ścieńczenie GCL + IPL wyprzedza zmiany oftalmoskopowe (ONH) i w polu widzenia (FDT), a nawet uszkodzenie RNFL w bada-

niu GDx. Obszarem badania GCC jest plamka siatkówki, ponieważ w tym miejscu znajduje się ponad 50% komórek zwojowych (Curcio opisał to już w 1990 r.).

Wyniki zapisów badania GCC wykonane aparatem Cirrus HD-OCT 5000 firmy Zeiss Meditec Inc. (ryc. 2.24) przedstawiono na ryc. 2.25 i 2.26.