

(76)

Rola biomikroskopii ultrasonograficznej w diagnostyce i leczeniu jaskry

Role of ultrasound biomicroscopy in the diagnosis and management of glaucoma

Bartosz Fabijańczyk¹, Ronald Hagadus²

¹Z Oddziału Okulistyki Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Zgierzu
Ordynator: dr n. med. Adam Jarmak

²Z The New York Eye & Ear Infirmary, Department of Ophthalmology, New York Medical College
Kierownik: Joseph B. Walsh, MD, FACS, FRCOphth

Summary: Glaucoma is a complex group of ocular disorders where different underlying abnormalities of the anatomic relations in the anterior segment of the eye, play a role. Knowing the cause of filtration in angle closure and the increase of the intraocular pressure is of high importance in choosing the right way of management. Ultrasound biomicroscopy allows a detailed assessment of the anterior relations in the anterior segment of the eye and is therefore useful in diagnosing this group of disorders. This review paper shows the application of this imaging technique in patients with glaucoma.

Słowa kluczowe: jaskra, iris plateau, zespół rozproszonego barwnika, kąta przesączania, trabekulektomia, biomikroskopia ultradźwiękowa.

Key words: glaucoma, plateau iris, pigment dispersion syndrome, filtration angle, trabeculectomy, ultrasound biomicroscopy.

Przez pojęcie jaskry należy rozumieć zróżnicowaną grupę schorzeń, którą cechują swoista postać postępującej neuropatii nerwu wzrokowego oraz związane z nią zmiany w polu widzenia. Jej przyczyną są anomalie poszczególnych struktur przedniego odcinka gałki ocznej, do których oceny najczęściej wykorzystuje się techniki optyczne. Możliwość zbadania chorego w lampie szczelinowej oraz za pomocą gonioskopii jest jednak ograniczona przezprzeziornością tkanek, a ocena taka ma głównie charakter jakościowy.

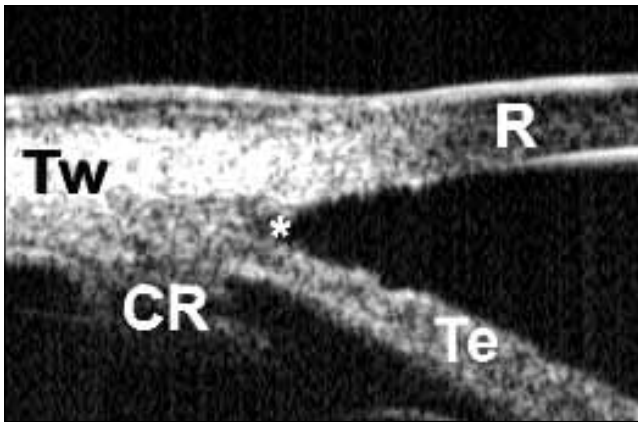
Biomikroskopia ultrasonograficzna (ultrasound biomicroscopy – UBM) jest nieinwazyjną techniką, pozwalającą na dość szczegółowe obrazowanie struktur przedniego odcinka gałki ocznej u człowieka *in vivo*. Technika ta została wprowadzona do diagnostyki okulistycznej przez Pavlina i wsp. i przypomina klasyczne badanie USG gałki ocznej w projekcji B, stosowane do oceny tylnego odcinka gałki ocznej, wykorzystujące jednak fale o częstotliwości od 50 do 100 MHz. Pozwala to na osiągnięcie rozdzielczości od 20 do 60 μm przy penetracji tkankowej 4 mm. Można dzięki temu uzyskać przekrój poprzeczny danego obszaru tkanek, tworzony w czasie rzeczywistym z częstotliwością 8 obrazów na sekundę (13). Przypomina on przekrój uzyskiwany w mikroskopie optycznym niewielkiej mocy. Właściwość ta czyni z badania UBM narzędzie przydatne w diagnostyce jaskry, pozwalając na jednoczesne uwidocznienie ciała rzęskowego, komory tylnej oka, relacji pomiędzy tęczęwką a soczewką oraz struktur w obrębie kąta przesączania. Badanie to dostarcza

istotnych informacji dotyczących patofizjologii oraz pomagających w diagnostyce i leczeniu dużej grupy schorzeń występujących w obrębie przedniego odcinka gałki ocznej (13,7,15) (ryc. 1).

Ocena patologii kąta przesączania

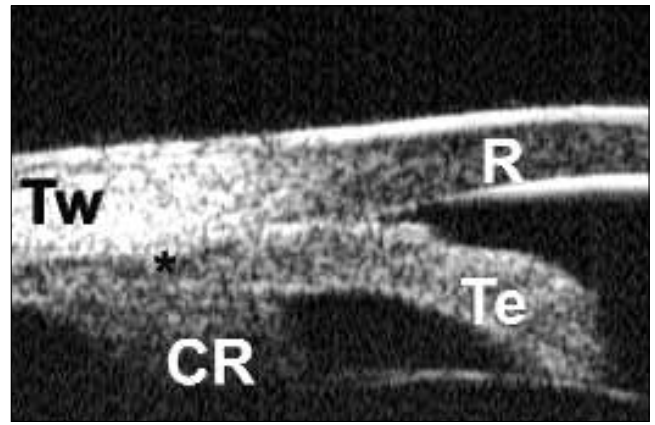
Zamknięcie kąta przesączania jest stanem anatomicznym, charakteryzującym się przyleganiem tęczęwki do utkania beleczkowego i może wynikać z różnego rodzaju nieprawidłowych relacji struktur w obrębie przedniego odcinka gałki ocznej. Stan ten może mieć różny stopień nasilenia, od prostego przylegania tęczęwki do utkania beleczkowego do całkowitego zamknięcia kąta przesączania przez obwodowe zrosty przednie. Precyzyjna ocena relacji anatomicznych u tych chorych ma zasadnicze znaczenie w wyborze odpowiedniego postępowania. Siły powodujące zamknięcie kąta przesączania mogą powstawać na czterech poziomach anatomicznych: tęczęwki (blok źreniczny), ciała rzęskowego (konfiguracja iris plateau), soczewki (zacięta pęcznięjąca) oraz w tylnym odcinku gałki ocznej (jaskra złośliwa) (20).

W bloku źrenicznym, który stanowi najczęstszy mechanizm i w którym dochodzi do powstawania pierwotnej jaskry z zamkniętym kątem przesączania, na poziomie styku pomiędzy brzegiem wolnym tęczęwki a soczewką występuje blokada w przepływie cieczy wodnistej z tylnej do przedniej komory oka. W wyniku tego powstaje gradient ciśnień, który przemieszcza obwodową tęczęwkę



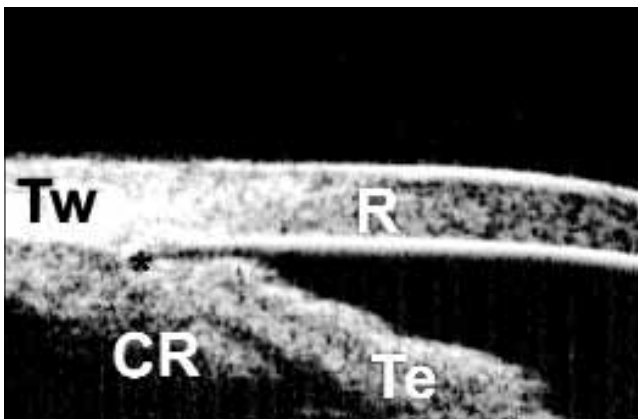
Ryc. 1. Przekrój południkowy przedniego odcinka gałki ocznej w badaniu UBM. Obraz prawidłowy.

Fig. 1. Radial section UBM of the anterior segment of the normal eye.



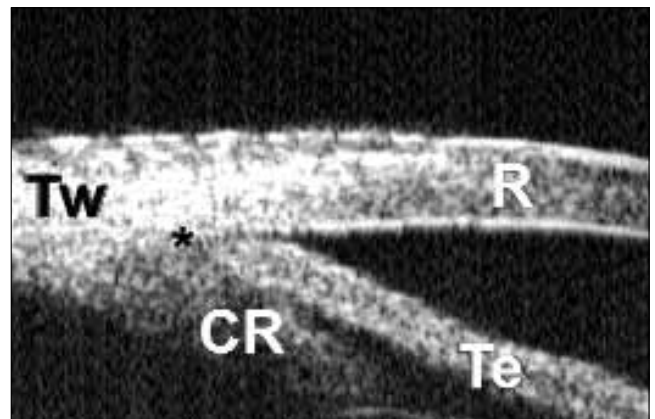
Ryc. 3. Zamknięty kąt przesączania w warunkach skotopowych (ostroga twardówki zaznaczona gwiazdką).

Fig. 3. Closed filtration angle in dark conditions (scleral spur marked with an asterix).



Ryc. 2. Otwarty, wąski kąt przesączania w warunkach fotonowych (ostroga twardówki zaznaczona gwiazdką).

Fig. 2. Open, narrow filtration angle in light conditions (scleral spur marked with an asterix).



Ryc. 4. Zamknięty kąt przesączania i konfiguracja iris plateau (ostroga twardówki zaznaczona gwiazdką).

Fig. 4. Closed filtration angle and plateau iris configuration (scleral spur marked with an asterix).

Opis oznaczeń:

R – rogówka (cornea), Tw – twardówka (sclera), Te – tęczęwka (iris), CR – ciało rzęskowe (ciliary body), KP – komora przednia (anterior chamber), S – soczewka (lens)

do przodu, powodując zwężenie kąta przesączania, a następnie wpływa na powstanie przewlekłego bądź ostrego zamknięcia kąta.

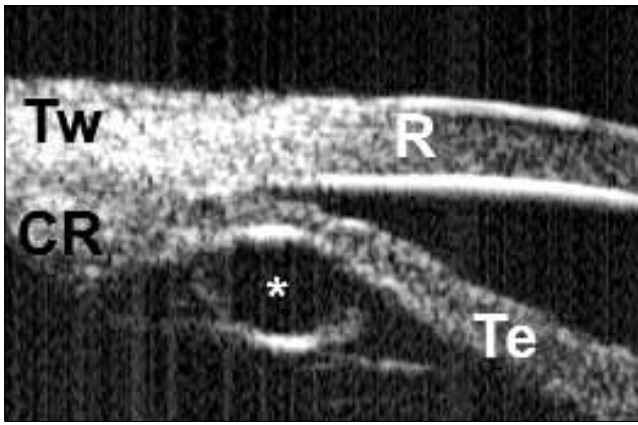
Zamknięcie kąta przesączania przez przyleganie jest często trudne do uwidocznienia w przypadku technik konwencjonalnych, takich jak gonioskopia, ze względu na obrzęk rogówki i inne zmiany w obrębie przedniego odcinka gałki ocznej. Badanie UBM pozwala na rozróżnienie dwóch rodzajów zamknięcia kąta przesączania: typu B, w którym kąt zaczyna się zamykać od szczytu, oraz typu S, w którym pierwotnie dochodzi do kontaktu pomiędzy tęczęwką a ścianą kąta przesączania na poziomie linii Schwalbego, dzięki czemu głębsze struktury kąta pozostają początkowo w stanie nienaruszonym (22). Irydotomia laserowa poprzez zniesienie gradientu ciśnienia pomiędzy przednią a tylną komorą oka pozwala na wyeliminowanie bloku źrenicznego bądź zapobieżenie jego powstawaniu. Badanie UBM pozwala na dokładne uwidocznienie obecności oraz zakresu przylegania tęczęwki do struktur kąta przesączania.

Gdy wykonujemy próbę prowokacyjną w ciemni, badanie UBM

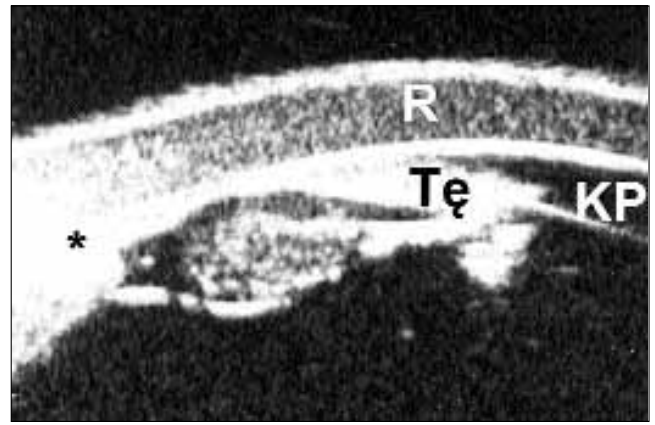
pozwała na uwidocznienie struktur kąta przesączania najpierw w warunkach fotonowych, a następnie w skotopowych, dzięki czemu możliwe jest stwierdzenie konieczności wykonania irydotomii laserowej, a następnie dokonanie oceny skuteczności tego zabiegu (22,4,5) (ryc. 2,3).

Poprzez konfigurację iris plateau należy rozumieć układ, w którym gonioskopowo obserwuje się płaską powierzchnię tęczęwki, odkształcającą się na obwodzie do tyłu, w wyniku czego kąt przesączania staje się bardzo wąski bądź zamknięty, a jednocześnie zachowana jest prawidłowa głębokość komory przedniej. Zespół iris plateau powstaje wówczas, gdy oko z taką konfiguracją ma zdolność zamknięcia kąta przesączania czy to samoistnego, czy to po rozszerzeniu źrenicy, nawet w przypadku drożnej irydotomii. W badaniu UBM stwierdza się przemieszczenie wyrostków ciała rzęskowego do przodu, które zamykają *sulcus ciliaris* i przemieszczają obwodową tęczęwkę do przodu, zamykając tym samym kąt przesączania. Taka konfiguracja uniemożliwia tęczęwce przemieszczenie się do tyłu po prawidłowo wykonanej irydotomii (17) (ryc. 4).

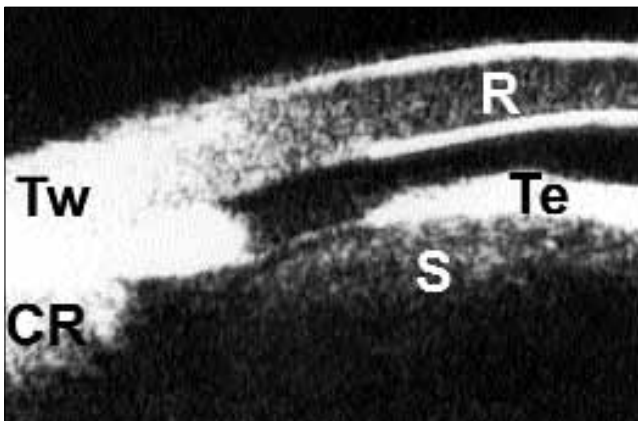
Wysokość, na jakiej znajduje się płaszczyzna iris plateau, determinuje to, czy po rozszerzeniu źrenicy dojdzie do częściowego, czy też do całkowitego zamknięcia kąta przesączania. Ponieważ u pacjentów z zespołem iris plateau często występuje element blo-



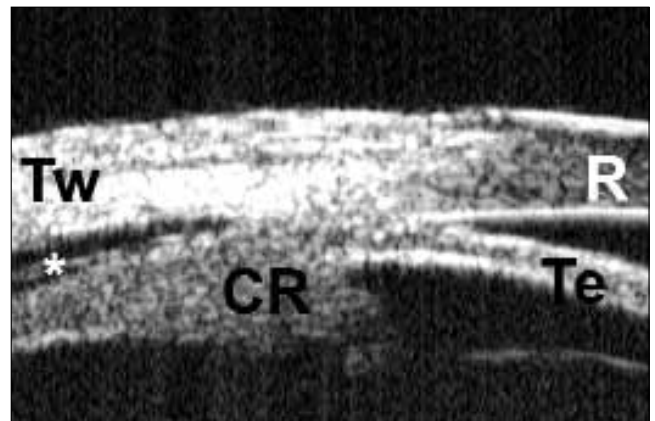
Ryc. 5. Torbiele tęczęwki (zaznaczona gwiazdką) zamykająca kąt przesączania.
Fig. 5. Iris cyst (marked with an asterisk) closing the filtration angle.



Ryc. 7. Jaskra złośliwa (ostroga twardówki zaznaczona gwiazdką).
Fig. 7. Malignant glaucoma (scleral spur marked with an asterisk).



Ryc. 6. Pęczniejąca soczewka zamykająca kąt przesączania.
Fig. 6. Intumescent lens closing the filtration angle.



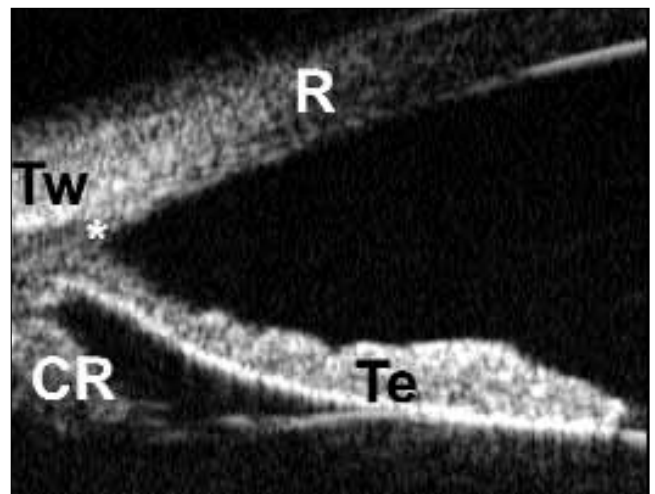
Ryc. 8. Zamknięty kąt przesączania, wysięk w przestrzeni nadnaczyniówkowej (zaznaczonej gwiazdką).
Fig. 8. Closed filtration angle, effusion in the suprachoroidal space (marked with an asterisk).

Opis oznaczeń:

R – rogówka (cornea), Tw – twardówka (sclera), Te – tęczęwka (iris), CR – ciało rzęskowe (ciliary body), KP – komora przednia (anterior chamber), S – soczewka (lens)

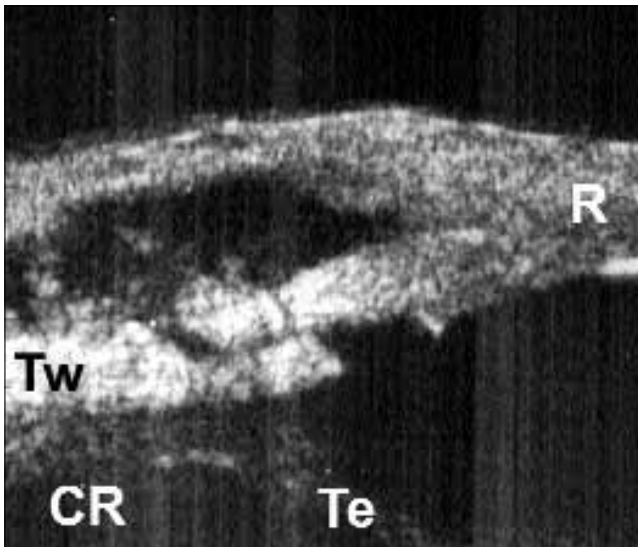
ku źrenicznego, irydotomia laserowa często jest w stanie zapobiec zamykaniu się kąta przesączania (8). Jeśli jednak mimo wykonanego zabiegu stan ten się utrzymuje, można wykonać laserową irydo-plastykę obwodową w celu ścieńczenia obwodowej części tęczęwki i odciągnięcia jej od utkania beleczkowego (19). Niekiedy pewne stany kliniczne wpływają na architekturę ciała rzęskowego i mogą imitować zespół iris plateau (tzw. rzekomy zespół iris plateau). Mogą to być torbiele tęczęwki i ciała rzęskowego, powiększenie ciała rzęskowego w przebiegu procesu zapalnego bądź jako konsekwencja jego naciekania przez nowotwór, wreszcie pęcherzyki powietrza po zabiegach wewnątrzgałkowych. Wszystkie one mogą prowadzić do ostrego bądź przewlekłego zamknięcia kąta przesączania (11,1,18). Badanie UBM pozwala u tych chorych na postawienie precyzyjnego rozpoznania, wybór odpowiedniego leczenia i monitorowanie jego efektów (ryc. 5).

Pęcznienie soczewki lub jej podwichnięcie mogą spowodować zamknięcie się kąta przesączania w wyniku kilku różnych mechanizmów. Przemieszczenie soczewki do przodu bądź jej powiększenie mogą prowadzić do nasilenia się względnego bloku źreniczne-



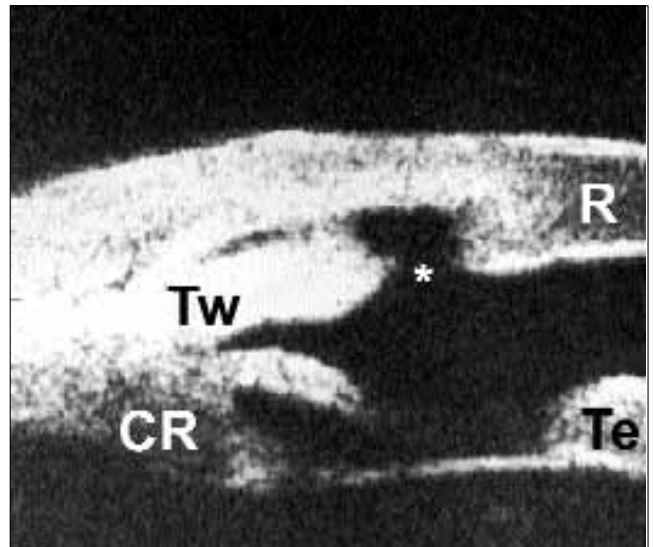
Ryc. 9. Zespół rozproszonego barwnika, wklęsła konfiguracja tęczęwki (ostroga twardówki zaznaczona gwiazdką).
Fig. 9. Pigment dispersion syndrome, convex iris configuration (scleral spur marked with an asterisk).

go. Soczewka, przemieszczając się do przodu, może również bezpośrednio dociskać tęczęwkę do utkania beleczkowego. Irydo-pla-



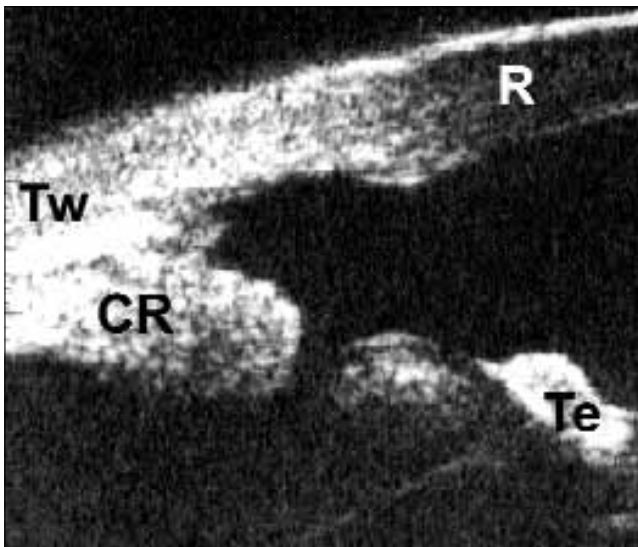
Ryc. 10. Prawidłowy pęcherzyk filtracyjny, widoczna droga odpływu cieczy wodnistej z komory przedniej.

Fig. 10. Normal functionig filtration bleb, outflow from the anterior chamber can be visualized.



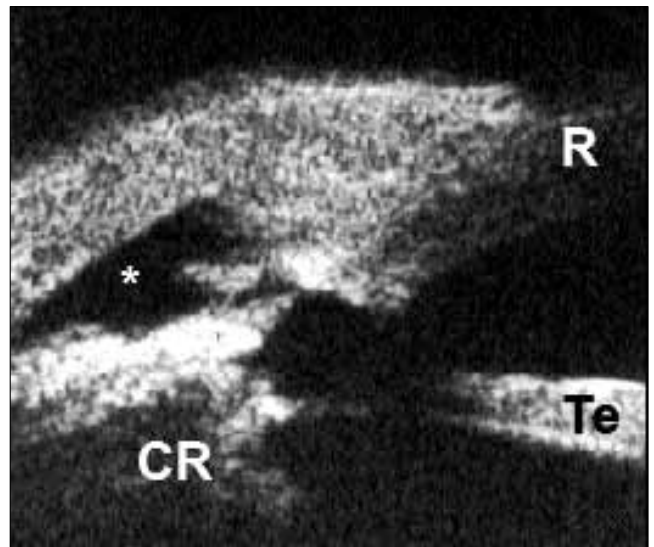
Ryc. 12. Blokada odpływu z komory przedniej na poziomie nadtwardówki.

Fig. 12. Episcleral block of outflow from the anterior chamber.



Ryc. 11. Blokada odpływu na poziomie wyjścia z komory przedniej, niewytworzony pęcherzyk filtracyjny.

Fig. 11. Internal ostium block of outflow form the anterior chamber, the filtration bleb is not formed.



Ryc. 13. Blokada odpływu, torbiel torebki Tenona (zaznaczona gwiazdką).

Fig. 13. Blockage of outflow, a Tenon cyst (marked with an asterix).

Opis oznaczeń:

R – rogówka (cornea), Tw – twardówka (sclera), Te – tęczęwka (iris), CR – ciało rzęskowe (ciliary body), KP – komora przednia (anterior chamber), S – soczewka (lens)

styka obwodowa może skutecznie przerwać atak jaskry fakomorficznej jeszcze przed usunięciem soczewki, które w tej sytuacji jest leczeniem przyczynowym (19). Irydotomia laserowa może zaś w takich sytuacjach wyeliminować ewentualny element bloku źrenicznego (8). Badanie UBM pozwala na zobrazowanie zmienionych relacji anatomicznych soczewki oraz jej aparatu więzadłowego (ryc. 6) (12).

Jaskra złośliwa stanowi największe wyzwanie diagnostyczne i terapeutyczne wśród zespołów prowadzących do zamknięcia kąta przesączania. Jest to stosunkowo rzadka postać jaskry z zamykającym się kątem przesączania, na której obraz składają się spłycenie komory przedniej oraz wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego mimo drożnej irydektomii. Jej występowanie często wiąże się z wcześniej wykonanym zabiegiem operacyjnym w obrębie przedniego odcinka

gałki ocznej, wcześniej występującą przewlekłą jaskrą z wąskim kątem przesączania, złuszczeniem rzekomym torby soczewki, nagłym spadkiem ciśnienia wewnątrzgałkowego oraz odstawieniem leków blokujących produkcję cieczy wodnistej. Prowadzi to do wtórnego zamknięcia kąta przesączania w wyniku nagromadzenia się cieczy w obrębie ciała szklistego, co powoduje przemieszczenie innych struktur do przodu i zamknięcie kąta przesączania (23). W rozpoznaniu różnicowym należy uwzględnić blok źreniczny, krwotok nadnaczyniówkowy, wysięk do przestrzeni nadnaczyniówkowej oraz inne przyczyny zamknięcia kąta

przesączenia. Badanie UBM pozwala na rozpoznanie tych stanów klinicznych, które w tradycyjnym badaniu są najczęściej trudne do rozróżnienia, oraz na rozpoczęcie odpowiedniego leczenia (24,10,2) (ryc. 7,8).

Zespół rozproszenia barwnika, jaskra barwnikowa

Odwrotny blok źreniczny uważa się za podstawowy mechanizm prowadzący do powstawania jaskry barwnikowej. W jego wyniku dochodzi do uwypuklenia się tęczęwki do tyłu i pocierania nabłonka barwnikowego tęczęwki o włókna aparatu więzadłowego soczewki z jednoczesnym uwalnianiem się barwnika i jego odkładaniem się na różnych strukturach w obrębie komory przedniej, co prowadzi do dysfunkcji utkania beleczkowego oraz wzrostu ciśnienia wewnątrzgałkowego.

Teoretycznie występowanie odwrotnego bloku źrenicznego wskazuje na istnienie wyższego ciśnienia w komorze przedniej oka niż tylnej. W badaniu UBM obserwuje się szeroko otwarty kąt przesączenia z wklęsłą konfiguracją tęczęwki oraz różnego stopnia kontakt tęczęwki z aparatem więzadłowym soczewki (14) (ryc. 9). Ponowne badanie UBM po wykonaniu irydotomii laserowej i/ lub zastosowaniu pilokarpiny, które należą do klasycznych metod leczenia jaskry barwnikowej, wykazuje ustąpienie wklęsłej konfiguracji tęczęwki oraz kontaktu pomiędzy tęczęwką a aparatem więzadłowym soczewki (6). Zmiany te można o wiele dokładniej uwidocznić w badaniu UBM niż w lampie szczelinowej.

Ocena pęcherzyka filtracyjnego

Celem oceny po zabiegach przeciwjaskrowych jest między innymi jak najwcześniejsze stwierdzenie niedostatecznej filtracji oraz odpowiednie leczenie tego stanu. Pęcherzyki filtracyjne różnią się bardzo swoim wyglądem klinicznym. Po skutecznej trabekulektomii mają typowo rozległą, gąbczastą postać. Po zabiegach zaś wykorzystujących preparaty antymitoityczne mają ściany cieńsze oraz są bardziej torbielowate. Otorbione pęcherzyki są z reguły wysokie i ograniczone w swojej rozległości z niewielkim przemieszczaniem się cieczy wodnistej pod torebkę Tenona bądź bez niego. Pęcherzyki po nieskutecznej trabekulektomii są często całkowicie płaskie i unaczynione. Strukturę pęcherzyka można ocenić w badaniu UBM, a jego obraz jest ściśle powiązany z jego stanem klinicznym. Obraz UBM prawidłowo funkcjonującego pęcherzyka filtracyjnego cechuje obecność światła przepływu cieczy wodnistej z komory przedniej, poprzez otwór wewnętrzny, pod płatkami twarógowym do przestrzeni pod pochewką Tenona (ryc. 10). Dzięki badaniu UBM możliwa jest precyzyjna, wcześniejsza lokalizacja miejsca zatrzymania przepływu (9) (ryc. 11,13,14).

Badanie UBM jest pomocne w wyjaśnianiu złożonych zmian po wcześniej wykonanych zabiegach przeciwjaskrowych u dzieci z nieprzeziernymi rogówkami i niepełnym wywiadem dotyczącym wcześniejszego leczenia operacyjnego (3).

W badaniu UBM obrazowano również zastawki jaskrowe (21) oraz zmiany po zabiegach cyklodestrukcyjnych (16).

Podsumowanie

Po wprowadzeniu badania UBM do praktyki klinicznej okazało się, że technika ta jest bardzo użyteczna w ocenie relacji poszczególnych struktur w obrębie komory przedniej w jaskrze i że zyskuje ona popularność na całym świecie. Wobec możliwości zwiększenia dostępności badania UBM lekarze okuliści powinni mieć świadomość

możliwości, jakie technika ta wnosi do procesu diagnostycznego i terapeutycznego w glaukomatologii.

PIŚMIENNICTWO:

1. Azura-Blanco A., Spaeth G. L., Arango S. V. i wsp.: *Plateau iris syndrome associated with multiple ciliary body cysts*. Report of three cases. Arch. Ophthalmol., 1996, 114, 666-668.
2. Ciszewska J., Gerke K.: *Jaskra złośliwa po operacji odwarstwionej siatkówki – opis przypadku*. Okulistyka, 1999, 2 (4), 46-48.
3. Dietlein T. S., Engels B. F., Jacobi P. C. i wsp.: *Ultrasound biomicroscopic patterns after glaucoma surgery in congenital glaucoma*. Ophthalmology, 2000, 117, 1200-1205.
4. Ishikawa H., Esaki K., Liebmann J. i wsp.: *Ultrasound biomicroscopy dark room provocative testing: a quantitative method for estimating anterior chamber angle width*. Jpn. J. Ophthalmol., 1999, 43, 526-534.
5. Janiec S., Rzendkowski M., Bolek S. i wsp.: *Wpływ irydotomii wykonywanej laserem Nd: YAG na szerokość kąta tęczęwkowo-rogówkowego, badanego biomikroskopem ultradźwiękowym u pacjentów z jaskrą pierwotną otwartego kąta przesączenia*. Klin. Oczna, 1998, 100, 15-18.
6. Karickhoff J. R.: *Pigmentary dispersion syndrome and pigmentary glaucoma: a new mechanism concept, a new treatment and a new technique*. Ophthalmic Surg., 1992, 23, 269-277.
7. Liebmann J. M.: *Ultrasound biomicroscopy of the anterior segment*. J. Glaucoma, 2001, 10 (Suppl. 1), 53-55.
8. Liebmann J. M., Ritch R.: *Laser iridotomy*. Ophth. Surg. and Lasers, 1996, 27, 209-221.
9. Liebmann J. M., Tello C., Grayson D. i wsp.: *Ultrasound biomicroscopy of filtration blebs*. Hong Kong J. of Ophthalmol., 1997, 1, 110-114.
10. Liebmann J. M., Weinreb R. N., Ritch R.: *Angle-closure glaucoma associated with occult annular ciliary body detachment*. Arch. Ophthalmol., 1998, 116, 731-735.
11. Marigo F. A., Finger P. T., Mc Cormick S. A. i wsp.: *Iris and ciliary body melanomas*. Arch. Ophthalmol., 2000, 118, 1515-1521.
12. McWhae J. A., Crichton A. C. S., Rinke M.: *Ultrasound biomicroscopy for the assesment of zonules after ocular trauma*. Ophthalmology, 2003, 110, 1340-1343.
13. Pavlin C. J., Foster F. S.: *Ultrasound biomicroscopy of the eye*. New York, Springer-Verlag, 1995.
14. Pavlin C. J., Harasiewicz K., Foster F. S.: *Posterior iris bowing in pigmentary dispersion syndrome caused by accommodation*. Am. J. Ophthalmol., 1994, 118, 114-116.
15. Pavlin C. J., Harasiewicz K., Foster S.: *Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes*. Am. J. Ophthalmol., 1992, 113, 381-389.
16. Pavlin C. J., Macken P., Trope G. E. i wsp.: *Ultrasound biomicroscopic imaging of the effects of YAG laser cycloablation in postmortem eyes and living patients*. Ophthalmology, 1995, 102, 334-341.
17. Pavlin C. J., Ritch R., Foster F. S.: *Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome*. Am. J. Ophthalmol., 1992, 113, 390-395.
18. Pavlin C. J., Rutnin S. S., Devenyi R. i wsp.: *Supraciliary effusions and ciliary body thickening after scleral buckling procedures*. Ophthalmology, 1997, 104, 433-438.
19. Ritch R., Liebmann J. M.: *Argon laser peripheral iridoplasty*. Ophth. Surg. and Lasers, 1996, 27, 289-299.

20. Ritch R., Liebmann J. M., Tello C.: *A construct for understanding angle-closure glaucoma: the role of ultrasound biomicroscopy*. Ophthalmol. Clin. North. Am., 1995, 8, 281-293.
21. Rothman R. E., Sidoti P. A., Liebmann J. M. i wsp.: *Glaucoma drainage tube kink after pars plana insertion*. Am. J. Ophthalmol., 2001, 132, 413-414.
22. Sakuma T., Sawada A., Yamamoto T. i wsp.: *Appositional angle closure in eyes with narrow angles: an ultrasound biomicroscopic study*. J. Glaucoma, 1997, 7, 165-169.
23. Shaffer R. N.: *The role of vitreous detachment in aphakic and malignant glaucoma*. Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol., 1954, 58, 217.
24. Trope G. E., Pavlin C. J., Bau A. i wsp.: *Malignant glaucoma. Clinical and ultrasound biomicroscopic features*. Ophthalmology, 1994, 101, 1030-1035.

Staż Bartosza Fabijańczyka w New York Eye and Ear Infirmary był możliwy dzięki stypendium Fundacji Kościuszkowskiej.

Zdjęcia UBM uzyskaliśmy dzięki uprzejmości dr. R. Ritcha, dr. J. Liebmann oraz dr. C. Tello.

Praca wpłynęła do Redakcji 5.01.2004 r. (376).

Zakwalifikowano do druku 19.01.2005 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):
dr n. med. Bartosz Fabijańczyk
ul. Zielona 25 m. 40
90-602 Łódź