

Przednia i tylna komora oka

Carolyn Shea, COMT

Sheila Coyne Nemeth, COMT

Mark DiSclafani, MD

R. Rand Allingham, MD

GŁÓWNE ZAGADNIENIA

- Odcinek przedni jest małą, asymetryczną przestrzenią gałki ocznej; w jego skład wchodzi soczewka oraz wszystkie struktury położone przed nią.
- Odcinek przedni tworzą: komora przednia (KP) i komora tylna (KT).
- KP leży przed tęczówką (za rogówką) i jest wypełniona cieczą wodnistą.
- KT leży za tęczówką i zawiera soczewkę.

Odcinek przedni gałki ocznej często nazywany jest po prostu „przodem oka”. W tym rozdziale skoncentrujemy się na przedniej i tylnej komorze, obu częściach przedniego segmentu. Rogówka, która jest również częścią odcinka przedniego, została oddzielnie omówiona w rozdziale 7. Chirurg odcinka przedniego jest specjalistą w dziedzinie chirurgii jaskry, zaćmy i rogówki. Treści tego rozdziału obejmują tęczęwkę, źrenicę, ciało rzęskowe, ciecz wodnistą, kąć przesączania i soczewkę.

Badanie komór

Za pomocą ultrasonografii możliwa jest pełna ocena przedniej i tylnej komory. Skany w projekcji A dają nam obraz jednowymiarowy, pozwalający ocenić głębokość komory i położenie struktur. Dwuwymiarowej oceny dostarczają nam skany w projekcji B, zwykle używane do oceny zmian rozrostowych i ciał obcych. Podczas zabiegów chirurgicznych komory mogą być uwidocznione za pomocą endoskopu.

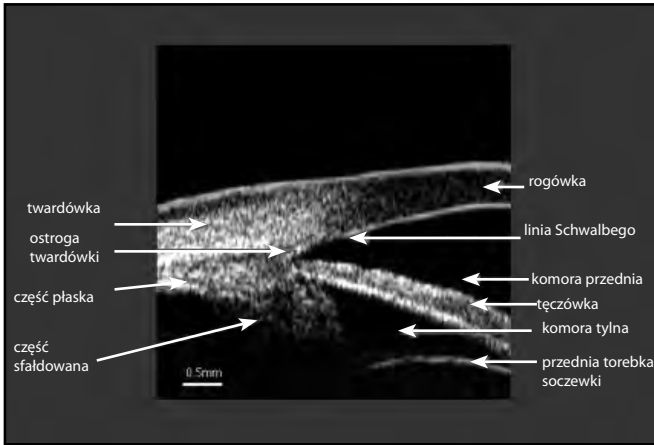
Współcześnie udoskonalone urządzenia pozwalają nam na otrzymanie wysokiej rozdzielczości obrazów przedniego odcinka gałki ocznej. Jednym z nich jest biomikroskop ultradźwiękowy (UBM, *ultrasound biomicroscopy*), w którym wysoką rozdzielczość (50 μm) zapewnia przetwarzanie ultradźwięków. Głowica USG przesuwana nad powierzchnią gałki ocznej rejestruje zarysy przedniego odcinka (ryc. 8.1). Za pomocą tego urządzenia można np. w łatwy sposób uwidocznić pierwotne zamknięcie kąta spowodowane blokiem źrenicznym. Wprowadzono ponadto bezkontaktowy aparat o nazwie Visante (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA), wykorzystujący optyczną koherentną tomografię o wysokiej rozdzielczości do obrazowania przedniego odcinka gałki ocznej. Za pomocą tej metody możliwy jest zarówno pomiar grubości rogówki, jak i pomiar głębokości komory przedniej i szerokości kąta przesączania. Metoda nie wymaga znieczulenia gałki ocznej ani użycia imersji.

Opis poszczególnych struktur komory przedniej jest przedstawiony w odpowiednich fragmentach rozdziału.

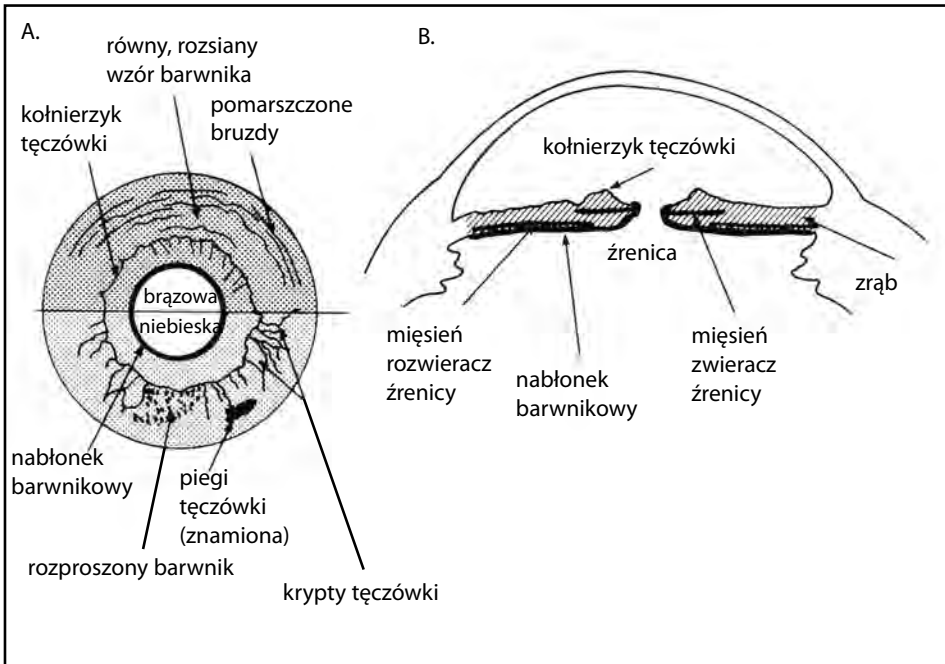
Tęczęwka i źrenica

Tęczęwka może być definiowana jako kolorowa mięśniowa przesłona przytwierdzona obwodowo do ciała rzęskowego. Centralną przesłoną (lub otworem) jest źrenica. Pierwotną funkcją tęczęwki jest regulacja rozmiaru źrenicy przez pobudzanie jej mięśni. Tęczęwka zapobiega nadmiernemu oświetleniu ze środowiska zewnętrznego i pomaga uformować czyste obrazy na siatkówce przez powstrzymywanie obwodowych promieni świetlnych pochodzących z zewnątrz. Imitacją funkcji tęczęwki i źrenicy jest ustawianie wielkości przesłony (f-stop) w aparacie fotograficznym, określające ilość światła przechodzącego przez soczewkę do wnętrza aparatu.

Barwa i topografia powierzchni tęczęwki różnią się osobniczo (ryc. 8.2 A). Zazwyczaj pigmentacja tęczęwek brązowych jest równomiernie rozproszona na całej powierzchni, na obwodzie mogą też być widoczne ściągnięte bruzdy. W rozproszonym świetle lampy



Ryc. 8.1. Obraz prawidłowych struktur KP w UBM (zdjęcie uzyskane dzięki uprzejmości The Ocular Imaging Center/New York Eye and Ear Infirmary, New York, NY)



Ryc. 8.2. (A) Wygląd zewnętrzny tęczęwki niebieskiej i brązowej (B). Przekrój poprzeczny tęczęwki (przedruk. za zgodą z: S.C. Nemeth, C.A. Shea, *Medical Sciences for the ophthalmic assistant*, Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 1988)

szczelinowej na powierzchni zewnętrznej niebieskich tęczęwek widać więcej „wzniesień i dolin”. Doliny te to krypty tęczęwki. Mogą tam być także rozrzucone obszary głębokiej pigmentacji, jak również znamiona tęczęwki.

Zrąb, czyli warstwa środkowa, jest w tęczęwce najgrubszy (ryc. 8.2 B). Obejmuje mięsień zwieracz i rozwieracz. Mięśnie te wpływają na rozmiar źrenicy przez pobudzenie autonomicznego systemu nerwowego (ANS). Mięsień rozwieracz, unerwiony współczulnie przez ASN,

Ryc. 8.3. Wygląd tęczówki i źrenicy w lampie szczelinowej (fot. Val Sanders, przedr. za zgodą z: J.K. Ledford, V.N. Sanders, *The Slit Lamp Primer*, wyd. 2, Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2006)



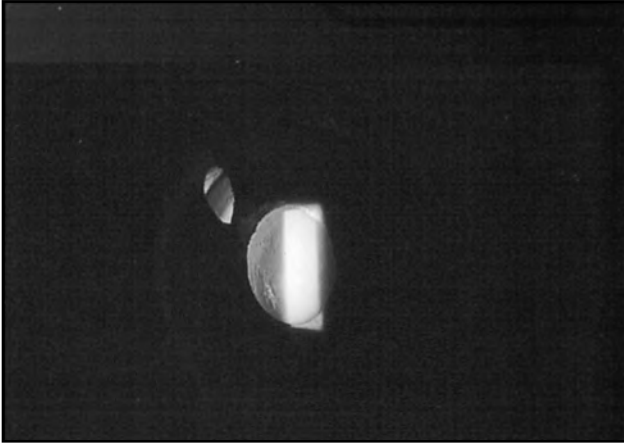
biegnie w zrębie promieniście i ma za zadanie zwiększać ilość naturalnego światła docierającego do siatkówki. Mięsień zwieracz natomiast jest unerwiony przez układ przywspółczulny ANS i otacza brzeg źrenicy. Zwieracz służy do zmniejszania ilości światła docierającego do siatkówki. Zwężenie źrenicy (funkcja mięśnia zwieracza) to mioza, zaś rozszerzenie (funkcja mięśnia rozwieracza) – mydriaza. Środki farmakologiczne zwężające i rozszerzające źrenice określamy mianem miotyków i mydriatyków. Stałe dostosowywanie rozmiaru źrenicy jest uzyskiwane dzięki zmianom napięcia mięśni. W normalnych warunkach szerokość źrenicy ulega stale niewielkim zmianom. Prawidłowo źrenice są jednakowej wielkości, jednak w przybliżeniu ¼ populacji posiada źrenice nieznacznie różniące się wielkością (anizokoria).

Ponadto do zrębu tęczówki należą melanocyty, czyli komórki barwnikowe zawierające melatoninę. Wyznaczają one nasz genetycznie ustalony kolor oczu. Oczy brązowe są genetycznie dominujące w stosunku do oczu niebieskich. Jeśli obydwój rodzice są niebieskoocy, to ich dziecko na pewno będzie miało oczy niebieskie. Jeśli jedno z rodziców ma oczy brązowe, a jedno oczy niebieskie, istnieje 50% prawdopodobieństwo, że ich dziecko będzie miało oczy niebieskie.

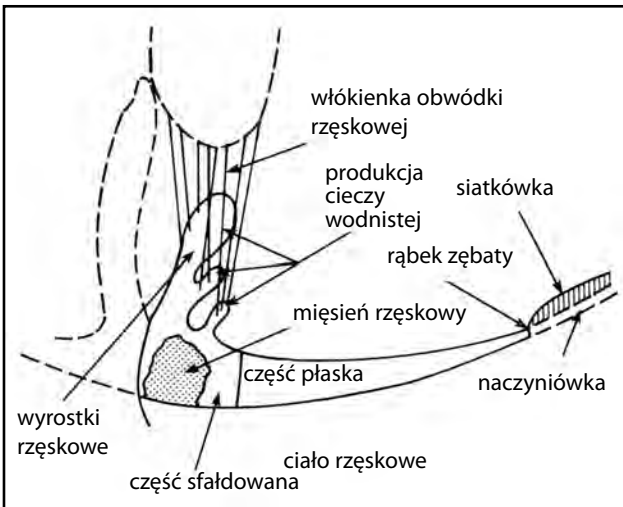
Osoby posiadające mniejszą ilość barwnika w organizmie są często mniej odporne na intensywne światło słoneczne. Barwnik odgrywa rolę pochłaniacza promieniowania, dlatego też osoby mające mniej barwnika są bardziej wrażliwe na światło. W salonach optycznych można zaobserwować, że rudowłosi i blondyni o niebieskich oczach dużo częściej niż brązowocy bruneci przymierzają okulary przeciwsłoneczne. Albinizm to wrodzony brak pigmentu w nabłonkowych komórkach barwnikowych i w zrębie. Tęczówka wykazuje efekt transiluminacji (przepuszczania promieni świetlnych), gdy światło jest skierowane skośnie do rąbka albo bezpośrednio przez źrenicę.

Warstwa nabłonka barwnikowego jest ostatnią tylną powierzchnią tęczówki, zapobiegającą nadmiernemu przechodzeniu obwodowych promieni świetlnych do wnętrza gałki ocznej. W lampie szczelinowej warstwę tę można zobaczyć przy brzegu źrenicznym, jako ciemną falbankę otaczającą otwór źreniczny.

Często na powierzchni tęczówki zauważyć można cienkie nitki podobne do pajęczyny. Są to pozostałości błony źrenicznej. Owe cienkie nitki stanowią pozostałości płodowego układu naczyniowego, który w okresie embrionalnym odżywił przedni odcinek oka. Najczęściej obserwowane są u dzieci.



Ryc. 8.4. Transiluminacja tęczówki ukazująca irydotomię (fot. Val Sanders, przedr. za zgodą z: J.K. Ledford, V.N. Sanders, *The Slit Lamp Primer*, wyd. 2, Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2006)



Ryc. 8.5. Ciało rzęskowe i powiązane struktury (przedr. za zgodą z: S.C. Nemeth, C.A. Shea, *Medical Sciences For The Ophthalmic Assistant*, Nemeth S.C., Shea C.A., Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 1988)

W obrębie tęczówki mogą rozwijać się guzy (zarówno łagodne, jak i złośliwe), może ona również podlegać procesom zapalnym (*iritis*). Funkcje źrenicy podlegają kontroli układu nerwowego, co powoduje, że wszelkie zmiany dotyczące nerwów zaopatrujących źrenicę mogą prowadzić do zaburzenia jej funkcji (zob. „Słowniczek najczęstszych zaburzeń” na końcu tego rozdziału).

Badanie tęczówki i źrenicy

Tęczówkę najlepiej ocenia się przy użyciu lampy szczelinowej (ryc. 8.3). Powierzchnia tęczówki może być bezpośrednio oświetlana przez skierowanie szczeliny świetlnej wprost na strukturę tęczówki. Szczelina świetlna może także być przeprowadzona przez źrenicę i odbijać się od siatkówki, oświetlając tęczówkę od tyłu (transiluminacja). Technika ta jest idealna do oceny integralności tęczówki (ryc. 8.4). Lampa szczelinowa może być również stosowana do badania rozmiaru i kształtu źrenicy. Zdjęcia w lampie szczelinowej mogą być używane do tworzenia trwałej dokumentacji obrazu źrenicy i tęczówki.

Angiografia fluoresceinowa i angiografia indocyjaninowa tęczówki, wykonywane przy użyciu zmodyfikowanej lampy szczelinowej z aparatem, mogą służyć do oceny morfologii i dynamiki naczyniowej przedniego odcinka gałki ocznej. Pozwalają wyjaśnić pewne nieprawidłowości naczyniowe spowodowane chorobami układowymi lub miejscowymi zmianami guzopodobnymi.

Reakcję źreniczną zwykle sprawdzamy za pomocą latarki. Najpierw oświetlane jest każde oko z osobna (źrenica powinna się zwęzić przy oświetleniu danego oka). Następnie przesuwamy światło od jednej źrenicy do drugiej, porównując ich reakcje. Ponieważ wielkość i reakcja źrenic są uwarunkowane pobudzeniem drogi siatkówka–pień mózgu, ich ocena jest pomocna w diagnostyce zarówno schorzeń okulistycznych, jak i chorób układu nerwowego.

Wielkość źrenicy może być zmierzona za pomocą pupilometru. Zazwyczaj jednak łatwiejsze jest porównywanie źrenic z matrycą ukazującą okręgi o różnych wielkościach, drukowaną często na kartach do blizy. Pupilograf wykorzystuje światło podczerwone do fotograficznego zobrazowania nierozszerzonej, zaadaptowanej do ciemności źrenicy – standardowy błysk mógłby spowodować zwężenie źrenicy. Technika ta zwykle wykorzystuje kamerę video, aby udokumentować odpowiedź źrenicy na różne warunki oświetlenia. Ani pupilometr, ani pupilograf nie są powszechnie używane.

Ciało rzęskowe

Ciało rzęskowe leży pomiędzy tęczówką a naczyniówką (ryc. 8.5). Zawiera barwnik i bogatą sieć naczyń. Podzielone jest na dwie części: przednią część sfaldowaną (*pars plicata*) i tylną część płaską (*pars plana*). Przewlekłe zapalenie ciała rzęskowego określa się jako *iridocyclitis* (w przedniej części), *parsplanitis* (w tylnej części) lub *uveitis* (termin nieokreślający dokładnej lokalizacji procesu zapalnego).

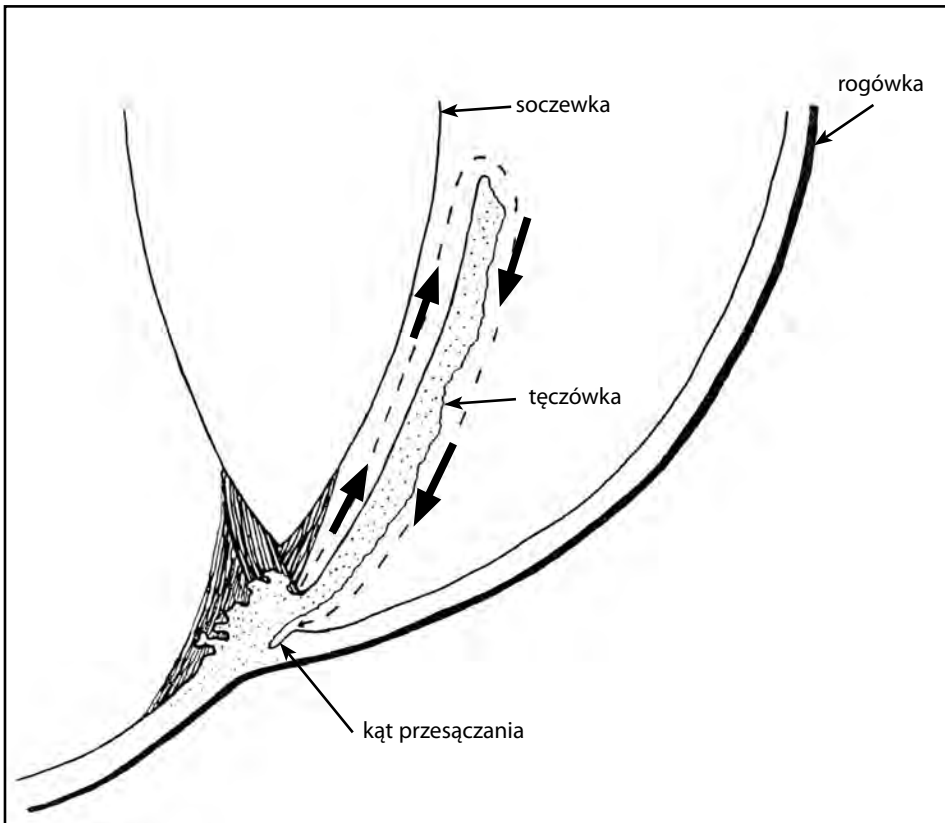
Anatomia

Część sfaldowana

Część sfaldowana składa się z dwóch ważnych struktur: mięśnia rzęskowego i wyrostków rzęskowych.

Mięsień rzęskowy steruje zdolnością akomodacji (zmiany ogniskowej) do różnych odległości. Dzieje się to za sprawą zmiany kształtu soczewki. Dzięki współpracy soczewki i ciała rzęskowego możemy momentalnie zmienić ognisko najostrejszego widzenia z obiektu bardzo bliskiego na obraz w telewizorze na drugim końcu pokoju. Bardziej szczegółowe objaśnienia znajdują się w rozdziale 15.

Wyrostki rzęskowe są małymi, palcopodobnymi uwypukleniami położonymi w KT z tyłu za tęczówką. Wyrostki te są miejscami połączeń dla obwódki soczewki – zakotwiczą ją do ciała rzęskowego. Wyrostki wytwarzają również ciecz wodnistą, płyn istotny dla odżywiania i stabilizacji struktur gałki ocznej.



Ryc. 8.6. Przepływ cieczy wodnistej przez KP i KT (rys. Holly Smith, przedr. za zgodą z: J.L.Gayton, J.K. Ledford, *The Crystal Clear Guide to Sight for Life*, Lancaster. PA: Starburst Publishers, 1996)

Część płaska

Część płaska przymocowana jest do rąbka zębatego (*ora serrata*), części siatkówki najbardziej wysuniętej do przodu. Rąbek jest od tyłu ściśle związany z naczyniówką. W chirurgii witreoretinalnej część płaska wyznacza anatomiczny punkt dostępu do odcinka tylnego.

Badanie ciała rzęskowego

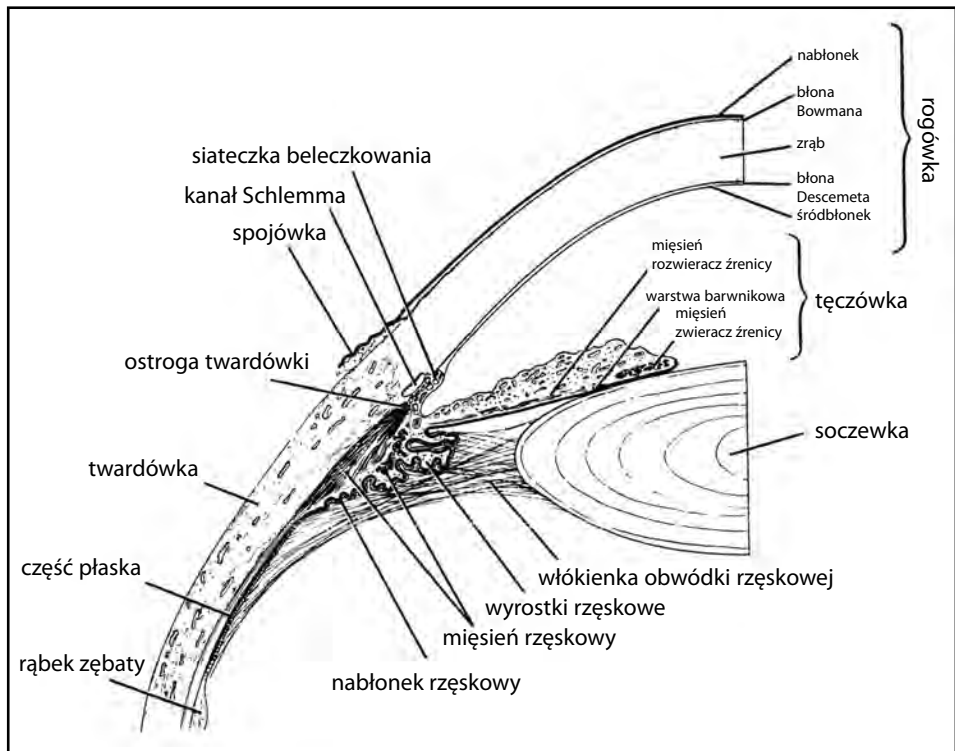
Ponieważ wyrostki rzęskowe wytwarzają ciecz wodnistą, do oceny ich możliwości produkcyjnych właściwa wydaje się tonometria, czyli pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego, CWG. W rzeczywistości ciśnienie wewnątrzgałkowe zazwyczaj bardziej zależy od drenażu cieczy wodnistej (przez trabekulum itd.) niż od jej produkcji. Zaangażowany w akomodację mięsień rzęskowy nie może być bezpośrednio zmierzony. Jednakże badanie amplitudy akomodacji pacjentów wyznacza ilość dioptrii, o jaką pacjent jest w stanie zmienić ogniskową soczewki w odpowiedzi na bliski bodziec. Sztywność soczewki jest uważana bardziej za parametr amplitudy akomodacji niż funkcji mięśnia rzęskowego.

Ciecz wodnista

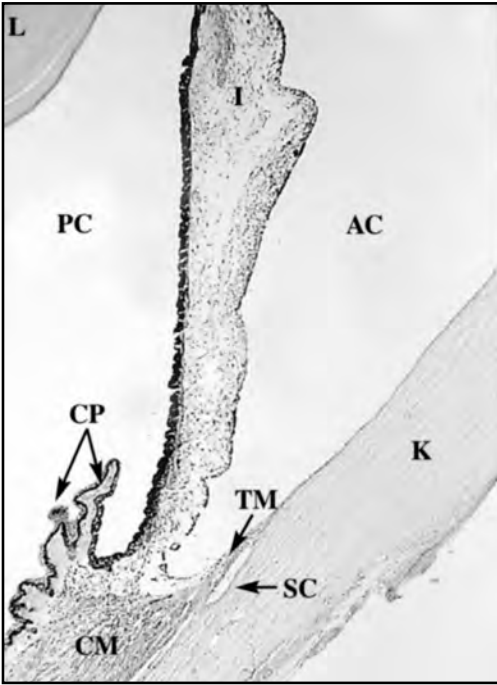
Ciecz wodnista jest wodnym płynem wypełniającym komorę przednią i tylną gałki ocznej. Produkowana jest przez wyrostki rzęskowe w ilości od 2 do 2,5 $\mu\text{l}/\text{min}$. Skład jej jest podobny, jeśli nie identyczny, do składu osocza krwi, czyli płynnego komponentu krwi pozbawionego krwinek.

Ciecz wodnista zawiera enzymy potrzebne do jej czynnego wydzielania. Na skutek aktywności metabolicznej rogówki, soczewki i innych struktur w cieczy wodnistej zwykle obecne są mleczany. Oprócz tego, że bierze udział w metabolizmie rogówkowym i soczewkowym, ciecz wodnista jest także częścią drogi optycznej, przez którą musi przejść światło, aby dotrzeć do siatkówki. W warunkach prawidłowych ciecz wodnista jest czysta. Wytwarzana jest w komorze tylnej i krąży przez źrenicę do komory przedniej (ryc. 8.6). W krążeniu cieczy wodnistej bierze udział gradient hydrostatyczny i osmotyczny. Drogą odpływu cieczy wodnistej jest kąt przesączania (zob. paragraf „Kąt przesączania” w tym rozdziale).

Ciecz wodnista pomaga zapewnić właściwą wytrzymałość i stały kształt powłok gałki ocznej. Jest ona również odpowiedzialna za ciśnienie wewnątrzgałkowe. Szczegółowe omówienie znajduje się w dalszych częściach tego rozdziału. Niektóre z leków przeciwjaskrowych obniżają ciśnienie wewnątrzgałkowe poprzez zmniejszanie produkcji cieczy wodnistej.



Ryc. 8.7. KP i powiązane struktury (przedr. za zgodą z: D.G. Vaughan, T. Asbury, P. Riordan-Eva, *General Ophthalmology*, wyd. 13, Norwalk, CT: Appleton and Lange, 1992)



Ryc. 8.8. Przekrój przez kąt przesączania (obraz mikroskopowy). L: soczewka; PC: komora tylna; I: tęczówka; CP: wyrostki rzęskowe; CM: mięsień rzęskowy; TM: siateczka beleczkowania; SC: kanał Schlemma; AC: komora przednia; K: rogówka (fot. Mark Greenwald, University of Tennessee–Memphis)

Badanie cieczy wodnistej

Obserwacja cieczy wodnistej możliwa jest w lampie szczelinowej (biomikroskopie). W warunkach prawidłowych ciecz wodnista jest przejrzysta. Obecność zwiększonej ilości białka lub krwinek może być widoczna w punktowym oświetleniu. Większa ilość krwi i poziom ropy widoczne są podczas oświetlania bezpośredniego. Jeśli konieczna jest bezpośrednia ocena cieczy wodnistej, należy wykonać paracentezę, w której za pomocą igły i strzykawki pobierana jest niewielka ilość cieczy. Możliwe jest badanie płynu w kierunku obecności różnych składników i substancji, w tym przeciwciał, czynników zakaźnych i różnego typu komórek.

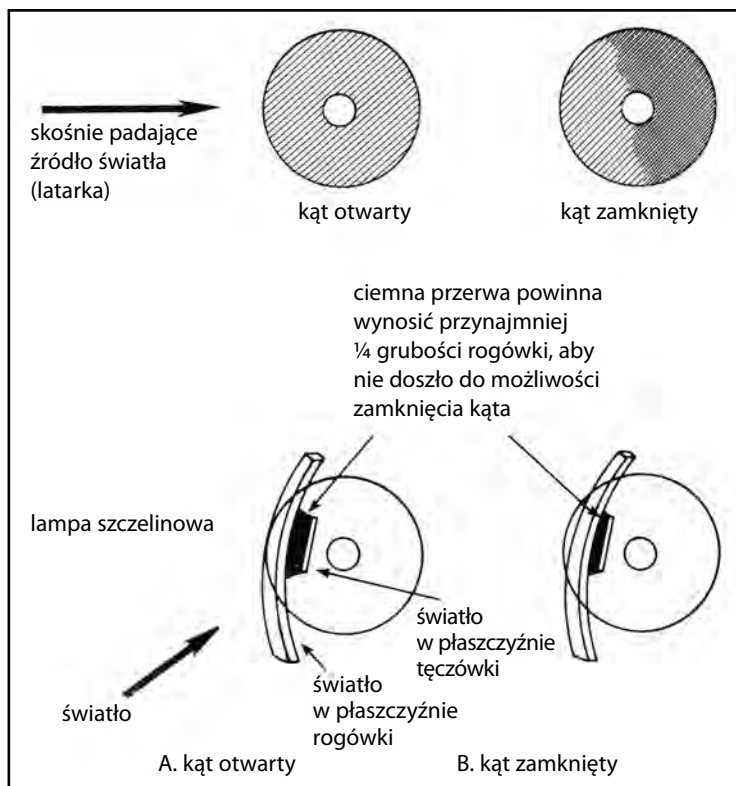
Kąt przesączania

Kąt przesączania jest rzeczywistym kątem anatomicznym utworzonym przez podstawę tęczówki i obwodową część sklepienia rogówki. W jego obrębie położone są struktury stanowiące drogę odpływu cieczy wodnistej, szczególnie siateczka beleczkowania i kanał Schlemma (ryc. 8.8).

Ciecz wodnista opuszcza komorę przednią przez beleczkowanie, siateczkową obwódkę leżącą z tyłu w stosunku do obwodowej części śródbłonna rogówki. Następnie gromadzi się w kanale Schlemma, który porównać można do okrężnej rury odpływowej z małymi dziurkami we wnętrzu. Na obwodzie kanał Schlemma łączy się z żyłami nadtwardówki, które są końcowymi miejscami odpływu cieczy wodnistej.

Stosunek powierzchni tęczówki do rogówki (szerokość kąta) ma istotne znaczenie dla dostępności cieczy wodnistej do kanałów odpływu. Zbyt mała przestrzeń pomiędzy tęczówką a śródbłonkiem rogówki lub wzajemne przesłanianie się tych struktur powo-

Ryc. 8.9. Techniki oceny stopnia otwarcia kąta przesączania. U góry: metoda z użyciem latarki. U dołu: z użyciem lampy szczelinowej (przedr. za zgodą z: S.C. Nemeth, C.A. Shea, *Medical Sciences For The Ophthalmic Assistant*, Nemeth S.C., Shea C.A., Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 1988)

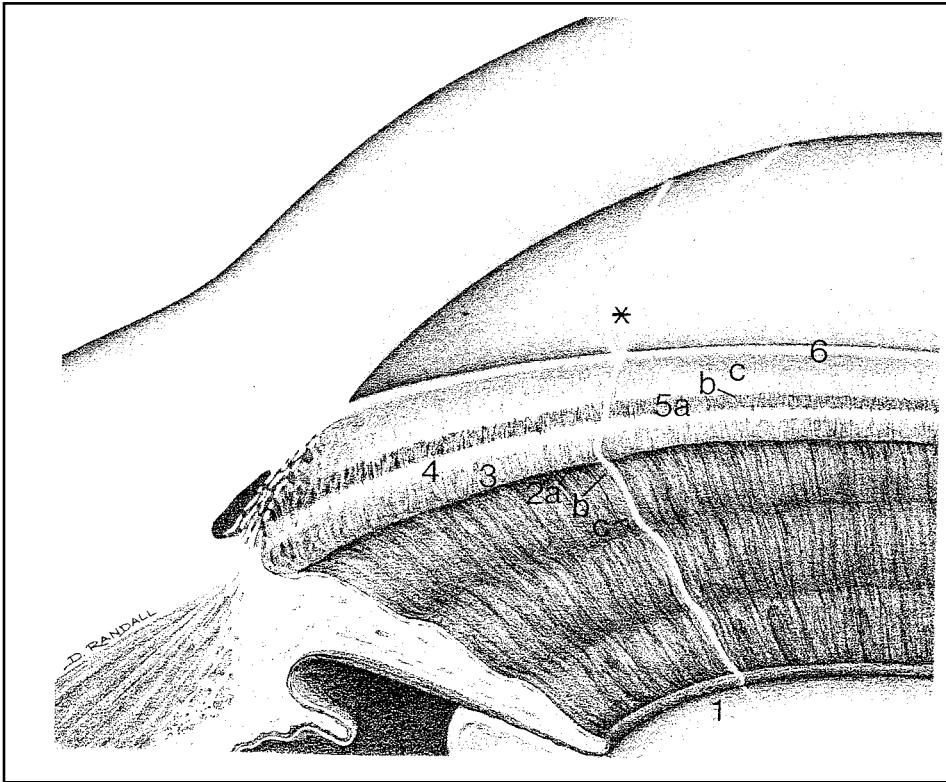


duje brak dostępu cieczy wodnistej do trabekulum lub kanału Schlemma i uniemożliwia odpływ (ryc. 8.9). Określamy to jako wąski kąt: w oku z taką konfiguracją występuje ryzyko zamknięcia kąta. Pełniejszy opis znajduje się w paragrafie „Badanie struktur kąta przesączania”. Oko nadwzroczne (dalekowzroczne) zwykle jest anatomicznie mniejsze, co oznacza, że odcinek przedni jest mniejszy i kąt przesączania węższy, więc bardziej zagrożony zamknięciem.

Ciśnienie wewnątrzgałkowe

Wartość ciśnienia wewnątrzgałkowego jest wynikiem czynnego wydzielania cieczy wodnistej przez wyrostki rzęskowe i jej odpływu przez trabekulum do kanału Schlemma. W warunkach prawidłowych istnieje fizjologiczna równowaga pomiędzy tymi czynnymi procesami. Jednak gdy ta równowaga zostanie zachwiana i produkcja przewyższy odpływ, ciśnienie wewnątrzgałkowe wzrasta.

Pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego dokonujemy za pomocą tonometru. Istnieje wiele rodzajów tonometrów, m.in. aplanacyjny, wgłobieniowy, bezkontaktowy i Tono-Pen (Intermedics Intraocular, Pasadena, CA). Wartości ciśnień podawane są w milimetrach słupa rtęci (mm Hg). Prawidłowe wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego u dorosłych mieszczą się w granicach 10–21 mm Hg. Jeśli te wartości są za wysokie, ciśnienie wewnątrz gałki ocznej zwiększa się i przenosi swój nacisk na tylną część gałki ocznej.



Ryc. 8.10. Widok kąta przesączania w lusterkach gonioskopu: (1) brzeg źreniczny; (2) tęczęwka obwodowa: a) przyczep, b) krzywizna, c) szerokość kąta; (3) linia ciała rzęskowego; (4) ostroga twardówki; (5) siateczka beleczkowania: a) tylna, b) środkowa, c) przednia część; (6) linia Schwalbego; (*) rąbek rogówki (przedr. za zgodą z: R.I. Fellman, G.L. Spaeth, R.J. Starita, *Gonioscopy: Key to Successful Management of Glaucoma. Clinical Modules for Ophthalmologists*, San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology, 1984)

Prowadzi to do uszkodzenia nerwu wzrokowego i charakterystycznych ubytków w polu widzenia. Triada objawów świadczących o uszkodzeniu jaskrowym to: podwyższone ciśnienie wewnątrzgałkowe, uszkodzenie nerwu wzrokowego i ubytki w polu widzenia.

Gdy ciśnienie wewnątrzgałkowe stale utrzymuje się na poziomie powyżej 21 mm Hg, mówimy o podejrzeniu jaskry lub o nadciśnieniu ocznym. Jednakże poziom tolerancji ciśnienia różni się w populacji ogólnej. Niekiedy dochodzi do rozwoju uszkodzenia jaskrowego u osób z prawidłowym ciśnieniem wewnątrzgałkowym (jaskra normalnego lub niskiego ciśnienia), w innych przypadkach do uszkodzenia nie dochodzi pomimo znacznego podwyższenia ciśnienia (podejrzenie jaskry lub nadciśnienie oczne).

Wpływ na ciśnienie wewnątrzgałkowe ma również skurcz mięśnia rzęskowego. Pilocarpina, starszy lek wciąż używany w leczeniu jaskry, ma za zadanie obniżenie CWG poprzez otworenie porów w siateczce beleczkowania na skutek skurczu i napinania mięśnia rzęskowego.

Badanie struktur kąta przesączenia

Oceny kąta przesączenia i jego struktur dokonujemy w lampie szczelinowej z użyciem gonioskopu. Wykorzystuje on lusterka o różnych stopniach nachylenia, umożliwia uwidocznienie i ocenę stosunku tęczówki do rogówki, jak również trabekulum i kanału Schlemma (ryc. 8.10). Kąt przesączenia powszechnie klasyfikujemy według skali gradalnej. Stopień 4. oznacza kąt najszerszy („szeroko otwarty”), natomiast stopień 1. odpowiada wąskiemu. Klasyfikacja oparta jest na widoczności poszczególnych struktur w badaniu gonioskopowym, np. siateczka beleczkowania nie będzie widoczna przy kącie wąskim.

Techniki oceny kąta przesączenia są często używane do analizy stopnia otwarcia kąta. Światło latarki może służyć do wstępnej oceny stosunku tęczówka–rogówka. Gdy trzymaną w ręku latarką oświetlamy całą tęczówkę, w przypadku kąta otwartego z „głęboką” komorą światło ulegnie równomiernemu rozproszeniu. Gdy oglądamy wąski kąt z „płytką” komorą, trzymane od skroniowej strony oświetlenie ze względu na wypukłość tęczówki będzie rzucało cień na stronę nosową. Można to porównać do różnicy między oświetleniem otwartej równiny, gdzie światło słoneczne rozprasza się (komora głęboka), a oświetleniem w górach, gdzie promienie słoneczne są zatrzymywane po jednej stronie wniesienia, a cień rzucany jest po stronie przeciwnej (komora płytka) (ryc. 8.9, u góry).

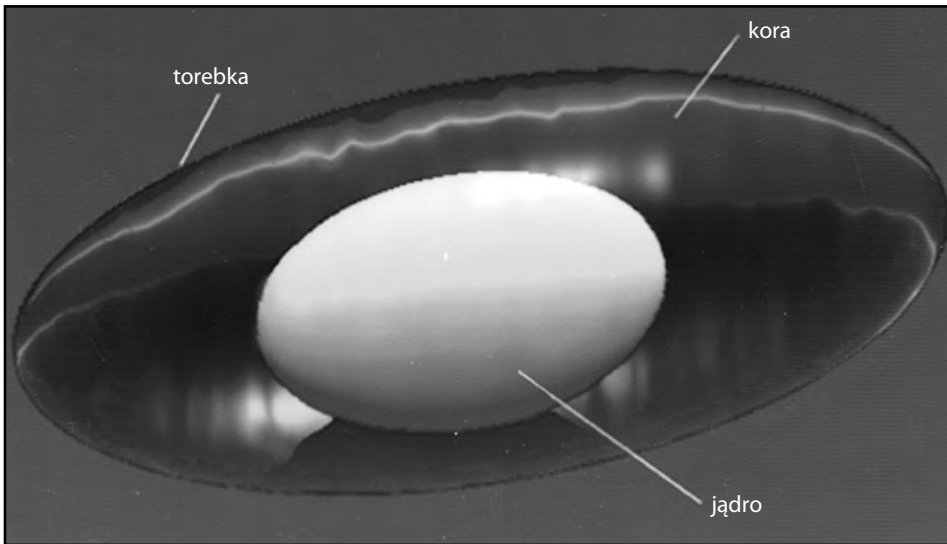
Do oceny kąta można również stosować lampę szczelinową. „Ciemna przerwa” pomiędzy odbiciem światła z rogówki a refleksem z powierzchni tęczówki odpowiada głębokości komory przedniej. (ryc. 8.9, na dole). Aby można było uznać kąt za otwarty, ta ciemna przerwa powinna w przybliżeniu odpowiadać $\frac{1}{4}$ grubości obwodu rogówki. Mniejsza szerokość odpowiada wąskiemu.

Ocena kąta przesączenia ma zasadnicze znaczenie, gdy chcemy rozszerzyć źrenicę pacjenta. Rozszerzenie źrenicy pacjenta z wąskim kątem może spowodować sfaldowanie nasady tęczówki i zablokowanie odpływu cieczy wodnistej. Na skutek braku odpływu cieczy wodnistej ciśnienie wewnątrzgałkowe szybko rośnie. Stan taki nazywany jest ostrym zamknięciem kąta. Wysokie ciśnienie powoduje ból, zaczerwienienie oka i obrzęk rogówki (powodujący nieostre widzenie i/lub otoczkę wokół źródeł światła). Jeśli trwa wystarczająco długo, może spowodować nieodwracalne uszkodzenia nerwu wzrokowego. Tak więc ostre zamknięcie kąta jest sytuacją wymagającą pilnej interwencji.

Ciśnienie wewnątrzgałkowe zmienia się w ciągu doby (fluktuacje dzienne) – ze szczytem około południa. W wielu przypadkach lekarz mierzy ciśnienie wewnątrzgałkowe pacjenta o różnych porach dnia i dopasowuje dzięki temu schemat leczenia. Niekiedy pomiary dokonywane są w ciągu nocy.

Soczewka

Soczewka jest przezroczystą, dwuwypukłą wewnątrzgałkową strukturą biorącą aktywny udział w funkcjach akomodacyjnych i w refrakcji. W terminologii medycznej cząstka *phaco-* (lub *phako-*) oznacza soczewkę. Tak więc oko fakijne to oko posiadające naturalną soczewkę; *aphakia* oznacza brak soczewki, a *pseudophakia* obecność soczewki sztucznej (IOL, soczewka wewnątrzgałkowa umieszczana podczas chirurgicznego usuwania soczewki własnej, zob. niżej).



Ryc. 8.11. Warstwy soczewki (rys. Stephanie Embrey)

Soczewka jest umiejscowiona bezpośrednio za tęczęwką. Przymocowane do soczewki cienkie włókna obwodkowe mają początek w ciele rzęskowym (część sfaldowna) i zawieszają soczewkę za źrenicą. Od przodu soczewka zanurzona jest w cieczy wodnistej; od tyłu graniczy z ciałem szklistym. W życiu pozapłodowym soczewka nie posiada unerwienia i unaczynienia. Anatomicznie soczewka ma trzy warstwy: torebkę, śródbłonek i istotę właściwą soczewki: korę i jądro (ryc. 8.11).

Torebka jest elastyczną błoną w całości pokrywającą soczewkę. Podczas zabiegu operacyjnego zaćmy (omówimy go niżej) otwierana jest torebka przednia i usuwana kora wraz z jądrem soczewki. Jedna trzecia tylnej części torebki pozostaje nienaruszona dla podtrzymania soczewki sztucznej. Niekiedy pozostawiona torebka ulega przymgleniu (błędnie nazywanym zaćmą wtórną, bardziej poprawnie: zmętnieniem torby tylnej) i powoduje ponowne pogorszenie wzroku pacjenta. Sytuacji tej jest łatwo zaradzić przez laserowe wytworzenie otworu w centrum błony ułatwiającego dostęp światła i poprawiającego widzenie.

Śródbłonek położony jest bezpośrednio pod torebką. Jest to pojedyncza warstwa zdolnych do wzrostu komórek, które migrują w stronę równika soczewki. Komórki te, wydłużając się, tworzą nowe włókna soczewki i w ten sposób przez całe życie budują jej istotę właściwą.

Soczewkę można podzielić na strefy warstwowe, tworzone przez włókna odkładane w różnym okresie czasu. Przypomnij sobie, jak wygląda przekrój pnia drzewa: słoje wewnętrzne odpowiadają pierwotnemu wzrostowi. Soczewka jest zbudowana podobnie. Różny współczynnik załamania światła powoduje, że światło w lampie szczelinowej jest różne dla tych stref.

Jądro (centrum) soczewki w rzeczywistości zawiera wiele różnych jąder, zróżnicowanych pod względem rozwoju. Zaczynając od centrum i idąc na zewnątrz można wyróżnić: jądro zarodkowe, płodowe, dziecięce i dojrzałe. Na poziomie rozwoju płodowego jądro posiada kilka cienkich linii (szwów) w kształcie litery Y. Na tym poziomie rozwoju szwy

te reprezentują wrzeciono wzrostowe. Z przodu litera Y jest pionowa, z tyłu odwrócona. Kora utworzona jest przez młode, miękkie włókna leżące pod torebką soczewki. Są one miejscem największej koncentracji wody wewnątrz soczewki. Otaczające soczewkę ciecz wodnista i ciało szkliste biorą udział w jej metabolizmie i usuwaniu produktów przemiany materii. Soczewka jest dosyć unikalną strukturą, która przez całe życie nie traci swojego materiału komórkowego. Komórki są wewnątrz stale produkowane; w konsekwencji w miarę upływu czasu soczewka staje się bardziej zwarta.

Zaćma oznacza nieprzezierność tkanek soczewki spowodowaną różnymi zaburzeniami jej metabolizmu. Z wiekiem soczewka ulega zmianom metabolicznym, dlatego najczęstszą przyczyną zaćmy są zmiany degeneracyjne związane z wiekiem. Rzadszą przyczyną zaćmy mogą być substancje chemiczne (zazwyczaj leki), elektryczność, szkodliwe promieniowanie, jak również uszkodzenia mechaniczne (uraz). Chirurgicznego usunięcia zaćmy dokonuje się w momencie, gdy przymglenie upośledza widzenie. Aktualnie najbardziej rozpowszechnioną techniką chirurgiczną, podczas której usuwana jest kora i jądro, jest fakoemulsyfikacja (w skrócie „fako”). Po wykonaniu dostępu przez torebkę przednią, jak opisano wcześniej, materiał soczewkowy jest rozdrabniany przez ultradźwięki i wysysany przez małą rurkę. Powierzchnia torebki tylnej jest polerowana, a na jej przedniej powierzchni umieszczana jest sztuczna soczewka (IOL).

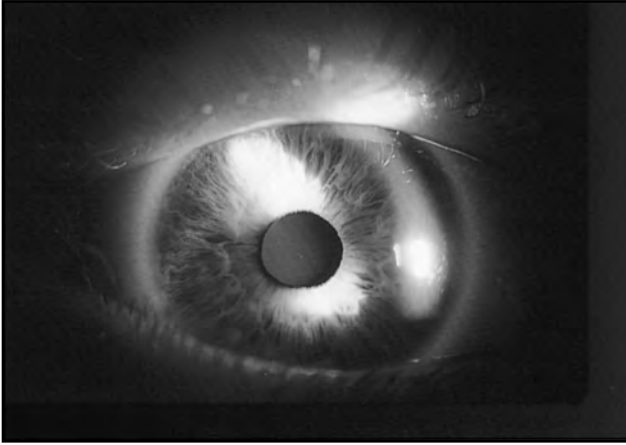
Istnieje kilka kryteriów klasyfikujących zaćmę. Ze względu na wiek, w którym zaćma wystąpiła u pacjenta, wyróżniamy zaćmę wrodzoną, młodzieńczą i starczą. Przymglenia soczewki mogą być opisywane również ze względu na przyczynę je wywołującą: cukrzycowa, zaćma dmuchaczy szkła, pourazowa itd. Zaćma może być również klasyfikowana pod względem wyglądu (brunatna, czarna itd.) i stopnia zaawansowania (wczesna, początkowa, dojrzała itd.).

Prawdopodobnie najbardziej powszechny jest opis zaćmy ze względu na część soczewki, której dotyczy: korowa, jądrowa, podtorebkowa itp. W praktyce klinicznej najczęściej spotykanymi postaciami zaćmy są: zaćma jądrowa (NS, *nuclear sclerosis*) i zaćma podtorebkowa tylna (PSC, *posterior subcapsular cataract*).

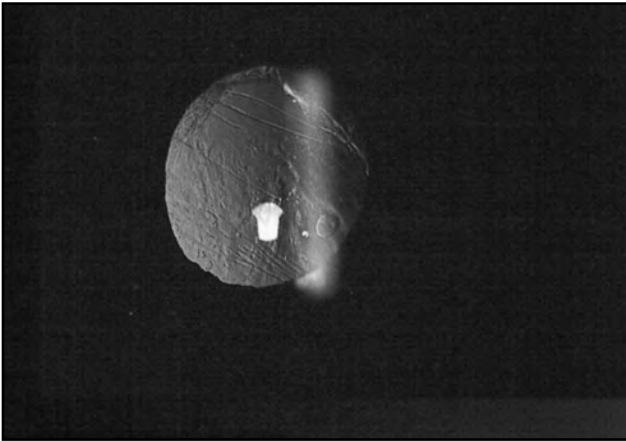
Na soczewkę przypada około +16 dioptrii mocy łamiącej oka. Soczewka podlega prawom optyki: światło jest załamywane na granicy ośrodków o różnych współczynnikach załamania. Soczewka posiada współczynnik załamania 1,42, czyli wyższy niż otaczające ją ciecz wodnista i ciało szkliste. Współczynnik ten ulega zmianom w ciągu życia i pod wpływem zmian metabolicznych.

W stanie spoczynku, przy patrzeniu w dal, krzywizna powierzchni łamiącej i współczynnik załamania światła soczewki są takie, że skupiają równoległą wiązkę promieni świetlnych na siatkówce. Gdy obserwowany jest obraz bliski, soczewka musi skrócić swoją ogniskową, by zogniskować obraz na siatkówce (akomodacja).

Amplitudą akomodacji nazywamy łączną ilość zmiany dioptrii, jaką może spowodować soczewka, zmieniając swój kształt. Bardziej elastyczna soczewka u dzieci posiada największą zdolność zmiany kształtu. Zakres akomodacji maleje z wiekiem, gdyż soczewka traci swoją elastyczność, i zanika około 55. roku życia. Oko dziecka zdolne jest do skupienia wzroku na przedmiotach bardzo bliskich, natomiast aby osoba w 40. roku życia widziała wyraźnie, musi trzymać przedmiot na odległość ramienia. Dzieje się tak, ponieważ soczewka traci swoją moc plusową, a jej ogniskowa cofa się. Zjawisko akomodacji omawiane jest w rozdziale 15.



Ryc. 8.12 A. Wygląd soczewki w lampie szczelinowej (fot. Val Sanders, przedr. za zgodą z: J.K. Ledford, V.N. Sanders, *The Slit Lamp Primer*, wyd. 2, Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2006)



Ryc. 8.12 B. Retroiluminacja soczewki (fot. Val Sanders, przedr. za zgodą z: J.K. Ledford, V.N. Sanders, *The Slit Lamp Primer*, wyd. 2, Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2006)

Badanie soczewki

Najlepszym sposobem uwidocznienia wszystkich warstw soczewki (przedniej torebki, kory, jądra i torebki tylnej) jest badanie w lampie szczelinowej, najlepiej przy rozszerzonej źrenicy. Badanie można wykonać przy zogniskowanym oświetleniu (bezpośrednim, ryc. 8.12 A) lub w świetle przepuszczonym (retroiluminacja – światło odbite od siatkówki, ryc. 8.12 B).

Ocena soczewki możliwa jest również przy użyciu oftalmoskopu bezpośredniego z soczewkami ustawionymi w otworze na moce od +8,00 do +10,00 dioptrii. Za pomocą wziernika można również uwidocznzyć zaćmę, mimo iż nie jest to przyrząd właściwy do oceny soczewki. Chociaż test badania kontrastu jest testem właściwym dla siatkówki, jest on często używany jako wskaźnik zaburzeń widzenia spowodowanych nieprzeziernością soczewki. Tablice Snellena używane do badania ostrości wzroku są tablicami o wysokim kontraście i pacjent mimo obniżenia ostrości widzenia może czytać 20/20. Może to tłumaczyć obniżenie ostrości wzroku w warunkach o mniejszym nasileniu kontrastu (np. we mgle). Z drugiej strony również jasne światło może sprawiać problem przy współlistnieniu zaćmy. W tym wypadku światło docierające do oka jest rozproszone lub źrenica jest zwężona, tak więc pacjent patrzy przez największe zmętnienie. Badanie w jaskrawym

światle uwidacznia różnice między ostrością wzroku badaną metodą Snellena a widzeniem w warunkach mocnego oświetlenia (np. światło słoneczne lub światła samochodowe w nocy).

Słowniczek najczęstszych zaburzeń

Jaskra zamkniętego kąta: ostry atak jaskry, podczas którego zablokowany jest odpływ cieczy wodnistej z komory przedniej, co skutkuje gwałtownym wzrostem ciśnienia wewnątrzgałkowego; objawia się zaczerwienieniem, bólem i nieostrym widzeniem (z otoczką wokół źródeł światła).

Anizokoria: sytuacja, gdy źrenice nie są jednakowej wielkości.

Uveitis anterior/iritis: zapalenie tęczówki i/lub ciała rzęskowego.

Źrenica Agrylla Robertsona: stan, w którym źrenica zwęża się przy patrzeniu z bliska, ale nie wykazuje bezpośredniej i pośredniej reakcji na światło; zwykle występuje w przebiegu kłły.

Zaćma (cataracta): zmętnienie soczewki; jest wiele typów klasyfikowanych w zależności od czasu wystąpienia, wyglądu, przyczyny, lokalizacji itd.

Zespół eksfoliacji: stan, w którym złuszczonej materiał tkankowy osiada na strukturach komory przedniej, w tym na siateczce beleczkowania, gdzie może zablokować odpływ cieczy wodnistej i spowodować wzrost CWG (jaskra w przebiegu zespołu pseudoeksfoliacji); „prawdziwa” eksfoliacja dotyczy samej soczewki, jednak w praktyce okulistycznej termin ten zazwyczaj opisuje zespół złuszczenia/rzekomego złuszczenia, w którym złuszczonej materiał widoczny jest na soczewce; inna nazwa: zespół pseudoeksfoliacji (rzekomego złuszczenia, PEX).

Jaskra: zespół chorób charakteryzujących się uszkodzeniem tarczy nerwu wzrokowego przez ciśnienie wewnątrzgałkowe.

Heterochromia (różnobarwność) tęczówki: sytuacja, gdy tęczówki mają różne kolory lub w obrębie jednej tęczówki występuje więcej niż jeden kolor.

Zespół Hornera: zaburzenie dotyczące III nerwu czaszkowego, objawiające się zwężeniem źrenicy, opadnięciem powieki i brakiem wydzielania potu po stronie uszkodzenia.

Krwistek (hyphema): obecność krwi w komorze przedniej.

Ropostek (hypopyon): obecność materiału ropnego (białych krwinek lub ropy) w komorze przedniej.

Szczelina tęczówki (coloboma iris): częściowy ubytek tęczówki, zwykle występujący w jej dolnej połowie, spowodowany niepełnym zamknięciem się pęcherzyka wzrokowego.

Źrenica Marcusa-Gunna (nazywana również źrenicznym uszkodzeniem dośrodkowym lub względnym uszkodzeniem dośrodkowym): osłabienie prawidłowego odruchu źrenicy na światło; zwykle objawia się zwężeniem obydwu źrenic przy oświetlaniu nieuszkodzonej źrenicy, a następnie pozornym rozszerzeniem obydwu źrenic przy oświetlaniu strony zajętej.

Wąski kąt przesączania: sytuacja, w której anatomicznie ukształtowanie kąta tęczówkowo-rogowkowego jest węższe niż normalnie, co zwiększa prawdopodobieństwo ostrego zamknięcia kąta.

Zespół pseudoeksfoliacji: inna nazwa zespołu eksfoliacji.

Zrosty (*synechiae*): przyleganie tęczęwki do tylnej powierzchni rogówki (zrosty przednie) lub do przedniej powierzchni soczewki (zrosty tylne); obserwowane zwykle w stanach zapalnych.

Żrenica toniczna (żrenica Adiego, zespół Adiego, żrenica miotoniczna): nierównomierne zwężanie się źrenic podczas akomodacji (patrzenia z bliska), żrenica po zajętej stronie reaguje słabiej na oświetlenie i wolniej podczas akomodacji.