

Wytyczne diagnostyki i leczenia jaskry (aktualizacja 2017)

© Copyright by Polskie Towarzystwo Okulistyczne 2017

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część poniższej publikacji nie może być kopiowana i przechowywana w jakimkolwiek systemie kopiowania danych, włączając fotokopie, kserokopie i inne, bez uprzedniej pisemnej zgody PTO. Prośby o możliwość wykorzystania materiałów zawartych w tej publikacji należy kierować do PTO.

Wytyczne Towarzystw naukowych (w tym wytyczne PTO) nie stanowią obowiązującego prawa i nie określają jedyne go właściwego postępowania, a są jedynie wyrazem poglądów grupy ekspertów z danej dziedziny, które to poglądy odzwierciedlają aktualny stan wiedzy oparty na dostępnych wynikach badań naukowych.

Wytyczne nie zwalniają od osobistej odpowiedzialności pracowników opieki zdrowotnej w zakresie podejmowania właściwych decyzji dotyczących poszczególnych pacjentów.

Na każdej z osób praktykujących medycynę spoczywa osobista odpowiedzialność za stosowane metody lecznicze, których użycie powinno być oparte na gruntownej wiedzy i umiejętnościach praktycznych z zachowaniem niezbędnych warunków bezpieczeństwa własnego i pacjenta.

Czytelnik niniejszej publikacji jest zobowiązany do zapoznania się z aktualnymi wiadomościami na temat przedstawionych sposobów postępowania i farmakoterapii ze szczególnym uwzględnieniem informacji producentów na temat dawek, czasu i drogi podawania oraz efektów ubocznych stosowanych leków.

Wydawcy oraz redaktorzy niniejszego opracowania nie ponoszą odpowiedzialności za żadne szkody, które mogłyby być w jakikolwiek sposób związane z materiałem zawartym w tej publikacji.

Wytyczne postępowania w jaskrze zaktualizowane przez zespół:

1. Prof. nadzw. dr hab. n. med. Joanna Wierzbowska - Przewodnicząca
2. Prof. dr hab. n. med. Iwona Grabska-Liberek
3. Lek. Julita Majszyk-Ionescu
4. Lek. Agnieszka Skowyra
5. Dr n. med. Anna Zaleska-Żmijewska

Wytyczne zaakceptował Zarząd PTO

KLASYFIKACJA JASKRY

Klasyfikacja jaskry pierwotnej otwartego kąta

1. Jaskra młodzieńcza otwartego kąta – charakteryzuje się:
 - charakterystycznymi ubytkami w polu widzenia oraz wyglądem tarczy nerwu wzrokowego,
 - otwartym kątem przesączania,
 - początkiem choroby pomiędzy 10. a 35. rokiem życia,
 - podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym bez leków spowodowanym obniżonym odpływem cieczy wodnistej,
 - może być pozytywny wywiad rodzinny; zostały zidentyfikowane geny związane z wystąpieniem tego typu jaskry – MYOC oraz CYP1B1.
2. Jaskra pierwotna otwartego kąta – charakteryzuje się:
 - charakterystycznymi ubytkami w polu widzenia oraz wyglądem tarczy nerwu wzrokowego,

- otwartym kątem przesączania,
- występuje u około 1-2 % osób po 40 roku życia, 3-4-krotnie częściej u rasy czarnej,
- częstość występowania jaskry zwiększa się z wiekiem,
- do innych czynników ryzyka należy zaliczyć: cienką rogówkę, dodatni wywiad rodzinny, krótkowzroczność powyżej -3.0D, cukrzycę, nadciśnienie, niedociśnienie, migrenę.

A. Jaskra pierwotna otwartego kąta z wysokim ciśnieniem wewnątrzgałkowym (JPOK) – charakteryzuje się:

- podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym bez stosowania leków,
- wystąpieniem po 35. roku życia,
- pomimo faktu, iż ciśnienie wewnątrzgałkowe jest podwyższone, uważa się, że również istnieją inne czynniki odpowiedzialne za wystąpienie tego rodzaju jaskry.

B. Jaskra normalnego ciśnienia (JNC) – charakteryzuje się:

- prawidłowym ciśnieniem wewnątrzgałkowym,
- wystąpieniem po 35. roku życia,
- często występują krwotoczki na tarczy nerwu wzrokowego oraz paracentralne ubytki w polu widzenia,
- poza ciśnieniem wewnątrzgałkowym istnieją inne czynniki (w większym stopniu niż w przypadku JPOK) odpowiedzialne za wystąpienie neuropatii jaskrowej.

3. Podejrzenie jaskry pierwotnej otwartego kąta – charakteryzuje się:

- podejrzanym przynajmniej jednym z czynników: pole widzenia, wygląd tarczy nerwu wzrokowego, grubość warstwy włókien nerwowych siatkówki,
- otwartym kątem przesączania,
- prawidłowym ciśnieniem wewnątrzgałkowym.

4. Nadciśnienie oczne (NO) – charakteryzuje się:

- podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym przy prawidłowym polu widzenia, wyglądzie tarczy nerwu wzrokowego i prawidłowej grubości warstwy włókien nerwowych siatkówki,
- otwartym kątem przesączania,
- według badania Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) do czynników ryzyka konwersji NO do JPOK należy zaliczyć: wiek, pionowy i poziomy stosunek zagłębienia do tarczy, poziom ciśnienia wewnątrzgałkowego oraz cienką rogówkę.

Klasyfikacja jaskry wtórnej otwartego kąta

I. Jaskra wtórna otwartego kąta spowodowana przez choroby oczu

1. Jaskra w przebiegu zespołu pseudoeksfoliacji

- etiologia: zespół pseudoeksfoliacji,
- patomechanizm: zmniejszenie odpływu cieczy wodnistej z powodu odkładania się materiału ekxfoliacyjnego w beleczkowaniu oraz uszkodzenia trabekulum.
- cechy charakterystyczne:
 - występowanie głównie po 60 r.ż.,
 - odkładanie się materiału ekxfoliacyjnego w przednim odcinku oka,

- zwykle występuje obuocznie lecz asymetrycznie,
- IOP powyżej 21 mmHg, zwykle wyższe niż w JPOK. Również wyższe są dobowe wahania ciśnienia wewnątrzgałkowego,
- gonioskopia: kąt zwykle wąski, mocno pigmentowana siateczka beleczkowania, dodatkowo może wystąpić linia Sampoalesiego,
- okołożreniczny zanik tęczówki (transiluminacja brzegu źrenicy).

2. Jaskra barwnikowa

- etiologia: odkładanie złogów barwnika na siateczce beleczkowania,
- patomechanizm: zmniejszenie odpływu cieczy wodnistej z powodu odkładania się złogów barwnika w beleczkowaniu. Zwiększone uwalnianie barwnika jest skutkiem większego kontaktu włókien obwódki rzęskowej z tylną powierzchnią tęczówki. Jest to skutkiem „odwrotnego bloku źrenicznego” – polega on na tym, iż ciśnienie wewnątrzgałkowe jest wyższe w komorze przedniej oka niż w komorze tylnej, co powoduje wklęsłą konfigurację tęczówki,
- cechy charakterystyczne:
 - występowanie głównie między 30. a 50. r.ż. u mężczyzn z krótkowzrocznością,
 - głównie rasa kaukaska,
 - IOP powyżej 21 mmHg, występują duże wahania ciśnienia wewnątrzgałkowego – do 50mmHg w sytuacjach gdy dochodzi do uwalniania barwnika,
 - w lampie szczelinowej: głęboka komora przednia, zanik tęczówki na średnim obwodzie (widoczne w transiluminacji), wrzeciono Krukenberga,
 - gonioskopia: intensywne, równomierne pigmentowanie.

3. Jaskra wtórna otwartego kąta wywołana soczewką

- etiologia: utrudnienia odpływu cieczy wodnistej poprzez siateczkę beleczkowania przez białka soczewki i/lub komórki zapalne wywołane przez białka soczewki,
- patomechanizm:
 - jaskra fakolityczna: przeciekanie białek soczewki przez jej torebkę w zaćmie dojrzałej lub przejrzalej,
 - jaskra cząsteczek soczewki: jako następstwo operacji usunięcia zaćmy lub urazu oka dochodzi do zatkania beleczkowania przez korę soczewki,
 - jaskra fakoanafilaktyczna: ziarninujące zapalenie w oku towarzyszącym, gdy po usunięciu zaćmy białka soczewki uwrażliwiają układ odpornościowy.
- cechy charakterystyczne:
 - czerwone bolące oko zwykle z towarzyszącym stanem zapalnym,
 - IOP powyżej 21 mmHg.

4. Jaskra związana z krwotokiem wewnątrzgałkowym

- etiologia: utrudnienie odpływu cieczy wodnistej przez siateczkę beleczkowania poprzez rozproszone krwinki czerwone (jaskra cieni komórek, niedokrwistość sierpowatokrwinkowa) lub przez dużą ilość krwinek czerwonych (hyphema),
- patomechanizm: krwinki czerwone lub zdegenerowane krwinki czerwone (cienie komórek) odkładają się w beleczkowaniu,
- cechy charakterystyczne:
 - czerwone, bolesne oko,
 - możliwe nawroty choroby,

- IOP powyżej 21 mmHg.

5. Jaskra zapalna

- etiologia: zapalenie przedniego lub pośredniego odcinka błony naczyniowej oka: młodzieńcze idiopatyczne zapalenie stawów, zespół zapalenie błony naczyniowej Fucha, zespół Posnera-Schlossmana, zapalenie błony naczyniowej w przebiegu HSV, VZV, kiły, sarkoidozy, choroba Behceta, zapalenie współczulne, pars planitis,
- patomechanizm: blokowanie i obrzęk siateczki beleczkowania poprzez stan zapalny. Wtórne bliznowacenie i neowaskularyzacja kąta przesączania. Może wtórnie wystąpić jaskra zamkniętego kąta,
- cechy charakterystyczne:
 - czerwone bolesne oko ze światłowstrętem i możliwym pogorszeniem ostrości wzroku,
 - IOP powyżej 21 mmHg.

6. Jaskra spowodowana guzami wewnątrzgałkowymi

- etiologia: zmniejszony odpływ cieczy wodnistej z powodu guzów wewnątrzgałkowych,
- patomechanizm: ucisk lub szerzenie się guza na siateczkę beleczkowania lub drogi odpływu cieczy wodnistej z oka. Blokowanie siateczki beleczkowania poprzez stan zapalny, rozpad nowotworu krwinki czerwone lub złogi barwnika. Może wystąpić jaskra wtórna zamkniętego kąta,
- cechy charakterystyczne:
 - IOP powyżej 21 mmHg,
 - obraz kliniczny zależny od lokalizacji oraz rodzaju i zaawansowania guza.

7. Jaskra wtórna do odwarstwienia siatkówki

- etiologia: zmniejszony odpływ cieczy wodnistej,
- patomechanizm: neowaskularyzacja, retinopatia proliferacyjna, bliznowacenie, stan zapalny, blokowanie siateczki beleczkowania przez pozostałości komórek zewnętrznych części siatkówki (Schwartz's syndrome),
- cechy charakterystyczne:
 - IOP powyżej 21 mmHg,
 - może wystąpić czerwone bolesne oko,
 - odwarstwienie siatkówki.

8. Jaskra pourazowa

- etiologia: zmniejszony odpływ cieczy wodnistej poprzez zmiany pourazowe w siateczce beleczkowania,
- patomechanizm: bliznowacenie i stan zapalny w siateczce beleczkowania, blokowanie siateczki beleczkowania przez krwinki czerwone lub ich pozostałości, jaskra cząsteczek soczewki, recesja kąta przesączania,
- cechy charakterystyczne:
 - IOP powyżej 21 mmHg,
 - podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe może wystąpić tuż po urazie lub dopiero miesiące, lata po nim,
 - obraz kliniczny zależny od rodzaju urazu.

II. Jaskra wtórna otwartego kąta pochodzenia jatrogennego

1. Jaskra wtórna do leczenia kortykosteroidami

- etiologia: zmniejszony odpływ cieczy wodnistej

- patomechanizm: zmiany w siateczce beleczkowania spowodowanych kortykosteroidami stosowanymi miejscowo, do komory ciała szklanego lub ogólnie. W przypadku odstawienia leku możliwy jest spadek ciśnienia wewnątrzgałkowego,
- cechy charakterystyczne:
 - bardziej narażeni są pacjenci z krótkowzrocznością, cukrzycą i JPOK,
 - IOP powyżej 21 mmHg.
- 2. Jaskra wtórna otwartego kąta wtórna do operacji wewnątrzgałkowej lub leczenia laserowego
- etiologia: zmniejszony odpływ cieczy wodnistej
- patomechanizm:
 - operacje na odcinku przednim oka: wiskoelastyk, stan zapalny, alfa-chymotrypsyna podana śródoperacyjnie, cząstki soczewki, ciało szkliste w komorze przedniej, wyrzut prostaglandyn
 - operacje na odcinku tylnym oka: olej silikonowy w odcinku przednim
 - leczenie laserowe: wzrost IOP po irydotomii, kapsulotomii lub trabekuloplastyce laserowej
 - zespół uveitis-glaucoma-hyphema (UGH): nieprawidłowo położony lub rotujący się przedniokomorowy wszczep soczewkowy powoduje przewlekły stan zapalny, wtórną neowaskularyzację tęczówki i nawracające krwotoki do komory przedniej oka.
- cechy charakterystyczne:
 - może wystąpić bolesne czerwone oko z obrzękiem rogówki i wtórnym spadkiem ostrości wzroku,
 - IOP powyżej 21 mmHg.

3. Jaskra wtórna otwartego kąta spowodowana przyczynami pozagałkowymi
1. Jaskra spowodowana zwiększonym ciśnieniem żył nadtwardówkowych
 - etiologia: zwiększone ciśnienie w żyłach nadtwardówkowych powodujące zmniejszony odpływ cieczy wodnistej przez siateczkę beleczkowania,
 - patomechanizm: nadtwardówkowe, wewnątrzczodołowe lub ogólne przyczyny podwyższonego ciśnienia w żyłach nadtwardówkowych. Najważniejsze to:
 - przetoka tętniczo-żylna (szyjno-jamista),
 - żylaki oczodołu,
 - zespół Sturge`a-Webera,
 - zastój żylny spowodowany guzem pozagałkowym lub oftalmopatią tarczycową,
 - zespół żyły czczej górnej,
 - przyczyny idiopatyczne.
 - cechy charakterystyczne:
 - IOP powyżej 21 mmHg,
 - poszerzone i kręte naczynia nadtwardówki,
 - zmiany mogą być jedno-, lub dwustronne,
 - gonioskopia: krew w kanale Schlemma.

KLASYFIKACJA PIERWOTNEGO ZAMKNIĘCIA KĄTA PRZESĄCZANIA

WAŻNE!

- **Pierwotne zamknięcie kąta (PZK)** charakteryzuje bezpośredni kontakt tęczówki z beleczkowaniem (ang. iridotrabecular contact, ITC) i zazwyczaj występuje w oczach z mniejszymi niż przeciętnie wymiarami komory przedniej
- **Patologiczne zamknięcie kąta** jest definiowane jako obecność bezpośredniego kontaktu tęczówki z beleczkowaniem (ITC) w połączeniu z podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym lub przednimi obwodowymi zrostami przednimi, lub z jednym i z drugim
- **Jaskra pierwotna zamkniętego kąta** jest neuropatią nerwu wzrokowego rozwijającą się w przebiegu zamknięcia kąta przesączania.

Stadia PZK:

I. Predyspozycja do zamknięcia kąta przesączania

- kontakt tęczówkowo-beleczkowy na co najmniej 2 kwadrantach,
- brak obwodowych zrostów przednich,
- prawidłowe ciśnienie wewnątrzgałkowe,
- brak neuropatii jaskrowej.

II. Pierwotne zamknięcie kąta

- kontakt tęczówkowo-beleczkowy na co najmniej 2 kwadrantach,
- obwodowe zrosty przednie,
- prawidłowe lub podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe,
- brak neuropatii jaskrowej.

III. Jaskra pierwotna zamkniętego kąta

- neuropatia jaskrowa,
- kontakt tęczówkowo-beleczkowy na co najmniej 2 kwadrantach,
- brak lub obecne obwodowe zrosty przednie,
- prawidłowe lub podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe.

Mechanizmy:

1. Blok źreniczny

- utrudnienie przepływu cieczy wodnistej z komory tylnej do komory przedniej przez źrenicę, ciśnienie w komorze tylnej ulega zwiększeniu powodując przesunięcie obwodowej części tęczówki do przodu i zwężenie kąta,
- czynnikiem predysponującym jest grubsza i położona bardziej ku przodowi soczewka (nadwzroczność, podeszły wiek, zaćma jądrowa).

2. Konfiguracja płaskiej tęczówki – „iris plateau”

- podstawa tęczówki jest uwypuklona do przodu a następnie kieruje się płasko w kierunku brzegu źrenicznego,
- duże, skierowane do przodu wyrostki rzęskowe w apozycji z tylną powierzchnią tęczówki,
- głęboka komora przednia.

3. Mechanizm mieszany (bloku źrenicznego i konfiguracji płaskiej tęczówki)

Zespół płaskiej tęczówki występuje znacznie rzadziej niż konfiguracja płaskiej tęczówki, zwykle u młodszych osób i dotyczy stanu po obwodowej irydotomii laserowej z utrzymującym się zamkniętym kątem przesączania, głęboką komorą przednią w części środkowej i podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym.

Podtypy jaskry pierwotnej zamkniętego kąta:

1. Ostre zamknięcie kąta przesączania

- ciśnienie wewnątrzgałkowe gwałtownie wzrasta na skutek nagłej blokady beleczkowania przez obwodową tęczówkę
- objawy:
 - IOP > 21 mmHg, może dochodzić do 50-80 mmHg,
 - obniżona ostrość wzroku,
 - „halo” wokół źródeł światła,
 - ból gałki ocznej i głowy,
 - mogą wystąpić nudności i wymioty,
 - obrzęk rogówki,
 - płytka komora przednia,
 - gonioskopia: zamknięty kąt przesączania w oku z ostrym zamknięciem kąta; w drugim oku zwykle wąski kąt przesączania,
 - średnio-szeroka, nie reagująca na światło źrenica,
 - nastrzyk głęboki,
 - zastój żylny w żyłach nadtwardówkowych i spojówkowych,
 - może wystąpić obrzęk tarczy nerwu wzrokowego.

2. Podostre lub okresowe zamknięcie kąta

- podobne lecz dużo łagodniejsze niż ostre zamknięcie kąta przesączania; objawy ustępują samoistnie,
- objawy:
 - zależą od rozległości zamknięcia kąta przesączania,
 - objawy są podobne lecz łagodniejsze niż w przypadku ostrego zamknięcia kąta przesączania,

- źrenica jest szeroka i reaguje na światło,
- może występować uszkodzenie jaskrowe tarczy nerwu wzrokowego.

3. Przewlekłe zamknięcie kąta

- powolne tworzenie się obwodowych zrostów przednich, proces postępuje okrężnie i skutkuje przemieszczeniem tęczówki stopniowo ku przodowi w kierunku beleczkowania,
- objawy:
 - gonioskopia: obwodowe zrasty przednie,
 - podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe zależne od stopnia przylegania tęczówki do beleczkowania,
 - może występować uszkodzenie jaskrowe tarczy nerwu wzrokowego oraz ubytki w polu widzenia charakterystyczne dla jaskry,
 - zwykle nie występuje ból ani inne objawy podmiotowe.

4. Stan po ostrym zamknięciu kąta przesączenia

- objawy:
 - atrofia tęczówki,
 - zrasty tylne,
 - źrenica słabo lub niereagująca na światło,
 - zmętnienia na przedniej powierzchni soczewki – glaucomflecken,
 - obwodowe zrasty przednie,
 - może być zmniejszona ilość komórek śródbłonka.

KLASYFIKACJA WTÓRNEGO ZAMKNIĘCIA KĄTA

1. Wtórne zamknięcie kąta z blokiem źrenicznym – na poziomie źrenicy i soczewki
 - etiologia:
 - soczewka pęczniająca
 - przemieszczenie soczewki do przodu
 - zrosty tylne
 - przemieszczenie ciała szklistego lub oleju silikonowego do komory tylnej oka w bezsoczewkowości
 - soczewka kulista mała
 - blok źreniczny wywołany miotykami
 - blok źreniczny wywołany wszczepem przedniokomorowym lub przemieszczoną sztuczną soczewką tylnokomorową
 - patomechanizm:
 - blok źreniczny powoduje zamknięcie kąta przesączania przez obwodową tęczęwkę
 - w przypadku wystąpienia zapalenia przedniego odcinka błony naczyniowej może dojść do zrostu tylnego okrężnego i pojawienia się „iris bombe”, co skutkuje wystąpieniem ostrego zamknięcia kąta przesączania
2. Jaskra wtórna zamykającego się kąta z mechanizmem pociągania ku przodowi bez bloku źrenicznego – na poziomie nasady tęczęwki
 - etiologia
 - jaskra neowaskularna,
 - zespół tęczęwkowo-rogówkowo-śródbłonkowy,

- wzrost tkanki nabłonkowej i włóknistej w kącie przesączania wtórnie za zabiegów operacyjnych na przednim odcinku oka lub urazów oka,
 - błona zapalna,
 - zrosty przednie po ALT,
 - aniria,
 - dystrofia polimorficzna tylna.
 - patomechanizm: zamknięcie kąta przesączania przez obwodową tęczówkę lub tkankę włóknistą
3. Jaskra wtórna zamykającego się kąta z mechanizmem popychania od tyłu bez bloku źrenicznego – na poziomie poza soczewkowym
- etiologia:
 - blok rzęskowy (jaskra złośliwa),
 - cysty tęczówki i cysty ciała rzęskowego,
 - guzy wewnątrzgałkowe,
 - olej silikonowy lub gaz w komorze ciała szklonego,
 - stadium V retinopatii wcześniaczej,
 - wysiękowe odłączenie naczyniówki,
 - anomalie wrodzone.

DIAGNOSTYKA JASKRY

1. WYWIAD PODCZAS PIERWSZEGO BADANIA

a/ należy uwzględnić pytania dotyczące występowania objawów, takich jak ból, zaczerwienienie oka, wrażenie kół tęczowych wokół źródeł światła, zaburzenia lub utrata widzenia; schorzeń ogólnoustrojowych - nadciśnienie tętnicze, niskie ciśnienie tętnicze, cukrzyca, migrena, skłonność do marznięcia rąk i nóg, choroby serca, anemia, przebyty wstrząs hemodynamiczny.

b/ należy zapytać o występowanie jaskry w rodzinie, stosowane przez pacjenta w przeszłości i obecnie leki, szczególnie kortykosteroidy i leki przeciw nadciśnieniowe oraz o ewentualny przebyty zabieg korekcji laserowej rogówki.

WYWIAD PODCZAS BADAŃ KONTROLNYCH

a/ należy zapytać, chorego/chorą czy postawione rozpoznanie jest dla Niego/Niej zrozumiałe, czy ma trudności w wykonywaniu zwykłych, codziennych czynności, czy leki, które przyjmuje zaburzają Jego/Jej zwykły tryb życia, a także czy obecny stan oczu, zdaniem pacjenta jest lepszy, bez zmian czy gorszy.

b/ należy zapytać czy pacjent sam sobie aplikuje krople przeciwjaskrowe czy też są podawane przez bliskich; w przypadku, gdy lek jest podawany samodzielnie należy sprawdzić w gabinecie czy sposób zapuszczania kropli do worka spojówkowego przez chorego jest właściwy.

c/ zalecane jest przywitanie się z chorym przez podanie ręki, oprócz uprzejmości wobec pacjenta lekarz będzie mógł w ten sposób ocenić temperaturę skóry rąk.

2. BADANIE REFRAKCJI I WIDZENIA BARWNEGO

a/ Krótkowzroczność, zwłaszcza powyżej -3.0D stanowi czynnik ryzyka rozwoju jaskry; częściej się także wiąże z występowaniem zmian w morfologii tarczy nerwu II oraz z zespołem rozproszonego barwnika.

b/ w oczach nadwzrocznych częściej spotyka się małe tarcze nerwu II oraz konfigurację zamkniętego lub zamykającego się kąta przesączenia.

c/ badanie widzenia barwnego jest pomocne w różnicowaniu jaskry normalnego ciśnienia z uszkodzeniami neurologicznymi.

3. BADANIE PRZEDNIEGO ODCINKA GAŁKI OCZNEJ W BIOMIKROSKOPIE

a/ nieprawidłowości w obrębie **śródbłonna rogówki** są częstym objawem w jaskrze wtórnej: - wrzeciono Krukenberga (pionowo elipsoidalny układ złogów pigmentu) w jaskrze barwnikowej,

- materiał pseudozłuszczeniowy (o wyglądzie łupieżu) w jaskrze pseudoeksfoliacyjnej,
- precypitaty zapalne w jaskrze zapalnej,
- zmiany typu „kutego brązu” w zespołach śródbłonkowo-tęczówkowo-rogówkowych.

b/ należy ocenić **głębokość komory przedniej** i jej regularność, porównać tę cechę w obu oczach:

- płytka komora może świadczyć o konfiguracji zamkniętego kąta, jaskrze pierwotnie zamkniętego kąta lub jaskrze wtórnie zamkniętego kąta w przebiegu pęcznienia soczewki (j. fakomorficzna), jej podwichnięcia (j. związana z przemieszczeniem soczewki) lub wysiękowego zapalenia błony naczyniowej (j. zapalna). Stanom tym często towarzyszy blok źreniczny z tzw. odgrodzeniem źrenicy („iris bombe”) i przemieszczeniem tęczówki ku przodowi, na skutek przejściowego lub trwałego zablokowania przepływu cieczy wodnistej z komory tylnej do komory przedniej oka,
- nienaturalnie głęboka komora przednia występuje w przebiegu pourazowego rozerwania kąta przesączania (tzw. recesja kąta), oderwania ciała rzęskowego (dializy) czy zwichnięcia soczewki do ciała szklistego.

c/ należy zwrócić uwagę na obecność nieprawidłowego **materiału w płynie komory przedniej**:

- komórki zapalne (makrofagi i leukocyty) są charakterystyczne dla jaskry zapalnej i fakolitycznej,
- świeże erytrocyty dla jaskry krwotocznej,

- wyługowane krwinki dla jaskry z „cieniami komórek”,
- komórki nowotworowe towarzyszą jaskrze w przebiegu guzów wewnątrzgałkowych.

d/ badanie odruchów źrenicznych może ujawnić asymetryczne uszkodzenie nerwów wzrokowych

e/ przemieszczenie źrenicy, odwinięcie tęczówki i zrosty tylne mogą występować w niektórych postaciach jaskry wtórnej otwartego i zamkniętego kąta.

f/ oceniając **tęczówkę** (przed rozszerzeniem źrenicy) należy zwrócić uwagę na:

- nasadę tęczówki – wklęsła nasada tęczówki jest charakterystyczna dla jaskry barwnikowej,
- regularność kształtu – nieregularność kształtu tęczówki powinna nasuwać podejrzenie istnienia guzów w jej obrębie lub w ciele rzęskowym,
- obecność heterochromii,
- obecność zaniku, transiluminacji (ubytki pigmentacji należy oceniać w świetle odbitym):
 - ubytki szprychowate są charakterystyczne dla jaskry barwnikowej,
 - ubytki przy brzegu źrenicznym, wyglądające jak „wygryzione przez mole” – dla jaskry pseudozłuszczeniowej,
 - ubytki uogólnione – dla jaskry w przebiegu zespołu Fuchsa.
- odwinięcie listka barwnikowego,
- obecność materiału pseudozłuszczeniowego (w zespole pseudozłuszczeniowym lub jaskrze w przebiegu zespołu pseudozłuszczeniowego),
- obecność patologicznych naczyń - drobne, proliferujące naczynia krwionośne są charakterystyczne dla jaskry neowaskularnej, najczęściej pojawiają się w pierwszej kolejności przy brzegu źrenicznym.

g/ **soczewkę** należy badać po rozszerzeniu źrenicy i sprawdzić obecność:

- różnego rodzaju złogów na powierzchni soczewki:
 - białawy amyloid, o wyglądzie „łupieżu”, układający się w postaci pierścienia złuszczającego się nabłonka na średnim obwodzie przedniej torebki soczewki (jaskra pseudozłuszczeniowa),
 - ziarenka barwnika, tworzące tzw. linię Sheie’go (jaskra barwnikowa),
 - pierścień barwnikowy, powstały w następstwie zrostów tylnych tęczówki w przebiegu procesu zapalnego lub urazu - tzw. pierścień Vossiusa (jaskra zapalna, jaskra pourazowa),
 - skupiska barwnika oraz białawych płatków na torebce przedniej - tzw. „*glaucomflecken*” (częste następstwo ostrego ataku jaskry).
- drżenia tęczówki (iridodonesis) i podwichnięcia soczewki (w zespole rzekomego złuszczenia, jaskrze pseudozłuszczeniowej i jaskrze pourazowej).

4. OCENA KĄTA PRZESĄCZANIA I STRUKTUR PRZEDNIEGO ODCINKA GAŁKI OCZNEJ

Gonioskopia jest niezbędnym badaniem okulistycznym u wszystkich pacjentów z rozpoznaną jaskrą lub jej podejrzeniem. Badanie to powinno być przeprowadzane w ciemnym pomieszczeniu z użyciem najmęższej szczeliny światła i z unikaniem oświetlenia źrenicy (i jej następowego zwężenia).

a/ **Gonioskopia bezpośrednia** jest przeprowadzana w pozycji leżącej pacjenta przy użyciu soczewki diagnostycznej Koeppego lub Barkana i przenośnej lampy szczelinowej lub lupy.

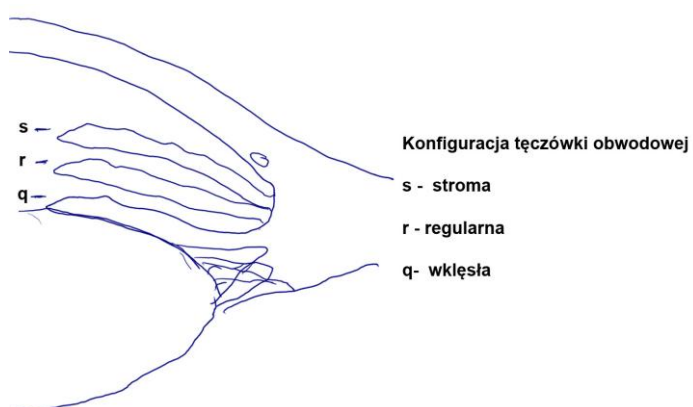
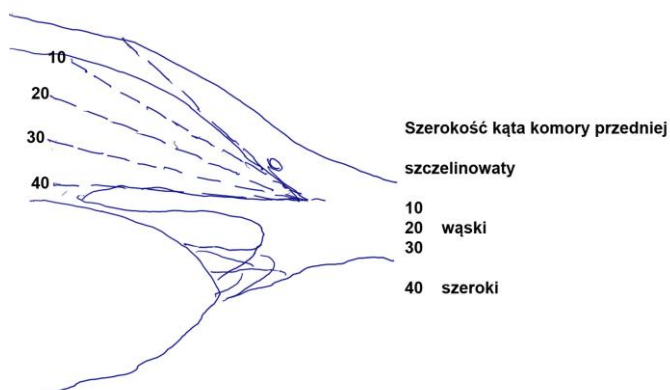
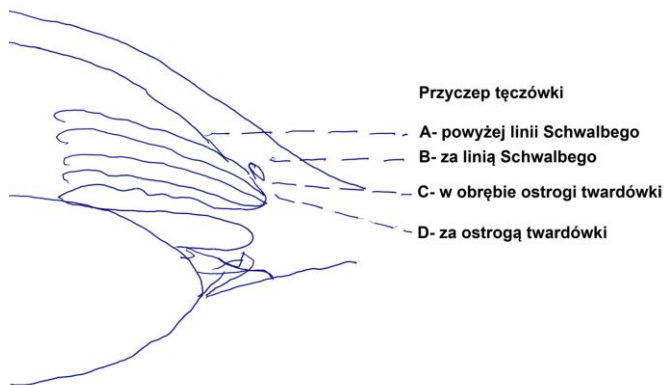
b/ **Gonioskopia pośrednia** jest podstawowym badaniem kąta przesączania; jest przeprowadzana w biomikroskopie przy użyciu soczewki diagnostycznej, najczęściej trójlustra Goldmanna lub czwórлуstra Zeissa. Badanie gonioskopowe pozwala na stwierdzenie czy kąt tęczówkowo-rogowkowy jest otwarty, czy zamknięty, określić jego szerokość, przyczep i krzywizny tęczówki oraz pigmentację utkania beleczkowego. Korzystając z soczewki Goldmanna najlepiej zacząć oglądanie kąta od dolnego kwadrantu, w którym kąt zazwyczaj wydaje się szerszy niż w kwadrancie górnym.

- Dla opisu kąta najczęściej używane są klasyfikacje Shaffera i Spaetha.

W klasyfikacji Shaffera kąt przesączania jest opisywany, jako przestrzeń między utkaniem beleczkowym a tęczówką.

KLASYFIKACJA SHAFFERA	KĄT MIĘDZY TĘCZÓWKĄ POWIERZCHNIĄ BELECZKOWANIA	A RYZYKO ZAMKNIĘCIA KĄTA
Stopień 4	45°	nieobecne
Stopień 3	21-44°	praktycznie nieobecne
Stopień 2	20°	możliwe ale małe
Stopień 1	10°	duże
Kąt szczelinowaty	< 10°	bardzo duże
Stopień 0	0°	kąt zamknięty

Klasyfikacja Spaetha rozszerza opis kąta o miejsce przyczepu tęczówki, kształt obwodowej części tęczówki i pigmentację utkania beleczkowego.



- Badanie gonioskopowe pozwala także określić, czy kąt zawiera nieprawidłowości takie jak: pasmo barwnika przed linią Schwalbego (linia Sampaolesiego), naczynia, zrosty przednie czy recesja kąta.

RODZAJ JASKRY OTWARTEGO KĄTA	OBRAZ GONIOSKOPOWY
PIERWOTNA	prawidłowy
WRODZONA/MŁODZIEŃCZA	słabo zróżnicowane struktury kąta przesączania, trabekulodysgeneza (błona Barkana) przednie odejście tęczówki <i>embriotoxon posterior</i>
PSEUDOZŁUSZCZENIOWA	czarne pasmo barwnika na lub przed linią Schwalbego (linia Sampaolesiego), heterogenna hyperpigmentacja trabekulum
BARWNIKOWA	brązowe homogenne pasmo barwnika na beleczkowaniu barwnik na linii Schwalbego
ZAPALNA	rozproszony barwnik, nowe naczynia, obwodowe zrosty przednie
POURAZOWA	recesja kąta przesączania, czasami większa ilość barwnika, oderwanie nasady tęczówki, oderwanie ciała rzęskowego
NEOWASKULARNA	błona neowaskularna, obwodowe zrosty przednie, patologiczne naczynia

b/ w przypadku zamkniętego kąta przesączania, dla zróżnicowania „apozycyjnego” od „zrostowego” przylegania tęczówkowo-rogowkowego należy wykonać **gonioskopię dynamiczną (wgląbiającą)**. Polega ona na wywarciu soczewką gonioskopową o małej średnicy niewielkiego ucisku rogówki, co powoduje przejście płynu komorowego w kierunku kąta przesączania. W apozycyjnym zamknięciu kąta przesączania dochodzi wówczas do ponownego otwarcia kąta; w przypadku

występowania zrostów pomiędzy tęczęwką a beleczkowaniem, kąta (lub jego część) pozostanie zamknięty.

c/ Dla dokładniejszej oceny struktur przedniego odcinka gałki ocznej służą nowoczesne technologie takie jak:

- **optyczne koherentne tomografy przedniego odcinka oka** (ang. *anterior segment optical coherent tomography AS-OCT*): aparaty OCT–Visante (Zeiss), SL-OCT (Heidelberg Engineering), OCT-CASIA2 (Tomey)
 - wykorzystują do analizy odbić i interferencji światła diodę superluminescencyjną o dł. 1310 nm, o osiowej rozdzielczości obrazu sięgającej 18 mm,
 - pozwalają one na szczegółową, bezdotykową ocenę i pomiar komory przedniej, zbadanie konfiguracji nasady tęczęwki i kąta przesączania, a także do monitorowania wyników anatomicznych operacji przeciwjaskrowych,
 - aparaty najnowszej generacji umożliwiają jednoczesną pełną analizę kąta przesączania (360°) oraz zaawansowane wizualizacje przedniego segmentu gałki ocznej ze zwiększoną głębią obrazowania (13mm) i prędkością skanowania (50.000 A-scan/sek),
 - głównym wskazaniem do wykonywania AS-OCT jest podejrzenie pierwotnego zamknięcia kąta (PZK), stanowiącego przyczynę jaskry pierwotnie zamkniętego kąta. Dokładna ocena szczeliny kąta przesączania oraz otaczających go struktur anatomicznych za pomocą AS-OCT umożliwia także postawienie rozpoznania jaskry z konfiguracją płaskiej tęczęwki (PZK II typu) oraz jaskry pierwotnie zamkniętego kąta z mieszanym mechanizmem zamknięcia kąta (PZK III typu).
- **Scheimpflug camera** – aparat Pentacam (Oculus),
 - umożliwia obrazowanie 3D struktur przedniego odcinka gałki ocznej poprzez zbieranie obrazów po oświetleniu oka monochromatycznym światłem diody LED 475 nm,
 - dodatkowo mogą być wykonane mapy topograficzne rogówki.

- **Biomikroskopia ultradźwiękowa (UBM)**

- wykorzystuje głowicę USG o wysokiej częstotliwości (30-75 MHz), pozwala na dokładne - ilościowe i jakościowe - obrazowanie struktur przedniego odcinka oka, z penetracją do 15 mm i rozdzielczością podłużną do 0.01 mm,
- jest cennym narzędziem w diagnostyce mechanizmów zamknięcia kąta tęczówkowo-rogowkowego, guzów przedniego odcinka (gł. tęczówki i ciała rzęskowego), a także w monitorowaniu efektów chirurgicznych i laserowych zabiegów przeciwjaskrowych.

WAŻNE! Żadna z powyższych technik nie może jednak zastąpić badania gonioskopowego.

5. TONOMETRIA

a/ średnia wartość ciśnienia wewnątrzgałkowego (CWG) wynosi $15-16 \pm 3$ mmHg. Przyjmuje się, że wartość 21 mmHg stanowi górną granicę normy, a wartości powyżej 21 mmHg są podejrzane. Podwyższone CWG jest głównym czynnikiem rozwoju i progresji jaskry. Osoby mające CWG ≥ 26 mmHg mają 12-krotnie większe ryzyko rozwoju jaskry niż osoby u których CWG nie przekracza 21 mmHg.

b/ u niektórych osób uszkodzenie jaskrowe pojawia się przy CWG < 21 mmHg (tzw. jaskra normalnego ciśnienia, JNC), u innych natomiast objawy jaskry nie występują przy wartościach 22-30 mmHg (tzw. nadciśnienie oczne, NO).

c/ najwyższe wartości CWG występują z reguły w godzinach wczesnorannych, średnie dobowe wahania CWG w oku zdrowym wynoszą 3-5 mmHg, natomiast są wyższe u chorych z jaskrą i NO. U niektórych pacjentów dla celów diagnostycznych pomocny może być pomiar CWG o różnych porach dnia.

d/ standardową techniką pomiaru CWG jest **tonometria aplanacyjna Goldmanna**,

- niektóre cechy rogówki (grubość, krzywizna, uwodnienie) czy nieprawidłowa ilość fluoresceiny mogą zafałszowywać wyniki pomiaru.

- grubsze rogówki, skąpy film łzowy, zbyt mała ilość fluoresceiny zawyżają a cienkie rogówki, obrzęk nabłonka rogówki, nadmierny film łzowy, nadmierna ilość fluoresceiny zaniżają wartości pomiarów CWG,
- zabiegi chirurgii refrakcyjnej rogówki zmieniają wyniki pomiarów tonometrycznych ze względu na zmiany grubości, krzywizny i struktury rogówki. Ważne jest odnotowanie w dokumentacji pacjenta poddawanego laserowej korekcji wzroku pomiarów CWG sprzed zabiegu, 1-3 miesiące po zabiegu oraz wywołanej zabiegiem zmiany wyników pomiaru,
- różnica 10 μ od średniej populacyjnej (wynoszącej 540 μ) odpowiada różnicy 0,5 mmHg między wartością CWG rzeczywistą a jego wartością zmierzoną tonometrem Goldmanna.

e/ stwierdzenie podwyższonego CWG powinno być poparte kilkukrotnym pomiarem CWG, najlepiej o różnych porach dnia. Pozwala to na określenie pory występowania maksymalnych wartości CWG (ang. „*peak*”), a u pacjentów podejrzewanych o JNC, umożliwi precyzyjne postawienie rozpoznania.

f/ innymi tonometrami, w których stosuje się zasadę aplanacji Goldmanna są:

- tonometr bezkontaktowy typu „air-puff”,
- tonometr kontaktowy Ocuton S[®],
- pneumotonometr,
- tonometr typu “rebound” – Icare[®],
- Tono-Pen[®].

g/ najstarszą techniką pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego jest **tonometria impresyjna Schiötza**, przy odczycie, której należy brać pod uwagę współczynnik sztywności twardówki.

h/ do najnowszych technik tonometrycznych należą:

- **dynamiczna konturowa tonometria Pascala[®]** (mierzy ponadto amplitudę tętna gałkowego),

- **tonometria Reicherta** (Ocular Response Analyzer, ORA[®]), która mierzy dodatkowo właściwości wiskoelastyczne rogówki (tzw. histerezę),
- **tonometr przezpowiekowy** (Diaton[®], Proview[®]),
- **soczewka kontaktowa Triggerfish[®]**, która mierzy 24-godzinne zmiany objętościowe w okolicy rąbka rogówkowo-twardówkowego.

WAŻNE! Brak jest wystarczających dowodów naukowych aby rekomendować stosowanie alternatywnych technik tonometrycznych zamiast tonometrii aplanacyjnej Goldmana w rutynowej praktyce lekarskiej u pacjentów z jaskrą lub podejrzanych o jaskrę, z wyjątkiem szczególnych okoliczności (pacjenci niewspółpracujący, obłożnie chorzy, dzieci).

6. OCENA TARCZY N. II

a/ podstawową techniką badania tarczy n. II jest **oftalmoskopia pośrednia lub bezpośrednia** za pomocą biomikroskopu z soczewkami skupiającymi o dużej mocy; pozwala zyskać powiększony, stereoskopowy i odwrócony w osi pionowej i poziomej obraz tarczy n. II.

b/ prawidłowa tarcza n. II ma kształt okrągły lub nieco owalny i zawiera centralnie położoną wnękę naczyniową (zagłębienie) oraz pierścień nerwowo-siatkówkowy (pas tkanki położony pomiędzy granicami zagłębienia i tarczy).

c/ wielkość **zagłębienia fizjologicznego** – badana, jako stosunek średnicy zagłębienia do średnicy tarczy, tzw. c/d (cup/disc) jest uwarunkowana genetycznie i wiąże się z wielkością tarczy n. II.

- oczy krótkowzroczne częściej mają większe tarcze n. II i zagłębienia; częściej też występuje tzw. tarcza pochyła,
- oczy nadwzroczne częściej mają małe tarcze n. II. Mała tarcza n. II może przez dłuższy czas »maskować« wczesne zmiany jaskrowe,
- w większości prawidłowych oczu współczynnik c/d wynosi 0,3 lub mniej i tylko w 2% przypadków c/d jest większy niż 0,7. Wartości c/d powyżej 0,7 należy traktować, jako podejrzane,

- różnica c/d w obu oczach powinna wynosić $< 0,2$ (występuje u powyżej 96% zdrowej populacji).

d/ w ocenie **pierścienia nerwowo-siatkówkowego (*rim*)** należy zwrócić uwagę na jego grubość, symetrię i barwę.

- w wielu prawidłowych oczach pierścień nerwowo-siatkówkowy jest najgrubszy w sektorze dolno-skroniowym (w 87% oczu), nieco cieńszy w sektorze górno-skroniowym, następnie w nosowym, zaś najcieńszy jest w sektorze skroniowym (tzw. reguła „ISNT”). W wielu oczach *rim* jest najszerszy w sektorze górnym, jednak w większości zdrowych oczu pierścień nerwowo-siatkówkowy jest najwęższy na 60° skroniowego sektora tarczy, dlatego najważniejszą literą w skrócie „ISNT” jest litera „T”. Reguła „ISNT” rzadziej występuje w dużych i małych tarczach n. II.

e/ oftalmoskopowymi **zmianami jaskrowymi tarczy n. II** są:

- uogólnione powiększenie zagłębienia *cup/disc* (norma 0,1-0,4), dochodzące w późnych stadiach jaskry aż do brzegu tarczy,
- ogniskowe poszerzenie wnęki w wymiarze pionowym,
- lokalny ubytek pierścienia nerwowo-siatkówkowego głównie w sektorze dolno- lub górnoskroniowym (*notch*),
- postępujące zlokalizowane przewężenie pierścienia nerwowo-siatkówkowego powodujące jego całkowite przerwanie najczęściej w kwadrancie dolno-skroniowym (tzw. nabyty dołek tarczy n. II),
- bagnetowate ugięcie naczyń,
- donosowe przemieszczenie wiązki naczyniowej,
- krwotoczek natarczowy,
- asymetria zagłębienia c/d między oczami powyżej 0,2,
- zanik okołotarczowy.

f/ krwotoczki natarczowe

- o kształcie płomykowatym lub wrzecionowatym stwierdza się u ok. 4-7% oczu jaskrowych, a bardzo sporadycznie w oczach zdrowych ($\leq 0,2\%$).
- występują najczęściej we wczesnym stadium jaskry, zazwyczaj w skroniowej części dolnego lub górnego bieguna tarczy n. II. Ich częstość występowania znacznie maleje w oczach z zaawansowaną jaskrą; nie obserwuje się ich na obszarach tarczy n. II, pozbawionych pierścienia nerwowo-siatkówkowego.
- utrzymują się przez okres 8-12 tygodni, po którym pojawia się często miejscowy ubytek w pierścieniu nerwowo-siatkówkowym (*notch*), a także lokalny zanik w warstwie włókien nerwowych i odpowiadający topograficznie mroczek w polu widzenia.

g/ **okołotarczowy zanik** tkanki siatkówkowo-naczyniówkowej

- nie jest objawem specyficznym dla jaskry, gdyż dotyczy także ok. 80% zdrowej populacji.
- jest największy po tej stronie tarczy n. II, po której zwykle obserwuje się również największy ubytek pierścienia nerwowo-siatkówkowego.
- wyróżnia się dwie strefy zaniku okołotarczowego: wewnętrzną (strefę *beta*), występującą u ok. 25% zdrowych oczu i bardziej typową dla oczu jaskrowych oraz zewnętrzną (strefę *alfa*), często występująca także w oczach bez jaskry. Obie strefy zwykle są położone przy brzegu skroniowym tarczy, najczęściej dolno-skroniowym.

h/ w obrazie oftalmoskopowym tarczy n. II **u chorych z JNC** częściej występują:

- - ogniskowe uszkodzenie pierścienia nerwowo-siatkówkowego (*notch*),
- - płomykowane krwotoczki natarczowe,
- - nabyty dołek tarczy n. II,
- - okołotarczowy zanik siatkówkowo-naczyniówkowy,
- - bardziej płaskie zagłębienie tarczy n. II.

i/ w **diagnostyce różnicowej** zmian w obrębie tarczy n. II należy uwzględnić:

- dużą tarczę n. II i duże zagłębienie c/d II w przebiegu krótkowzroczności,
- zmiany wrodzone (tarcza pochyła, szczelina tarczy n. II, wrodzony dołek tarczy n. II)
- zanik nerwu wzrokowego w przebiegu:
 - guzów skrzyżowania,
 - przedniej neuropatii niedokrwiennej,
 - chorób zapalnych (sarkoidoza, gruźlica, kiła),
 - uszkodzeń polekowych (izoniazyd, etambutol),
 - uszkodzeń toksycznych (metanol).

Zmiany jaskrowe	Zmiany neurologiczne
Wiek > 50 r.ż.	Wiek < 50 r.ż. (93%)
Zmiany obustronne	Zmiany często asymetryczne
Przebieg bezobjawowy	Czasami bóle głowy, двоjenie
Ostrość wzroku stabilna	Często nagłe i postępujące obniżenie ostrości wzroku (BCVA < 0,5 u 80% chorych)
Widzenie barwne (+)	Widzenie barwne (-)
Odruchy źreniczne (+)	Odruchy źreniczne (+/-)
Zagłębienie tarczy n. II (100%)	Bładość tarczy n. II (90%), zagłębienie (10%)

Ubytki pola widzenia odgraniczone poziomym południkiem	Ubytki pola widzenia odgraniczone pionowym południkiem
Częściej ubytki nosowe	Częściej ubytki skroniowe
Ubytki pola widzenia korespondujące ze zmianami na tarczy n. II	Ubytki pola widzenia większe niż zmiany na tarczy n. II

j/ pomocnym dla monitorowania długoterminowych zmian jest wykonanie dokumentacji fotograficznej tarczy lub przynajmniej szkicu zawierającego grubość pierścienia nerwowo-siatkówkowego, położenie pni naczyń, ewentualne zblednięcia, krwotoczki natarczowe i asymetrię obrazu obu tarcz.

k/ **konfokalna skaningowa oftalmoskopia laserowa** – (ang. *Heidelberg Retinal Tomograph, HRT*)

- stanowi połączenie techniki skaningu laserowego (o długości fali 670 nm) z techniką konfokalną (mierząc 256 punktów x 256 linii w 32 msek),
- umożliwia ilościowe pomiary struktur tarczy n. II, w tym pierścienia nerwowo-siatkówkowego i zagłębienia cup/disc, odnosząc je następnie do zaimplementowanej w aparacie normatywnej bazy danych i analizując pod kątem prawdopodobieństwa uszkodzenia za pomocą trzech metod: Moorfields Regression Analysis (MRA), Glaucoma Probability Score (GPS) oraz liniowej analizy dyskryminacyjnej. Algorytmy klasyfikacyjne HRT mają tendencję do nadmiernego raportowania wyniku »poza normą« w przypadku dużych tarcz n.II.
- dla oceny progresji zmian, oprogramowanie posługuje się mapą zmian wysokości powierzchni ONH i siatkówki w odniesieniu do badania wyjściowego (Topographic Change Analysis, TCA) lub wykresem zmian powierzchni rąbka nerwowo-siatkówkowego w czasie.

7. OCENA WARSTWY WŁÓKIEN NERWOWYCH SIATKÓWKI

a/ zanik włókien nerwowych siatkówki jest pierwszym objawem uszkodzenia anatomicznego tkanki nerwowej w przebiegu jaskry.

b/ badanie w biomikroskopie przy użyciu **filtra beczcerwiennego** i soczewki 78 D lub 90 D umożliwia wykrycie ubytków ogniskowych (szczelinowatych lub klinowatych) w warstwie włókien nerwowych (najczęściej w odległości 2 dd od tarczy n. II widocznych w postaci ciemnych pasm). Ubytki włókien nerwowych siatkówki występują u mniej niż 3% zdrowej populacji i stwierdzenie zaniku jest na ogół objawem patologicznym.

c/ pomiary ilościowe warstwy włókien nerwowych siatkówki (ang. *retinal nerve fibre layer*, RNFL) za pomocą technik GDx lub OCT pozwalają na wczesne wykrycie ubytków jaskrowych.

d/ **skanningowa polarymeria laserowa – GDx**

- wykorzystując światło lasera GaAlAs o dł. 780 nm, mierzy zależną od grubości RNFL, wielkość opóźnienia przechodzenia rozszczepionego światła polaryzacyjnego,
- pomiar jest nieinwazyjny, nie wymaga rozszerzenia źrenicy; konieczne są natomiast przeziernie ośrodki optyczne,
- prawdopodobieństwo występowania uszkodzeń jaskrowych wyznacza zbiorczy współczynnik NFI (*Nerve Fiber Index*), wygenerowany za pomocą sieci neuronalnych ze wszystkich pozostałych parametrów (prawidłowy dla wartości 0-35, nieprawidłowy gdy > 35, w tym podejrzany dla wartości 35-44),
- oprogramowanie aparatu pozwala na automatyczne nakładanie na siebie kolejnych badań i statystyczną analizę prawdopodobieństwa progresji wraz z graficznym wyznaczeniem trendu dla głównych parametrów.

e/ **optyczna koherentna tomografia** (ang. *optical coherent tomography*, OCT)

- oparta na metodzie skaningu optycznego wysokiej rozdzielczości 3-10 µm, dostarcza barwnych liniowych przekrojów siatkówki,
- nowoczesne technologie OCT oparte są na domenie Fouriera (FD), spektralnej (SD) lub systemie *swept source*. Na rynku dostępnych jest kilka aparatów FD/SD OCT – ich właściwości techniczne, oprogramowanie, charakterystyka baz normatywnych są różne, dlatego wartości pomiarowe uzyskiwane za różnych aparatów OCT nie są porównywalne,

- badanie OCT umożliwia pomiar trzech parametrów: tarczy n. II, grubości warstwy włókien nerwowych siatkówki oraz kompleksu komórek zwojowych (ang. *ganglion cell complex*, GCC) i odnosi wyniki pomiaru do wartości normatywnych; najcenniejszymi parametrami dla tej technologii są parametry RNFL i GCC. Oprogramowanie OCT umożliwia także ocenę zmian grubości RNFL i GCC w czasie.

WAŻNE! Żadna z powyższych technologii nie stawia rozpoznania klinicznego, a jedynie statystyczny wynik: „w granicach normy”, „na pograniczu normy” lub „poza normą” oparty na odniesieniu badanych parametrów do bazy normatywnej zdrowych oczu. Interpretacja wyników badań skaningowych musi być zweryfikowana badaniem klinicznym. Każda z technologii ma swoje zalety i ograniczenia; ich systemy klasyfikacyjne wykazują tylko częściową zgodność we wczesnej jaskrze. Co więcej, zgodność technik obrazowych z wynikami badania pola widzenia jest mierna we wczesnej jaskrze.

Zawarte w powyższych technologiach algorytmy klasyfikacyjne dotyczące tempa progresji jaskry nie powinny być używane do ostatecznej oceny progresji neuropatii jaskrowej bez jednoczesnej analizy zmian w polu widzenia. Podstawowym warunkiem rzetelnej analizy porównawczej za pomocą technik strukturalnych jest dobra jakość badań wyjściowych i serii badań kontrolnych oraz wystarczająco długi okres obserwacji.

Obrazowanie wyjściowe należy wykonać u pacjentów:

- z podejrzeniem jaskry lub niewiarygodnym wynikiem badania pola widzenia
- z rozpoznaną jaskrą początkową lub umiarkowanie zaawansowaną

Monitorowanie progresji zmian jaskrowych:

- częstotliwość wykonywania badań obrazowych powinna być podobna do badania pola widzenia,
- należy wykonywać tę samą metodę obrazowania,
- w przypadku wysokiego ryzyka progresji kolejne badanie należy wykonać po 3 miesiącach od badania wyjściowego, a następnie do 4 kolejnych badań w 2 pierwszych latach,

- w przypadku nadciśnienia ocznego należy powtarzać badania kontrolne raz w roku.

9. PACHYMETRIA

a/ grubość centralnej rogówki jest przypuszczalnie powiązana ze strukturą i właściwościami biomechanicznymi blaszki sitowej oraz grubością włókien nerwowych siatkówki.

b/ średnia grubość centralnej rogówki wynosi 542 nm (537-554 nm).

c/ cienka rogówka może mieć związek ze zwiększonym ryzykiem powstania i progresji jaskry oraz konwersji nadciśnienia ocznego w jaskrę.

10. PERYMETRIA

a/ podstawowym testem badania pola widzenia w jaskrze jest **standardowa automatyczna perymetria statyczna** (ang. *standard automated perimetry*, **SAP**), polegająca na prezentacji w tym samym miejscu bodźców o zmiennej luminancji i pomiarze ilościowym czułości badanego punktu siatkówki na światło.

- SAP określa progową wrażliwość (czułość) siatkówki (wyrażoną w dB) w wybranych punktach centralnego i obwodowego pola widzenia przy uwzględnieniu stałego oświetlenia tła. W badaniu określa się najniższy, widziany przez pacjenta poziom jasności (luminancji) znaczka testowego (wyrażony w apostilbach, asb), wykorzystując schodkowe algorytmy zmiany jasności bodźca.
- rekomendowanymi testami czynnościowymi SAP są testy SITA Standard 24-2 (zalecany) lub 30-2 lub SITA Fast (perymetr Humphrey) oraz G2 lub 32 (perymetr Octopus). U chorych z zaawansowanymi ubytkami w polu widzenia zaleca się przeprowadzenie badania ze znacznikiem Goldmann V (zamiast III) lub wykonanie badania w zakresie centralnych 10° (program Humphrey 10-2 i Octopus M1 lub M2). W kolejnych badaniach należy badać pacjentów w tych samych opcjach SAP, co ułatwia szacowanie progresji.
- podstawowymi parametrami zbiorczymi perymetrii są wskaźniki: średnia czułość siatkówki (*mean sensitivity*, **MS**), średnie odchylenie od normy (*mean defect*, **MD**), standardowe odchylenie rozrzutu (*pattern standard deviation*, **PSD** w perymetrze Humphrey) lub wariancja ubytków (*loss variance*, **LV** w

perymetrze Octopus). Wartości te można skorygować rozmiarem fluktuacji krótkoterminowej, uzyskując odpowiednio skorygowane PSD (CPSD) lub LV (CLV). Nowym parametrem w perymetrii Humphreya jest indeks pola widzenia (*visual field index, VFI*), wyrażony w procentach, zbliżony do wartości MD, jednak bardziej czuły dla centralnej części pola widzenia.

- przy interpretacji badań perymetrycznych należy brać pod uwagę „efekt uczenia się” pacjenta, wskaźniki wiarygodności badania (utrata fiksacji, odpowiedzi fałszywie dodatnie i ujemne, gdy ich suma przekroczy 20-30% wiarygodność badania jest wątpliwa), występowanie zaburzeń ustawienia powiek, zmętnień ośrodków optycznych i wąskiej źrenicy. Głównymi wskaźnikami świadczącymi o słabej wiarygodności badania jest znaczny odsetek odpowiedzi fałszywie dodatnich oraz utraty fiksacji.
- uszkodzenie pola widzenia można uznać za rzeczywiste tylko wtedy, gdy pojawia się ono w dwóch kolejnych badaniach (nie wliczając do tego pierwszego, wstępnego badania).
- w jaskrze najwcześniej ulegają uszkodzeniu włókna paracentralne dolnej połowy siatkówki, następnie włókna paracentralne górnej połowy siatkówki, następnie obwodowe części skroniowej, włókna pęczka tarczowo-plamkowego, na końcu zaś, włókna nosowej części siatkówki.
- jaskrowe uszkodzenie pola widzenia stwierdzone w standardowej perymetrii automatycznej obejmuje: mroczki łukowate powstające pomiędzy 10° a 20° od punktu fiksacji, w górnym (częściej) lub dolnym przedłużeniu plamy ślepej (*mroczki Bjerruma*), łączące się z plamą ślepą (*mroczek Seidla*), izolowane mroczki paracentralne w górnej i dolnej hemisferze, schód nosowy *Roennego*, mroczek pierścieniowaty, powstały z połączenia górnego i dolnego mroczka łukowatego. Typowo do późnych faz jaskry pozostaje prawidłowe widzenie centralne i wyspa w dolnoskroniowej części pola widzenia, które zanikają, jako ostatnie.
- ubytki jaskrowe pola widzenia w JNC są bardziej „ostre”, głębsze, zlokalizowane bliżej punktu fiksacji, częściej w kwadrantach górnych.
- kryteriami diagnostycznymi w jaskrowym uszkodzeniu pola widzenia są potwierdzone w dwóch kolejnych badaniach:

- nieprawidłowy test połówek pola widzenia (w perymetrze Humphrey) lub
- min. 3 leżące obok siebie punkty z prawdopodobieństwem prawidłowości $p < 5\%$; jeden z tych punktów powinien mieć $p < 1\%$ i żaden z tych punktów nie może być w łączności z plamą ślepą.
- najpopularniejszym systemem klasyfikacyjnym jaskry jest trójstopniowa klasyfikacja wg. Hodapp i wsp., biorąca pod uwagę wartość średniego defektu (MD), ilość punktów o obniżonej czułości poniżej 5% i 1% prawdopodobieństwa oraz obecność uszkodzenia w obrębie centralnych 5° pola widzenia. Uszkodzenia jaskrowe podzielono na wczesne (MD < -6 dB), umiarkowane (MD < -12 dB) i zaawansowane (MD > -12 dB).

Typ uszkodzenia jaskrowego	MD	Liczba punktów dla których $p < 5\%$	Liczba punktów dla których $p < 1\%$	Obecność absolutnego uszkodzenia w centralnych 5° pola widzenia	Lokalizacja punktów o czułości < 15 dB w centralnych 5° pola widzenia
Wczesne	< -6 dB	< 18	< 10	Nie	Nie
Umiarkowane	< -12 dB	< 37	< 20	Nie	w jednej połówce
Zaawansowane	> -12 dB	> 37	> 20	Tak	w obu połówkach

b/ **perymetria niekonwencjonalna**, poprzez prezentację odpowiedniego typu bodźców pozwala „wyselekcjonować” odpowiedź subpopulacji komórek zwojowych najwcześniej ulegającej uszkodzeniu w jaskrze. Do technik tych należą:

- **perymetria zdwojonej częstotliwości** (ang. *frequency - doubling technology*, FDT)
 - « wykorzystuje do badania pola widzenia bodźce świetlne w postaci zmieniających się pasków o częstotliwości 25 Hz. Bodźce te wybiórczo pobudzają komórki My (*magnocellular*), które stanowią 25% komórek M i 4% całej populacji komórek zwojowych.

- pojęcie zdwojonej częstotliwości pochodzi stąd, że oko ludzkie dostrzega dwukrotnie więcej migających pasków niż jest faktycznie prezentowanych.
- **automatyczna perymetria krótkofalowa** (ang. short wavelength automated perimetry–SWAP, »blue-on-yellow perimetry«, «niebieskie na żółtym»)
 - wyodrębnia odpowiedź komórek zwojowych typu K (*koniocellular*), stanowiących ok. 10% całej populacji i przewodzących bodźce krótkofalowe (światło niebieskie o maks. absorpcji 440 nm).

Rzadziej wykonywanymi technikami perymetrycznymi są:

- **perymetria MAP** (ang. *motion automated perimetry*), gdzie bodźcem są różnej wielkości obszary poruszających się punktów,
- **perymetria AFP** (ang. *automated flicker perimetry*) – z migoczącym bodźcem, rejestrowanym przez pacjenta, jako pojedynczy znaczek oraz
- **perymetria wysokoprzepustowa HRP** (ang. *high-pass resolution perimetry*), wykorzystująca zdolność rozróżniania bodźców świetlnych o kształcie pierścienia (z jasnym środkiem i ciemnymi granicami) i zmiennej wielkości na mało kontrastowym tle.

WAŻNE! Brak jest wystarczających danych naukowych do wskazania przewagi technik niekonwencjonalnych nad SAP.

c/ w diagnostyce jaskry istotną kwestią jest odniesienie zmian w polu widzenia do wyglądu tarczy n. II. W diagnostyce różnicowej zmian pola widzenia należy wykluczyć błędy wynikające z techniki badania, efekt uczenia, ubytki neurologiczne.

d/ wyróżnia się dwie metody wykrywania i monitorowania **progresji zmian pola widzenia** u chorych z jaskrą: analiza zdarzeń (ang. *event analysis*) i analiza trendu (ang. *trend analysis*). Dla wykrycia progresji wymagane jest min. 5 badań pola widzenia i min. 2 lata obserwacji. Ważne jest wczesne zidentyfikowanie oczu z szybką progresją zmian w polu widzenia. Pacjenci ze świeżo wykrytą jaskrą powinni mieć wykonane min. 3 badania rocznie przez pierwsze dwa lata po postawieniu rozpoznania.

Typ analizy	Opis metody	Kryterium progresji	Zalety	Wady
Analiza zdarzeń	porównuje aktualne badanie pola widzenia (progową czułość każdego punktu) z danymi wyjściowymi (pierwsze 2-3 badania)	<p>Pogłębienie istniejącego mroczka - gdy czułość siatkówki w danym punkcie w kolejnym badaniu jest mniejsza o co najmniej 7 dB w stosunku do badania wyjściowego</p> <hr/> <p>Poszerzenie mroczka - gdy czułość w punkcie graniczącymi z mroczkiem stwierdzonym uprzednio obniża się o co najmniej 9 dB</p> <hr/> <p>Pojawienie się nowego mroczka - gdy w punkcie uprzednio prawidłowym czułość zmniejsza się, o co najmniej 11 dB a w przypadku dwóch sąsiednich punktów o 5 dB</p>	Wcześniejsze wykrycie progresji	Niska specyficzność
Analiza trendu	Informując o tempie pogorszenia widzenia wskazuje trend pola widzenia	Liniowa analiza regresji MD, LV lub VFI w czasie wyrażona w dB/rok (MD, LV) lub %/rok (VFI)	Wysoka specyficzność	Wymagany dłuższy czas obserwacji

- w nowych aparatach możliwa jest automatyczna ocena postępu neuropatii dzięki zaimplementowanemu oprogramowaniu (np. *Glaucoma Progression Analysis, GPA*).

e/ rzadziej stosowana **perymetria kinetyczna Goldmanna**

- wyznacza izoptery, tj. linie łączące punkty pola widzenia, odpowiadające punktom siatkówki o tej samej czułości na światło.
- badanie tą techniką może być pomocne u pacjentów, u których nie można wykonać badania komputerowego (z powodu np. znacznie obniżonej ostrości wzroku czy trudności z koncentracją podczas badania).

f/ Innymi, rzadko wykonywanymi w diagnostyce jaskry badaniami pola widzenia są:

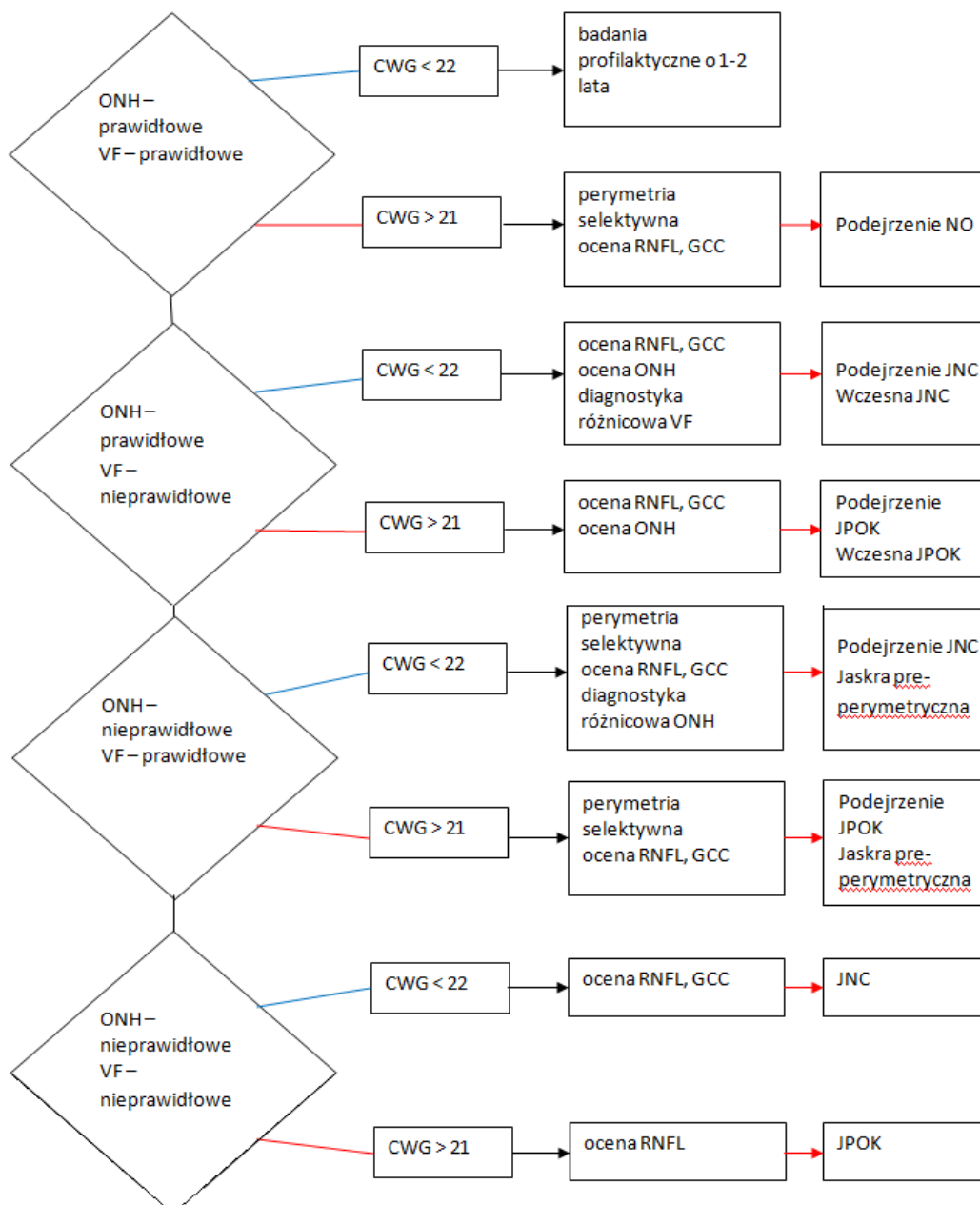
- badanie czułości na kontrast,
- wieloogniskowe wzrokowe potencjały wywołane (ang. *multifocal visual evoked potentials* – mfVEP) lub elektretinografia (mfERG, PERG),
- pupillografia.

Brak jest wystarczających danych naukowych do określenia przydatności tych badań we wczesnej diagnostyce jaskry.

PODSTAWOWE ZASADY DIAGNOSTYKI JASKRY

- I. Rozpoznanie lub wykluczenie jaskry można postawić jedynie na podstawie wyników wszystkich głównych badań wymaganych w procedurze diagnostycznej – stereoskopowej oceny tarczy n. II, tonometrii, gonioskopii i perymetrii.**
- II. Połączenie testów strukturalnych z czynnościowymi zwiększa skuteczność w rozpoznaniu jaskry oraz jej progresji.**
- III. Nowoczesne techniki skanningowe są cennym źródłem informacji diagnostycznych, jednak interpretacja uzyskanych danych musi być zweryfikowana badaniem oftalmoskopowym.**

POSTĘPOWANIE DIAGNOSTYCZNE JASKRY OTWARTEGO KĄTA



[ONH- ang. *optic nerve head* – tarcza n. II, VF - ang. *visual field* - pole widzenia, CWG – ciśnienie wewnątrzgałkowe, RNFL – ang. *retinal nerve fibre layer* – warstwa włókien nerwowych siatkówki, GCC – ang. *ganglion cell complex* – kompleks komórek zwojowych siatkówki NO- nadciśnienie oczne, JNC – jaskra normalnego ciśnienia, JPOK – jaskra pierwotna otwartego kąta].

I. U osób powyżej 40 roku życia, u których nie stwierdza się jaskry badania profilaktyczne (pomiar CWG, oftalmoskopia, badanie pola widzenia, badanie obrazowe tarczy n. II lub RNFL lub GCC wykonane tą samą techniką) należy wykonywać co 2 lata, a u osób z czynnikami ryzyka rozwoju jaskry co rok.

II. U osób z nadciśnieniem ocznym, w przypadku nie podjęcia decyzji o włączeniu leczenia przeciwjaskrowego wskazane jest wykonywanie badania kontrolnego (pole widzenia techniką FDT, pomiar CWG, badanie strukturalne tarczy n. II/RNFL/GCC tą samą techniką) minimum raz na rok.

III. U chorych z rozpoznaną jaskrą, po włączeniu leczenia przeciwjaskrowego należy wykonywać kontrolne pomiary CWG co ok. 1-2 miesiące a ocenę oftalmoskopową tarczy n. II co 6 miesięcy. Badania pola widzenia i badanie obrazowe tarczy n. II lub RNFL lub GCC wykonane tą samą techniką powinny być powtórzone w ciągu 3 miesięcy od badania wyjściowego a następnie, przez pierwsze 2 lata terapii, należy przeprowadzać 2-3 razy do roku.

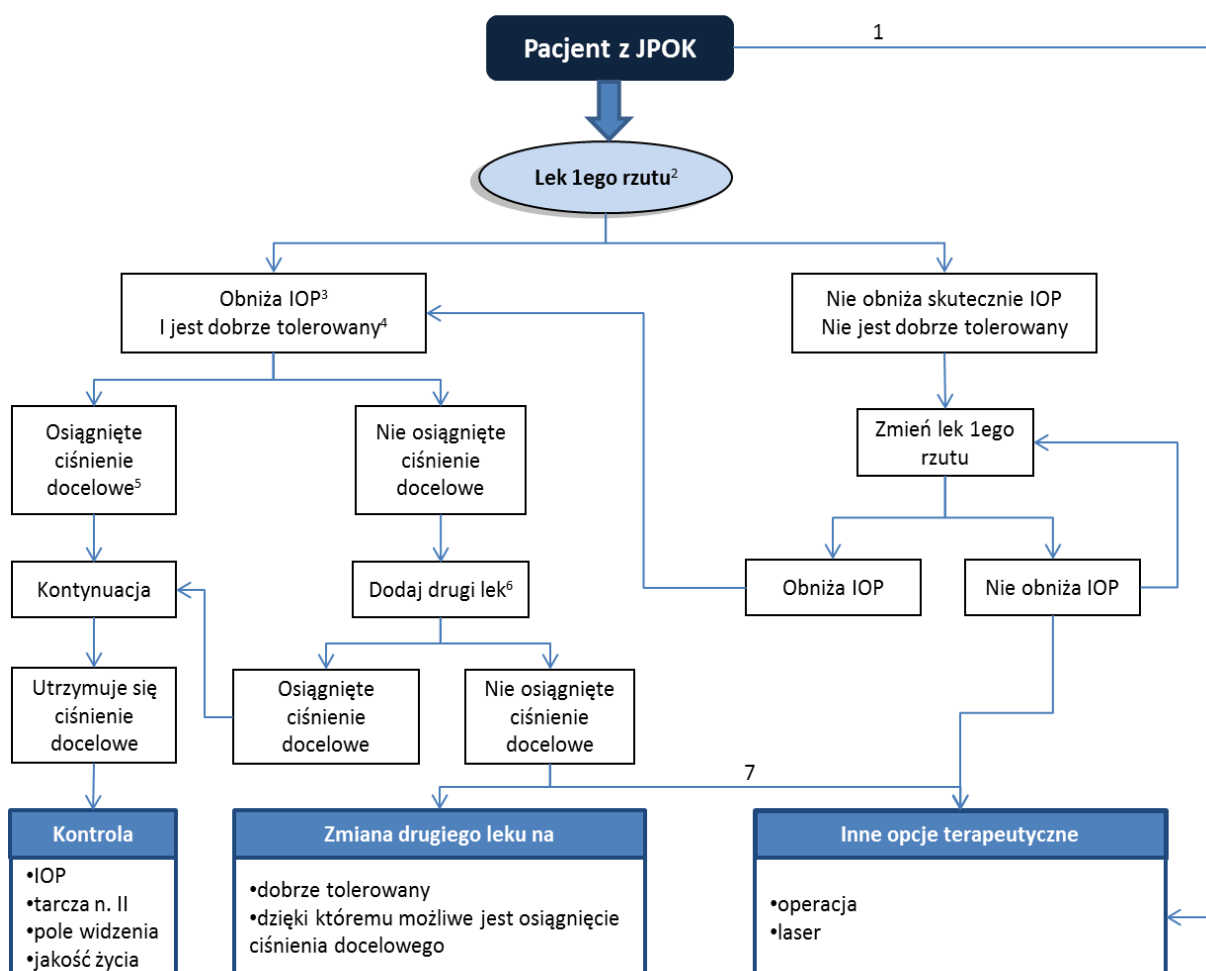
LECZENIE JASKRY

Celem leczenia jaskry jest utrzymanie funkcji widzenia i zależnej od niej jakości życia. Zamierzone cele leczenia jaskry:

1. Osiągnięcie ciśnienia wewnątrzgałkowego docelowego.

2. Brak progresji uszkodzenia nerwu wzrokowego.
3. Stabilne parametry w badaniu pola widzenia.

WYTYCZNE LECZENIA JASKRY PIERWOTNEJ OTWARTEGO KĄTA



- Trabekuloplastyka laserowa może być rozważana jako metoda pierwszego rzutu oraz jako alternatywa dla dodatkowych leków przeciwjaskrowych.
- U pacjentów z jaskrą pierwotną młodzieńczą nie jest zalecane wykonywanie trabekuloplastyki laserowej ze względu na słaby i krótkotrwały efekt obniżenia ciśnienia wewnątrzgałkowego (IOP).
- W wyjątkowych wypadkach, takich jak: bardzo zaawansowana jaskra, bardzo wysokie ciśnienie wewnątrzgałkowe oraz przewidywany brak współpracy pacjenta co do stosowania kropli lub brak tolerancji na leki miejscowe jako opcję terapeutyczną pierwszego rzutu zaleca się operację przeciwjaskrową.

- W chwili obecnej jedyną udowodnioną metodą leczniczą zabezpieczającą przed utratą widzenia w jaskrze jest obniżanie ciśnienia wewnątrzgałkowego.
- W przypadku gdy ciśnienie wewnątrzgałkowe nie jest bardzo wysokie ani uszkodzenie jaskrowe nie jest bardzo zaawansowane, rozpoczęcie leczenia powinno być rozpoczęte dopiero po wykonaniu wszystkich niezbędnych badań diagnostycznych.
- Po postawieniu rozpoznania zalecany jest pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego przynajmniej jeden raz przed włączeniem leczenia.
- Leczenie powinno się zacząć od jednego leku.
- Każde oko pacjenta należy traktować indywidualnie wybierając najlepszą terapię miejscową.
- Jako lek pierwszego rzutu zaleca się prostaglandyny/prostamidy.
- Do innych leków pierwszego rzutu należą: beta-blokery, alfa₂-agoniści, inhibitory anhidrazy węglanowej.

- Wybierając odpowiedni lek dla pacjenta należy wziąć pod uwagę stopień obniżania ciśnienia wewnątrzgałkowego, profil zdrowotny pacjenta, charakterystykę leków, tolerancję leku, jakość życia oraz koszty terapii.

Krótką charakterystyką stosowanych miejscowych leków przeciwwjaskrowych:

- analogi prostaglandyn/prostamidy:
 - są dawkowane raz dziennie,
 - cechują się brakiem istotnych ogólnych efektów ubocznych,
 - są najsilniejszymi miejscowymi lekami przeciwwjaskrowymi – obniżają IOP o 25-35%,
 - zwiększają odpływ cieczy wodnistej drogą naczyniówkowo-twardówkową.
- beta-blokery:
 - zmniejszają IOP o 20-25% na drodze hamowania produkcji cieczy wodnistej,
 - słabszy efekt hipotensyjny w czasie snu,
 - nieselektywne beta-blokery są przeciwwskazane u pacjentów z astmą, POChP, w niektórych przypadkach zastoinowej niewydolności serca i bloku przewodzenia,
 - betaksolol (wybiórczy bloker receptorów β_1) jest bezpieczniejszy dla pacjentów z astmą lub POChP lecz słabiej obniża IOP.
- alfa₂-agoniści:
 - zmniejszają IOP o 20-25% zmniejszając produkcję cieczy wodnistej i zwiększając jej odpływ drogą naczyniówkowo-twardówkową,
 - mogą również działać neuroprotekcynie, jednak nie ma wystarczających badań potwierdzających to działanie u ludzi,

- do działań niepożądanych ogólnych należy suchość w ustach, zmęczenie, senność i niedociśnienie; miejscowo powodują często alergiczne zapalenie spojówek i brzegów powiek.
- inhibitory anhidrazy węglanowej:
 - zmniejszają IOP o 15-20% hamując produkcję cieczy wodnistej,
 - są jedyną grupą leków dostępną w postaci do stosowania miejscowego i ogólnego – działanie addytywne leku stosowanego miejscowo i ogólnie w obniżaniu IOP jest niewielkie,
 - do miejscowych działań niepożądanych należy punktowata keratopatia, zaś ogólnych -parestezje, zaburzenia słuchu, utrata apetytu, nudności.

- Redukcja IOP w początkowej monoterapii powinna wynosić przynajmniej 20% w stosunku do wartości wyjściowych.
- Redukcję IOP mniejszą niż 10% należy traktować jako brak odpowiedzi na lek.
- Większą redukcję IOP uzyskuje się u pacjentów z wyższymi wartościami IOP przed leczeniem.

- Przewlekłe stosowanie leków zawierających konserwanty wywiera toksyczny wpływ na powierzchnię oka.
- U pacjentów z chorobą powierzchni oka i/lub z alergią na środki konserwujące należy rozważyć zastosowanie leku przeciwwjaskrowego bez konserwantów.

- Ciśnienie docelowe – jest to uzyskana pod wpływem leczenia najwyższa wartość ciśnienia wewnątrzgałkowego, które zapobiega progresji uszkodzenia jaskrowego nerwu wzrokowego lub gdy progresja zostaje ograniczona do minimum i pozwala zachować zależną od widzenia jakość życia. Nie jest określone żadne ciśnienie docelowe, które byłoby właściwe dla każdego chorego z jaskrą, dlatego powinno być ustalane indywidualnie i dla każdego oka osobno. W początkowym okresie należy oszacować wartość ciśnienia docelowego w oparciu o stadium jaskry oraz wyjściowy poziom IOP. W jaskrze wczesnej należy zaplanować min. 20% redukcję wartości IOP, w jaskrze średniozaawansowanej – co najmniej 30% redukcję wartości IOP a w jaskrze zaawansowanej może być konieczne wyznaczenie jeszcze niższego ciśnienia docelowego. Jeśli dzięki początkowej terapii ciśnienie docelowe jest osiągnięte i terapia jest dobrze tolerowana, wówczas może ona pozostać niezmienną, ale pacjent musi być pod okresową kontrolą przebiegu jaskry. W przypadku, gdy pomimo osiągnięcia ciśnienia docelowego dochodzi do progresji uszkodzenia jaskrowego i pogorszenia pola widzenia, należy ponownie oszacować ciśnienie docelowe, na niższym poziomie.

Ciśnienie docelowe należy ustalać indywidualnie i zależy od:

- wartości IOP przed terapią,
- stopnia uszkodzenia jaskrowego,
- wieku i przewidywanej długości życia,
- obecność innych czynników ryzyka,
- wskaźnika progresji choroby w trakcie leczenia.

Drugi lek

- Skuteczność monoterapii jest zwykle mniejsza niż terapii skojarzonej.

- Zaleca się kojarzenie leków o różnych mechanizmach działania.
- Preferuje się preparaty złożone zamiast zakraplania dwóch różnych leków, gdy tylko jest to możliwe ze względu na wygodę stosowania, mniejszą podaż konserwantów i większą szansę na stosowanie się pacjenta do zaleceń lekarza.

W przypadku, gdy 2 leki miejscowe (w tym możliwe jest zastosowanie jednego leku złożonego) nie obniżają ciśnienia wewnątrzgałkowego wystarczająco na tyle, by zahamować progresję uszkodzenia jaskrowego należy pacjenta skierować na dodatkowe leczenie laserowe lub leczenie chirurgiczne.

Pacjent powinien być poinstruowany przez lekarza okulistę jak należy prawidłowo podawać krople do oczu. W czasie wizyt kontrolnych zalecane jest upewnienie się czy lek jest właściwie aplikowany. Wszystkie zalecenia dotyczące leczenia powinny być przekazywane pacjentowi pisemnie, w przystępnej i zrozumiałej dla niego formie.

LECZENIE JASKRY WTÓRNEJ OTWARTEGO KĄTA

1. Jaskra w przebiegu zespołu pseudoeksfoliacji
 - leczenie miejscowe, w wielu przypadkach konieczne jest stosowanie minimum 2 leków
 - trabekuloplastyka laserowa – zwykle dobra skuteczność
 - operacja przeciwjaskrowa
2. Jaskra barwnikowa

- leczenie miejscowe (należy unikać kropli powodujących ruch źrenicy – mogą powodować dodatkowe uwalnianie barwnika)
- trabekuloplastyka laserowa – zwykle dobra skuteczność po jednorazowym zabiegu, powtarzanie zabiegu jest rzadko skuteczne
 - irydotomia obwodowa – w przypadku istnienia odwróconego bloku źrenicznego,
 - operacja przeciwjaskrowa
- 3. Jaskra wtórna otwartego kąta wywołana soczewką
 - leczenie przeciwzapalne z następowym usunięciem soczewki lub jej fragmentów
- 4. Jaskra związana z krwotokiem wewnątrzgałkowym
 - leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe,
 - paracenteza i płukanie komory przedniej,
 - witrektomia w celu usunięcia krwinek czerwonych z ciała szklistego.
- 5. Jaskra zapalna
 - przeciwzapalne leczenie ogólne i miejscowe,
 - leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe: miejscowe beta-blokery i inhibitory anhydrazy węglanowej jako leki pierwszego wyboru,
 - leczenie przyczynowe choroby,
 - operacja przeciwjaskrowa.
- 6. Jaskra spowodowana guzami wewnątrzgałkowym
 - leczenie przyczynowe (naświetlanie guza, chirurgiczne wycięcie/enukleacja)

- leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe (preferowane miejscowe beta-blokery, alfa-agoniści i inhibitory anhidrazy węglanowej)
 - cyklodestrukcja
 - operacja przeciwjaskrowa (dopiero po skutecznej terapii guza)
7. Jaskra wtórna do odwarstwienia siatkówki
- leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe,
 - chirurgiczne leczenie odwarstwienia siatkówki,
 - cyklokriodestrukcja lub operacja przeciwjaskrowa.
8. Jaskra pourazowa
- leczenie przeciwzapalne,
 - leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe,
 - obserwacja pacjenta przez długi czas po urazie – ciśnienie wewnątrzgałkowe może wzrosnąć nawet kilka lat po urazie,
 - operacja przeciwjaskrowa.
9. Jaskra wtórna spowodowana terapią kortykosteroidami
- przerwanie terapii kortykosteroidowej lub terapia słabszymi steroidami (jeśli niemożliwe jest zaprzestanie terapii),
 - leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe,
 - operacja przeciwjaskrowa.
10. Jaskra wtórna otwartego kąta spowodowana operacją lub zabiegiem laserowym gałki ocznej
- leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe,

- leczenie przeciwzapalne,
- usunięcie oleju silikonowego lub soczewki wewnątrzgałkowej (w zależności od przyczyny,
- wystąpienia jaskry wtórnej),
- operacja przeciwjaskrowa.

11. Jaskra spowodowana zwiększonym ciśnieniem żył nadtwardówkowych

- leczenie przyczynowe,
- leczenie miejscowe i ogólne obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe,
- operacja przeciwjaskrowa.

LECZENIE PIERWOTNEGO ZAMKNIĘCIA KĄTA

1. Predyspozycja do zamknięcia kąta przesączenia (kontakt tęczówkowo-beleczkowy w co najmniej 2 kwadrantach, brak zrostów przednich) – decyzja o leczeniu laserowym powinna być podejmowana indywidualnie
 - obwodowa irydotomia laserowa,
 - następową obwodową irydoplastyką laserem argonowym- w przypadkach współistnienia konfiguracji płaskiej tęczówki.
2. Ostre zamknięcie kąta w mechanizmie bloku źrenicznego
 - natychmiast należy podać:
 - a. w celu zmniejszenia produkcji cieczy wodnistej:
 - i. acetazolamid 10mg/kg doustnie lub dożylnie
 - ii. miejscowo: beta-bloker, alfa₂-agonista
 - b. w celu zmniejszenia objętości ciała szklistego (leki hiperosmotyczne)
 - i. 50% glicerol – 1,0-1,5 g/kg doustnie
 - ii. 20% mannitol – 1,0-1,5 g/kg dożylnie

- c. w celu zmniejszenia stanu zapalnego:
 - i. miejscowo steroid 3 razy co 5 minut, następnie 4-6 razy/dzień
 - po obniżeniu ciśnienia wewnątrzgałkowego:
 - a. 2% pilokarpina 2-3 razy w ciągu godziny w celu zwężenia źrenicy
 - po 1-2 godzinach:
 - a. należy wykonać irydotomię laserową Nd:YAG lub irydektomię w tym oku jeżeli przezierność rogówki umożliwia wykonanie tej procedury
 - b. jeżeli ostre zamknięcie kąta nie ustąpiło:
 - i. należy podać dożylnie acetazolamid lub leki hiperosmotyczne
 - ii. w przypadku obrzękniętej rogówki zastosować miejscowo 30% glicerol
 - iii. należy wykonać irydotomię laserową lub irydektomię
 - należy wykonać profilaktyczną irydotomię laserową w drugim oku, do czasu wykonania tej procedury należy podawać 2% pilokarpinę 2-3 razy dziennie
3. Zamknięcie kąta w mechanizmie konfiguracji „płaskiej tęczówki”
- zwężenie źrenicy – 2% pilokarpina,
 - zmniejszenie produkcji cieczy wodnistej – acetazolamid ogólnie i/lub beta-bloker lub alfa₂-agonista miejscowo,
 - obwodowa irydotomia laserowa – w celu wyeliminowania komponenty bloku źrenicznego,
 - obwodowa irydooplastyka laserem argonowym,
 - leczenie operacyjne:
 - a. usunięcie soczewki
 - b. operacja przetokowa
4. Podostre lub okresowe zamknięcie kąta

- w zależności od patomechanizmu zamknięcia kąta:
 - zwężenie źrenicy,
 - obwodowa irydotomia laserowa,
 - obwodowa irydoplastyka laserem argonowym,
 - usunięcie soczewki.
- 5. Przewlekłe zamknięcie kąta przesączania
 - wyłączne leczenie farmakologiczne jest nieskuteczne,
 - leczenie laserowe:
 - obwodowa irydotomia laserowa – często skuteczna do zniesienia bloku źrenicznego (gdy zrosty przednie zajmują mniej niż połowę obwodu kąta przesączania).
 - leczenie chirurgiczne
 - w przypadku nieprawidłowej kontroli ciśnienia wewnątrzgałkowego.
- 6. Stan po ostrym zamknięciu kąta przesączania
 - leczenie zależy od morfologii kąta przesączania, soczewki, ciśnienia wewnątrzgałkowego, obrazu tarczy nerwu wzrokowego oraz pola widzenia.

LECZENIE JASKRY WTÓRNEJ ZAMYKAJĄCEGO SIĘ KĄTA

1. Jaskra wtórna zamykającego się kąta z blokiem źrenicznym
leczenie zależy od obrazu klinicznego i czynnika sprawczego
 - leczenie zachowawcze:
 - a. miejscowe i ogólne leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leki rozszerzające źrenicę

- c. miotyki są przeciwwskazane
- leczenie laserowe
 - a. irydotomia obwodowa Nd:YAG
 - b. rozerwanie zrostów tylnych (synechioliza Nd:YAG)
- leczenie chirurgiczne
 - a. irydektomia obwodowa
 - b. usunięcie soczewki
 - c. witrektomia
- 2. Jaskra wtórna zamykającego się kąta na skutek pociągania do przodu bez bloku źrenicznego
- jaskra neowaskularna
 - a. leczenie zachowawcze:
 - i. leki rozszerzające źrenicę (cykloplegiki)
 - ii. początkowo – sterydy miejscowo
 - iii. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - iv. miotyki są przeciwwskazane
 - v. analogi prostaglandyn – ewentualne stosowanie z dużą ostrożnością
 - b. leczenie laserowe:
 - i. panfotokoagulacja siatkówki
 - c. leczenie chirurgiczne:
 - i. krioterapia siatkówki
 - ii. cyklodestrukcja
 - iii. operacja filtrująca z podaniem antymetabolitów
 - iv. operacja setonowa
- zespół tęczówkowo-rogówkowo-śródbłonkowy
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne
 - i. operacja przetokowa z antymetabolitem
 - ii. sztuczna przetoka filtrująca

- dystrofia polimorficzna tylna
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne – operacja przetokowa z antymetabolitem
- wzrost tkanki nabłonkowej i włóknistej w kącie przesączania wtórny do zabiegów operacyjnych na przednim odcinku oka lub urazów oka
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne
 - i. zniszczenie/wycięcie tkanki włóknistej
 - ii. operacja przetokowa z antymetabolitem
 - iii. sztuczna przetoka filtrująca
 - iv. cyklodestrukcja
- błona zapalna
 - a. leczenie zachowawcze:
 - i. leczenie przeciwzapalne
 - ii. leki rozszerzające źrenicę
 - iii. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne:
 - i. operacja przetokowa z antymetabolitem
 - ii. sztuczna przetoka filtrująca
 - iii. cyklodestrukcja
- zrosty przednie po ALT
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne – operacja przetokowa
- aniria
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne:
 - i. trabekulotomia
 - ii. operacja przetokowa z antymetabolitem
 - iii. sztuczna przetoka filtrująca
 - iv. cyklodestrukcja

3. Jaskra wtórna zamykającego się kąta na skutek popychania od tyłu bez bloku źrenicznego
- jaskra złośliwa (blok rzęskowo-soczewkowy, blok rzęskowy)
 - a. leczenie zachowawcze:
 - i. rozszerzanie źrenicy i cykloplegia (atropina, cyklopentolat)
 - ii. zmniejszenie produkcji cieczy wodnistej – acetazolamid ogólnie i/lub beta-bloker lub alfa₂-agonista miejscowo
 - iii. w celu zmniejszenia objętości ciała szklistego - leki hiperosmotyczne
 - iv. miotyki są przeciwwskazane
 - b. leczenie laserowe:
 - i. irydotomia obwodowa Nd:YAG
 - ii. witreoliza/kapsulotomia laserem Nd:YAG
 - c. leczenie chirurgiczne:
 - i. witrektomia przez pars plana z usunięciem przedniej części ciała szklistego
 - ii. w wybranych przypadkach usunięcie soczewki
 - cysty tęczówkowe i cysty ciała rzęskowego
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne/laserowe:
 - i. zniszczenie cyst za pomocą lasera lub ich chirurgiczne wycięcie
 - ii. operacja przetokowa
 - iii. cyklodestrukcja
 - guzy wewnątrzgałkowe
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne:
 - i. usunięcie guza
 - ii. operacja przetokowa
 - iii. cyklodestrukcja
 - olej silikonowy lub gaz w komorze ciała szklistego

- a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne:
 - i. usunięcie oleju/gazu
 - ii. operacja przetokowa
 - iii. sztuczna przetoka filtrująca
 - iv. cyklodestrukcja
- wysiękowe odłączenie naczyniówki (spowodowane zapaleniem twardówki, błony naczyniowej, guzem, podwyższonym ciśnieniem żylnym w małym oczu, wgłobieniu twardówki, przetokach żylnych-tętnicznych)
 - a. leczenie zachowawcze:
 - i. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe (jeśli konieczne)
 - ii. leczenie przeciwzapalne w przypadku etiologii zapalnej
 - b. leczenie chirurgiczne
 - i. sklerektomia w małym oczu
 - ii. rozluźnienie wgłębienia twardówki, witrektomia w przypadku podwyższonego ciśnienia żył naczyniówki
 - iii. naświetlania/usunięcie guza w przypadku nowotworu
 - iv. cyklodestrukcja
- stadium V retinopatii wcześniaczej
 - a. miejscowo i ogólnie leki obniżające ciśnienie wewnątrzgałkowe
 - b. leczenie chirurgiczne
 - i. cyklodestrukcja
 - ii. operacja przetokowa z lub bez antymetabolitu
 - iii. sztuczna przetoka filtrująca
- anomalie wrodzone
 - a. leczenie zależy od pierwotnej anomalii, mechanizmu, który powoduje podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe oraz jakości życia pacjenta.

JASKRA OTWARTEGO KĄTA

Trabekuloplastyka laserowa - poprawa odpływu cieczy wodnistej drogą konwencjonalną

Wskazania do trabekuloplastyki laserowej

- Jaskra pierwotna otwartego kąta
- Jaskra wtórna pseudoeksfoliacyjna
- Jaskra wtórna barwnikowa
- Jaskra normalnego ciśnienia
- Jaskra po operacji zaćmy

Trabekuloplastyka laserowa

a. **ALT (argon laser trabeculoplasty) - trabekuloplastyka laserem argonowym**

- średnica ogniska 50 μm
- czas ekspozycji 0,1 s
- laser argonowy
- pierwszy zabieg- w zakresie 180 stopni lub od razu na 360 stopniach
- powtórny zabieg – dalsze 180 stopni
- brak możliwości dalszego powtarzania
- Mechanizm działania: termiczne zniszczenie struktur trabekulum, prowadzące do obkurczenia tkanki, poszerzenia porów w beleczkowaniu i zwiększenia odpływu cieczy wodnistej
- efekt zabiegu maleje z czasem

- wada - może nasilać bliznowacenie tkanek i zwiększać ryzyko niepowodzenia późniejszej operacji przeciwjaskrowej

b. **SLT (selective laser trabeculoplasty) selektywna trabekuloplastyka laserowa**

- średnica ogniska 400 μm
- laser Q- switched Nd: YAG, długość fali 532 nm
- czas impulsu 3 ns
- brak efektu termicznego w tkankach
- promieniowanie laserowe absorbowane tylko przez komórki z barwnikiem
- zabieg może być wielokrotnie powtarzany
- mechanizm działania: rekrutacja makrofagów w beleczkowaniu i stymulacja tworzenia nowej, zdrowej tkanki trabekulum
- według zaleceń Europejskiego Towarzystwa Jaskrowego z 2014 roku może być stosowany jako leczenie pierwszego rzutu w jaskrze otwartego kąta

c. **MDLT (micropulse diode laser trabeculoplasty)**

- laser diodowy 810 nm
- średnica ogniska 200 μm
- moc - 2 W
- czas impulsu 200 ms
- micro impulsy
- brak efektu termicznego w tkankach

d. ELT (excimer laser trabeculotomy)

- fotoablacja tkanek beleczkowania i kanału Schlemma
- laser excimerowy (308 nm)
- wytworzone przez laser pęcherzyki gazu wnikają do kanału Schlemma i poszerzają go

e. Laserowa goniopunktura laserem Nd:YAG

- znajduje zastosowanie jako uzupełnienie zabiegów nieperforujących: sklerektomii, wiskokanaplastyki

Protokoły leczenia laserowego

	Trabekuloplastyka laserem argonowym ALT	Obwodowa irydotomia			Irydoplastyka laserem argonowym
		Argon		Laser Nd:YAG	
		Jasne tęczy	Ciemne tęczy		
Średnica ogniska (µm)	50	50	50	Stała	200–500
Czas impulsu (sekundy)	0,1	0,2	0,02–0,05	Stała (ns)	0,2–0,5
Moc (mW)	200–800	1000	1000	3–8 mJ	200–400
Liczba impulsów na kwadrant	20–25	15–25	25–100	1–5 strzałów (każdy z 1–3 pulsów)	4–10
Długość fali	Argon zielony	Argon zielony	Argon zielony	1064 nm	Argon zielony

**ZABIEGI LASEROWE W KONFIGURACJI/JASKRZE ZAMKNIĘTEGO KĄTA/
JASKRZE OTWARTEGO KĄTA**

Zabiegi laserowe jako dodatkowa droga odpływu cieczy wodnistej

1. Irydotomia laserem YAG lub argonowym

Wykonywana jako zabieg profilaktyczny, leczniczy lub w celach diagnostycznych.

- a. Wskazania lecznicze
 - a. Jaskra pierwotna zamykającego się kąta,
 - b. Pierwotne zamknięcie kąta,
 - c. Przewlekłe zamykanie się kąta,
 - d. Jaskra wtórna zamkniętego kąta z blokiem źrenicznym (fakomorficzna, *iris bombe*).
- b. wskazania profilaktyczne
 - a. zamykanie się kąta na co najmniej 180 stopniach,
 - b. obecność oleju silikonowego w komorze tylnej- irydotomia na godz. 6, aby zapobiec blokowi źrenicznemu,
 - c. zespół rozproszonego barwnika, z podwyższonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym i odwrotnym blokiem źrenicznym - wskazanie kontrolersyjne, mające na celu poprawę konfiguracji tęczówki, bez udowodnionej długoterminowej skuteczności.
- c. diagnostyczne
 - a. w zespole płaskiej tęczówki - w celu potwierdzenia diagnozy,
 - b. w bloku rzęskowym.

Przeciwwskazania do irydotomii laserowej

- brak współpracy pacjenta,
- nieprzezierna rogówka,
- szeroka sztywna źrenica,
- bardzo płytka komora przednia,
- zaawansowana rubeoza tęczówki,
- zrosty przednie na 360 stopniach.

Powikłania

- wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego- u 1/3 pacjentów,
- odczyn zapalny,

- niepowodzenie irydotomii: niepełnościenna, zatkanie barwnikiem, zbyt mała średnica
- podwójne widzenie, powidoki
- krwawienie z naczyń tęczówki
- punktowe zmętnienie soczewki
- uszkodzenie rogówki
- inne rzadkie: jaskra złośliwa, oparzenie siatkówki, zapalenie błony naczyniowej indukowane białkami soczewki

Obwodowa irydoplastyka laserowa

- a. Wskazania:
 - zamknięcie kąta związane z konfiguracją/zespołem *iris plateau*
 - zamknięcie kąta mimo drożnych irydotomii laserowych
- b. laser argonowy lub laser diodowy
- c. średnica ogniska 200–500 μm
- d. moc 200-400 mW
- e. czas trwania impulsu 0,2–0,6 s
- f. ogniska umieszcza się jak najbardziej obwodowo, tj. 0,5- 1mm od podstawy tęczówki
- g. 20-25 ognisk, z zachowaniem odstępów o zdwojonej średnicy ogniska pomiędzy kolejnymi ogniskami
- h. efekt zabiegu - obkurczenie się obwodowej tęczówki, otwarcie kąta przesączania

Zabiegi laserowe zmniejszające produkcję cieczy wodnistej- zabiegi cyklodestrukcyjne

Wskazania:

- jaskra pierwotna i wtórna otwartego kąta
- jaskra pierwotna i wtórna zamkniętego kąta
- jaskra dokonana

przeztwardówkowa cyklofotokoagulacja laserem diodowym 810 nm (TSCPC, CFK)

- alternatywna metoda obniżania ciśnienia wewnątrzgałkowego.
- możliwość powtarzania zabiegu w odstępach minimum miesięcznych
- zwykle konieczność powtarzania 2-3 razy - u ok. 50-60%
- moc 1500-1800 mW,
- liczba ognisk - 20-40, zakres – 270 stopni, czas trwania impulsu 2 s.

endoskopowa cyklofotokoagulacja laserem diodowym 810 nm (ECP)

- najczęściej wykonywany jednocześnie z fakoemulsyfikacją
- moc >/250 mW, na 180-270 stopniach
- bezpośrednia wizualizacja wyrostków rzęskowych
- precyzyjna i ograniczona destrukcja tkanek ciała rzęskowego
- mniej powikłań związanych z zamknięciem naczyń i niedokrwieniem ciała rzęskowego w porównaniu do metody przeztwardówkowej.

Powikłania zabiegów cyklodestrukcyjnych

	Cyklokrioterapia	Przeztwardówkowa cyklofotokoagulacja	Endoskopowa cyklofotokoagulacja
Oparzenie spojówki	++	++	0
Krew w komorze przedniej	+	+	+
Odczyn zapalny	+++	+++	++
Ból	+++	++	+
Wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego	++	++	++
Zaćma	+++	++	+
Zaburzenia szerokości źrenicy	+	+	++
Hipotonia	++	+	0
Konieczność powtarzania	+	+	++
Pogorszenie ostrości wzroku	+++	++	+

Wylew krwi do ciała szklanego	+	+	+
Odlączenie naczyniówki	+	+	+
Zanik gałki ocznej	+++	++	+

0 nie występuje; + rzadko; ++ czasami; +++ często.

PODSUMOWANIE

Przeważa obecnie tendencja do wcześniejszego wdrożenia leczenia laserowego w jaskrze pierwotnej otwartego kąta. SLT może być stosowane jako zabieg pierwszego rzutu w świeżo rozpoznanej jaskrze zamiast stosowania leczenia zachowawczego. Standardem staje się stosowanie trabekuloplastyki laserowej jako dodatkowego leczenia do leczenia miejscowego, zwłaszcza nowych technik (jak SLT) nie prowadzących do bliznowacenia beleczkowania i pozwalających na bezpieczne powtarzanie zabiegów. Zabiegi cyklodestrukcyjne do niedawna zarezerwowane były dla zaawansowanych postaci jaskry z niską ostrością wzroku i uznawane za leczenie ostatniej szansy. Zastosowanie nowych technik precyzyjnie uszkadzających wyrostki rzęskowe pozwala zaliczyć endoskopową cyklofotokoagulację do grupy zabiegów minimalnie inwazyjnych oraz zwiększa możliwości zastosowania tego typu zabiegu w oczach dobrze widzących.

LECZENIE OPERACYJNE W JASKRZE

(patrz drugi plik: Wytyczne PTO Leczenie chirurgiczne jaskry)

Opracowano na podstawie:

1. Terminologia i wytyczne postępowania w jaskrze. Wydanie IV. EGS PubliComm 2014.
2. Spaeth GL. Chirurgia okulistyczna. Wydanie polskie. Elsevier Urban & Partner.2006.
3. Meyer JJ, Lawrence SD. What's New in laser treatment for glaucoma? Curr Opin Ophthalmol 2012;23:111-117.

4. Fea AM, Bosone A, Rolle T, Brogliatti B, Grignolo FM. Micropulse diode laser trabeculoplasty (MDLT): A phase II clinical study with 12 months follow-up. Clin Ophthalmol 2008;2: 247–252.
5. Wytyczne American Academy of Ophthalmology „Primary open-angle glaucoma summary benchmarks for preferred practice pattern guidelines” 2012.
6. Spotkanie Grupy Ekspertów (Consensus Meeting) World Glaucoma Association: Leczenie zachowawcze jaskry.
7. Ahmed IK, Donnenfeld ED, Katz LJ, Lewis RA, Samuelson TW. Glaucoma Today supplement September/October 2012; Changing the glaucoma treatment paradigm.
8. Yanoff M, Ducker JS Ophthalmology 3rd edition Mosby 2008, Elsevier.