

(06)

Wpływ operacji fakoemulsyfikacji zaćmy na parametry kąta tęczykowo-rogówkowego i głębokość komory przedniej w badaniu swept-source optycznej koherentnej tomografii – porównanie oczu z otwartym i pierwotnie zamkniętym kątem przesączania

Effect of cataract phacoemulsification on irido-corneal angle parameters and anterior chamber depth in a swept-source optical coherence tomography study – open vs primary closed-angle eyes comparison study

Anna K. Kurowska^{1,2}, Jerzy Szaflik², Jacek P. Szaflik^{1,2}

¹ Katedra i Klinika Okulistyki II Wydziału Lekarskiego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Jacek P. Szaflik

² Samodzielny Publiczny Kliniczny Szpital Okulistyczny w Warszawie

Abstrakt:

Cel: ocena wpływu operacji fakoemulsyfikacji zaćmy i wszczepienia sztucznej soczewki na konfigurację kąta przesączania i głębokość komory przedniej w badaniu wykonywanym za pomocą optycznej koherentnej tomografii przedniego odcinka oka techniką strojonego źródła światła w oczach z otwartym i pierwotnie zamkniętym kątem przesączania.

Materiał i metody: do analizy włączono 211 oczu (157 pacjentów), które na podstawie wyniku badania optycznej koherentnej tomografii przedniego odcinka oka techniką strojonego źródła światła i danych klinicznych podzielono na dwie grupy: z otwartym kątem przesączania (127 oczu) i pierwotnie zamkniętym kątem przesączania (84 oczu). Parametry kąta takie jak: AOD500, TISA500 i TIA, wskaźnik kontaktu tęczykowo-trabekularnego oraz centralną głębokość komory przedniej oceniano przed operacją oraz po 6 miesiącach od operacji.

Wyniki: wszystkie parametry kąta przesączania przed operacją zaćmy i po niej były znacząco mniejsze u badanych z grupy zamkniętego kąta ($p < 0,001$). Po operacji wartości kąta przesączania zwiększyły się znacząco u badanych z obu grup ($p < 0,05$), a różnica zmiany między grupami nie była istotna statystycznie. Wskaźnik kontaktu tęczykowo-trabekularnego w oczach z zamkniętym kątem przesączania wynosił 78,2% przed operacją i 19,7% po operacji, a w oczach z otwartym kątem przesączania odpowiednio: 32,94% i 0,0% ($p < 0,001$). Po operacji u badanych z obu grup komora przednia istotnie się pogłębiła ($p < 0,001$), bardziej w oczach z pierwotnie zamkniętym kątem przesączania (0,32 mm, $p < 0,001$).

Wnioski: operacja usunięcia zaćmy prowadzi do otwarcia i poszerzenia kąta przesączania. Zarówno w oczach z otwartym, jak i z zamkniętym kątem przesączania kąt tęczykowo-rogówkowy poszerza się w porównywalnym stopniu, dlatego pozostaje znacząco węższy w przypadkach pierwotnego zamknięcia. Użytecznym narzędziem do ilościowej oceny obszaru zamknięcia kąta jest wskaźnik ITC (ITC index) w badaniu optycznej koherentnej tomografii przedniego odcinka oka techniką strojonego źródła światła. Efekt pogłębienia komory przedniej jest różny w oczach z otwartym kątem przesączania i w oczach z zamkniętym kątem przesączania – lepszy efekt odnotowuje się w oczach, w których przed operacją stwierdza się pierwotne zamknięcie kąta.

Słowa kluczowe:

wskaźnik kontaktu tęczykowo-trabekularnego, dystans otwarcia kąta, głębokość komory przedniej, optyczna koherentna tomografia przedniego odcinka techniką strojonego źródła światła (swept-source AS-OCT).

Abstract:

Purpose: The aim of the study was to compare the change in irido-trabecular angle configuration and anterior chamber depth after cataract phacoemulsification using swept-source anterior segment optical coherence tomography in eyes with open and primary closed anterior chamber angle.

Material and methods: 211 eyes (157 patients) divided into 2 groups according to anterior segment optical coherence tomography findings and clinical data: open-angle group ($n = 127$) and closed-angle group ($n = 84$) were enrolled. Angle parameters: AOD500, TISA500 and TIA in 4 quadrants, ITC index and central anterior chamber depth were measured preoperatively and at 6 months postoperatively.

Results: The mean values of all angle parameters were significantly smaller in closed-angle group before and after surgery ($p < .001$). They increased significantly in all eyes ($p < .05$), but the difference between the groups was not statistically significant. ITC index before and after surgery was 78.2% and 19.7% in closed-angle eyes ($p < .001$) and 32.94% and 0.0% in open-

-angle eyes ($p < .001$), respectively. The anterior chamber depth increased significantly after surgery in both groups ($p < .001$) with bigger change observed in closed-angle group (mean difference 0.32 mm, $p < .001$).

Conclusions: Cataract surgery opens and increases the width of the irido-corneal angle to the same extent in closed- and open-angle groups, so the angle remains more narrow in initially closed-angle eyes. ITC index in a swept-source anterior segment optical coherence tomography is a useful tool for the quantitative evaluation of angle closure area before and after cataract surgery. Postoperative change in anterior chamber depth differed significantly between the closed- and open-angle eyes.

Key words: irido-trabecular contact index, angle opening distance, anterior chamber depth, swept-source anterior segment optical coherence tomography (swept-source AS-OCT).

Wprowadzenie

Postępujące wraz z wiekiem procesy mętnienia oraz jedno- i dwustronnego powiększania się i przedniego przesuwania soczewki na skutek wiotkości więzadełek Zinna skutkują zmniejszeniem centralnej i obwodowej głębokości komory przedniej oraz – w niektórych oczach – powolnym, rzadziej gwałtownym, zamykaniem się kąta tęczęwkowo-rogowkowego. Spośród czynników ryzyka zamknięcia kąta wymienia się wyjściową płytką komorę przednią, wąski ($< 20^\circ$) kąt przesączania, małą długość osiową gałki, nadwzroczność, małą krzywiznę rogówki, płec żeńską oraz przynależność do rasy żółtej (1–6). Sytuacja kliniczna, w której obecność kontaktu tęczęwkowo-trabekularnego (Irido-Trabecular Contact – ITC) na obszarze $\geq 180^\circ$ obwodu (≥ 2 kwadrantów) jest następstwem jedynie specyficznej budowy oka i nie wynika ze współistniejących chorób (np. „pęcznienia” soczewki po urazie lub w przebiegu cukrzycy, popychania soczewki przez wylew krwi w ciele szklistym lub olej), jest nazywana zagrożającym pierwotnym zamknięciem kąta przesączania (7, 8). Odpowiednio długo trwające odgrodenie *trabeculum* (tzw. apozycyjne zamknięcie kąta) prowadzi do powstania obwodowych zlepień, a następnie zrostów przednich (Peripheral Anterior Synechiae – PAS) i trwałego uszkodzenia beleczkowania. W konsekwencji dochodzi do wzrostu ciśnienia wewnątrzgałkowego. Ten stan jest określany terminem pierwotnego zamknięcia kąta (PZK). To z czasem doprowadza do uszkodzenia nerwu wzrokowego (neuropatii) – jaskry pierwotnie zamkniętego kąta (JPZK).

Mechanizmy prowadzące do zamknięcia kąta przesączania są klasyfikowane na podstawie miejsca, w którym przepływ cieczy wodnistej jest w największym stopniu utrudniony, i obejmują: blok źreniczny, w rozwoju którego zasadniczy udział przypada soczewce (typ I, 75% przypadków) (9, 10), konfigurację płaskiej tęczęwki (*iris plateau*, typ II) oraz oba mechanizmy łącznie (typ III, mieszany). Irydotomia laserowa Nd: YAG jest zabiegiem z wyboru w oczach z rozpoznaniem zagrożającym PZK, PZK i JPZK (11, 12). Największej skuteczności zabiegu można oczekiwać w przypadkach wywołanych blokiem źrenicznym i mechanizmem mieszanym. Cho i wsp. (13) wykazali jednak, że pomimo stwierdzenia obecności drożnych otworów irydotomijnych około $\frac{1}{3}$ obwodu kąta przesączania pozostaje zamknięta. Pozytywny wpływ usunięcia soczewki na stopień otwarcia kąta przesączania i ciśnienie wewnątrzgałkowe został udowodniony w licznych badaniach prowadzonych na oczach z wyjściowo zamkniętym (14–19) i otwartym kątem (20–23).

Złotym standardem w procesie wykrywania PZK jest gonioskopia. Chociaż łatwo dostępna i niewymagająca kosztownego instrumentarium, nie jest pozbawiona wad – jej wynik przede

wszystkim jest zależny od doświadczenia badającego. Rozwój nowoczesnych technik obrazowania przedniego odcinka oka, w szczególności optycznej koherentnej tomografii (Anterior Segment Optical Coherence Tomography – AS-OCT), umożliwił wykrywanie zmian zachodzących na obwodzie komory przedniej oka i ich obiektywne monitorowanie w czasie, ponadto przyczynił się do lepszego zrozumienia mechanizmów prowadzących do zamknięcia kąta (24–26). Badania za pomocą najnowszych aparatów, wykorzystujących technologię strojonego źródła światła (swept-source OCT, ss-OCT), pozwalają nie tylko na jakościową (tj. wykrycie ITC) i ilościową ocenę parametrów kąta przesączania (pomiar odległości, pola powierzchni i wartości kątowych) w wybranym punkcie, najczęściej na horyzontalnym skanie, ale także na ilościową analizę obszaru zamknięcia kąta na całym obwodzie (360°) w taki sam sposób jak badanie gonioskopowe. Analiza danych uzyskanych ze 128 promienistych skanów wykonanych w cyklu co $1,4^\circ$ pozwala na ustalenie wskaźnika kontaktu tęczęwkowo-trabekularnego (ITC index – iITC), który opisuje (w stopniach lub odsetkowo) zakres zamknięcia kąta przesączania w danym oku (13).

Cel

Celem pracy jest analiza zmian parametrów kąta tęczęwkowo-rogowkowego i głębokości komory przedniej uzyskanych w badaniu swept-source AS-OCT zachodzących na skutek zabiegu usunięcia zaćmy metodą fakoemulsyfikacji i wszczepienia sztucznej soczewki do torebki w oczach z rozpoznaniem pierwotnie zamkniętym i z otwartym kątem przesączania.

Materiał i metody

Prospektywnym badaniem objęto 157 pacjentów (211 oczu) operowanych z powodu zaćmy w Katedrze i Klinice Okulistyki II Wydziału Lekarskiego WUM, Samodzielnym Publicznym Klinicznym Szpitalu Okulistycznym w Warszawie.

Do kryteriów wykluczających uczestnictwo w badaniu zaliczono: przebyte operacje oka lub zabiegi laserowej trabekuloplastyki (ALT i SLT) oraz zapalenia błony naczyniowej, doznane urazy, rozpoznane patologie rogówki, wysokie wady refrakcji oraz inne przyczyny jaskry wtórnej. Wykonane wcześniej zabiegi irydotomii laserowej Nd: YAG nie dyskwalifikowały z udziału w badaniu.

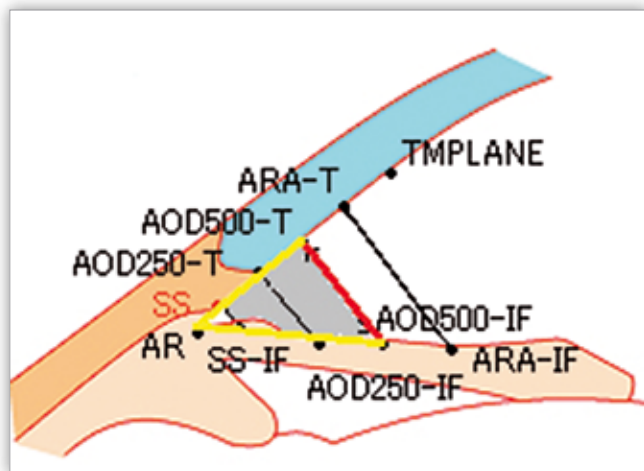
Pomiarów kąta dokonywano aparatem AS-OCT CASIA ss-1000 (Tomey, Nagoya, Japonia). Badanie przeprowadzano w zaciemnionym pomieszczeniu, zanim przystąpiono do procedur wymagających kontaktu z gałką oczną. Pacjentów proszono, aby samodzielnie jak najszerzej otworzyli oczy. Jeśli nie otwo-

rzyli ich wystarczająco szeroko, aby mogły zostać uwidocznie kąt w górnym i dolnym kwadrancie, badający delikatnie unosił powiekę górną i odciągał powiekę dolną bez wywierania ucisku na gałkę. Następnie pacjentów proszono o skupienie wzroku na wewnętrznym, wbudowanym w urządzenie, punkcie fiksacji, a kiedy na ekranie monitora kąty we wszystkich czterech kwadrantach były wyraźnie widoczne, dokonywano skanowania za pomocą funkcji automatycznego pozycjonowania („auto alignment”). Badanie wykonywano w trójwymiarowym trybie przeznaczonym do oceny kąta (Anterior Chamber Angle): 128 promienistych skanów o rozdzielczości 512 A-skanów/sek., długości 16 mm w czasie 2,4 sek. Procedurę powtarzano 3-krotnie, a do analizy wybierano wyniki tego badania, które było najlepsze pod względem technicznym – pozbawione artefaktów wynikających z ruchu oka lub obecności powieki w polu badania.

Analizę wyniku zaczynano od oceny morfologicznej kąta na 360° w celu wykrycia obecności kontaktu tęczęwkowo-trabekularnego.

W przypadku braku ITC przystępowano do oceny ilościowej kąta przesączania w czterech kwadrantach: skroniowym i nosowym (godz. 3.00 i 9.00) oraz górnym i dolnym (godz. 12.00 i 6.00). Wśród ocenianych parametrów znalazły się:

- AOD500 (Angle Opening Distance) odległość punktu na tylnej powierzchni rogówki w odległości 500 μm od ostrogi twardówki (Scleral Spur – SS) do prostopadle położonego punktu na tęczęwce (mm) (ryc. 1.),
- TISA500 (Trabecular-Iris Space Area) obszar w kształcie trapezu zawarty między: AOD500 z przodu, linią łączącą SS z punktem do niej prostopadłym na powierzchni tęczęwki z tyłu, od góry ograniczony powierzchnią rogowkowo-twardówkową, a od dołu przednią powierzchnią tęczęwki (mm²),
- TIA (Trabecular-Iris Angle) (°) „kąt otwarcia” zawarty między powierzchnią siateczki beleczkowania a powierzchnią tęczęwki. Jego szczyt znajduje się w zachyłku kąta (Angle Recess – AR), a ramiona tworzą linie łączące zachyłek z punktem AOD500-T na rogowce oraz AOD500-IF na tęczęwce.



Ryc. 1. Schemat wyznaczanych parametrów kąta przesączania: SS – ostroga twardówki, AOD500 – czerwona linia, TISA500 – szare pole, TIA – żółte linie (opis w tekście).

Fig. 1. Angle parameters diagram: SS – scleral spur, AOD500 – red line, TISA500 – grey area, TIA – yellow lines (description in the text).

Jeśli na jakimkolwiek obszarze stwierdzono obecność kontaktu tęczęwkowo-trabekularnego, na podstawie analizy 16 reprezentatywnych dla całego oka skanów zrobionych co 11,25° wyznaczano wartość wskaźnika ITC (iITC). Założono, że będzie to bardziej precyzyjny pomiar niż ten, który wynika z analizy 8 skanów i wg ustaleń producenta jest wystarczający do wyliczenia wskaźnika. Procedura pomiaru zakłada manualne wskazanie na każdym zdjęciu dwóch punktów: SS oraz ITC EP (End Point) – najdalej do przodu wysuniętego punktu tęczęwki będącej w kontakcie z rogowką. Jednocześnie, jeśli w takim oku nie stwierdzano kontaktu tęczęwki z trabeculum w którejkolwiek z czterech głównych lokalizacji kąta (tj. godz. 12.00, 3.00, 6.00 lub 9.00), dokonywano pomiaru parametrów kąta (AOD500, TISA500, TIA) w danej lokalizacji.

Dodatkowo na poziomym skanie oceniano: 1. centralną głębokość komory przedniej (Anterior Chamber Depth – ACD) – odległość między śródbłonkiem rogowki a przednią torebką soczewki własnej oraz śródbłonkiem a poziomem nabłonka barwnikowego tęczęwki w oku pseudosoczewkowym, 2. szerokość komory (Anterior Chamber Width – ACW) – odległość między przeciwległymi punktami SS, 3. uwypuklenie soczewki (Lens Vault – LV) – największą odległość przedniego bieguna soczewki od płaszczyzny SS-SS, 4. szerokość źrenicy (Pupil Diameter – PD) i 5. centralną grubość rogówki (Central Corneal Thickness – CCT). Pomiary długości osiowej gałki (Axial Length – AL) oraz grubości soczewki (Lens Thickness – LT) wykonywano aparatem Lenstar LS 900 (Haag-Streit, Inc., Koeniz, Szwajcaria).

Klinicznie kąt przesączania był oceniany w badaniu gonioskopowym za pomocą soczewki Zeissa w każdym z czterech kwadrantów. Uznawano go za zamknięty w danej lokalizacji, jeśli bez wgłobienia w pozycji spojrzenia na wprost nie była widoczna tylna (ubarwiona) część siateczki beleczkowania (1° lub 0° w skali Shaffera).

Kryterium przypisania oka do grup, albo z zamkniętym (84 oczu), albo z otwartym kątem przesączania (127 oczu), było stwierdzenie w badaniu AS-OCT kontaktu tęczęwkowo-trabekularnego w więcej niż dwóch kwadrantach (ITC w dwóch spośród czterech wyznaczonych punktów oraz iITC ≥ 50%), niezależnie od istniejącej obwodowej irydotomii Nd: YAG. Grupę zamkniętego kąta przesączania podzielono na podgrupy: PZK (43 oczu) i JPZK (41 oczu) – ten podział wykorzystano do niektórych analiz, to opisano w dziale Omówienie.

U wszystkich pacjentów wykonano operację usunięcia zaćmy metodą fakoemulsyfikacji z wszczepieniem sztucznej soczewki do torebki. Nie odnotowano powikłań śród- ani pooperacyjnych.

Pomiary kąta przesączania oraz głębokości komory przedniej wykonywano ponownie po 6 miesiącach od operacji.

Analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą systemu analizy danych StatSoft, Inc. (2014). STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com. Za poziom istotności statystycznej przyjęto wartość p < 0,05.

Wyniki

Dane demograficzne oraz informacje kliniczne podsumowano w tabeli I, a charakteryzujące badane grupy wartości pomiarów biometrycznych wykonanych przed operacją zaćmy – w tabeli II.

	Grupa z otwartym kątem/ Open-angle group	Grupa z zamkniętym kątem/ Closed-angle group	p†
Płeć K: M / Sex F: M	97: 30 (76,4%/ 23,6%)	72: 12 (85,7%/ 14,3%)	0,098
Oko P: L / Eye R: L	63: 64 (49,6/ 50,4%)	41: 43 (48,8/ 51,2%)	0,887
Irydotomia Nd: YAG/ Nd: YAG iridotomy	29 (22,8%)	45 (60,8%)	0,021
PAS/ PAS	0	10 (11,9%) 8 JPZK (18,5%), 2 PZK (4,8%)	<0,001 0,006
	Średnia ± SD/ Mean ± SD	Średnia ± SD/ Mean ± SD	p ‡
Wiek/ Age	72,2 ± 9,3	72,9 ± 7,5	0,928
Refrakcja przed operacją/ Refractive error preop.*	0,65 ± 2,64	0,92 ± 2,52	0,009
Gonioskopia – kwadrant/ Gonioscopy – quadrant**			
skroniowy/ temporal	3,01 ± 0,66	1,48 ± 0,61	<0,0001
nosowy/ nasal	3,02 ± 0,69	1,45 ± 0,67	<0,0001
górnny/ upper	2,78 ± 0,74	1,48 ± 0,65	<0,0001
dolny/ lower	3,07 ± 0,77	1,15 ± 0,78	<0,0001

† test t-Studenta/ Student's T-test; ‡ test U Manna-Whitneya/ Mann-Whitney U-test
*ekwiwalent sferyczny/ spherical equivalent; ** wynik w skali Shaffera/ Shaffer scale

Tab. I. Dane demograficzne oraz informacje kliniczne charakteryzujące badane grupy.

Tab. I. Demographic and clinical information about the open-angle and closed-angle groups.

zmienna/ variable	Grupa z otwartym kątem/ Open-angle group				Grupa z zamkniętym kątem/ Closed-angle group				p
	średnia ± SD/ mean ± SD	mediana/ median	kwartyl 1/ quartile 1	kwartyl 3/ quartile 3	średnia ± SD/ mean ± SD	mediana/ median	kwartyl 1/ quartile 1	kwartyl 3/ quartile 3	
ACD (mm)	2,431 ± 0,399	2,365	2,150	2,725	1,895 ± 0,269	1,880	1,695	2,058	<0,0001†
ACW (mm)	11,69 ± 0,362	11,657	11,446	11,942	11,58 ± 0,39	11,605	11,34	11,862	<0,05‡
LT (mm)	4,725 ± 0,380	4,760	4,560	4,990	4,796 ± 0,283	4,750	4,610	4,965	0,615†
LV (mm)	0,748 ± 0,331	0,817	0,484	0,985	1,117 ± 0,259	1,096	0,909	1,305	<0,0001†
AL (mm)	22,83 ± 0,867	22,830	22,190	23,270	22,25 ± 0,99	22,205	21,400	23,040	<0,0001‡
PD (mm)	3,740 ± 0,781	3,795	3,083	4,314	3,814 ± 0,676	3,907	3,421	4,288	0,481
CCT (µm)	548,2 ± 30,5	546,5	525,0	572,5	545,6 ± 36,6	550,0	512,5	567,3	0,577

Tab. II. Wartości pomiarów biometrycznych wykonanych przed operacją zaćmy charakteryzujące badane grupy.

Tab. II. Biometric pre-operative data for the open-angle and closed-angle groups.

Porównanie oczu z otwartym kątem przesączania i oczu z pierwotnie zamkniętym kątem przesączania wykazało, że zarówno przed operacją zaćmy, jak i po niej wszystkie parametry określające kąt tęczykowo-rogowkowy we wszystkich kwadrantach były znacząco mniejsze w oczach z grupy zamkniętego kąta ($p < 0,05$) (tab. III).

W obu analizowanych grupach po operacji zaćmy znamienne wzrosły wartości wszystkich parametrów kąta przesączania (test U Manna-Whitneya, $p < 0,05$) (ryc. 2.).

Przyjęto założenie, że zmianę wartości parametrów wskutek operacji zaćmy (Δ) wyliczano indywidualnie dla każdego

oka, jeśli obu pomiarów (tj. sprzed operacji i po operacji) można było dokonać w danej lokalizacji (tzn. nie występował kontakt tęczykowo-trabekularny). Liczności kwadrantów pionowych użyte do wyliczenia Δ były mniejsze niż kwadrantów poziomych. To wynikało z ITC częściej stwierdzanego na godzinach 12.00 i 6.00 niż 3.00 i 9.00. Wartość Δ w poszczególnych kwadrantach nie różniła się istotnie między grupami (test U Manna-Whitneya, $p > 0,05$) z wyjątkiem TIA w nosowej lokalizacji ($p < 0,05$) (tab. III, ostatnia kolumna).

Wartości iITC przed operacją były znamienne wyższe w oczach z grupy zamkniętego kąta przesączania ($p < 0,001$).

Zmienna/ Variable	kwadrant/ quadrant	Grupa z otwartym kątem/ Open-angle group			Grupa z zamkniętym kątem/ Closed-angle group			Zmiana (Δ)/ Change (Δ)		
		przed operacją/ preop.	po operacji/ postop.	p†	przed operacją/ preop.	po operacji/ postop.	p†	otwarty/ open-angle	zamknięty/ closed-angle	p‡
		średnia ± SD/ mean ± SD n	średnia ± SD/ mean ± SD n		średnia ± SD/ mean ± SD n	średnia ± SD/ mean ± SD n		średnia ± SD/ mean ± SD n	średnia ± SD/ mean ± SD n	
AOD500	skroniowy/ temporal	0,287 ± 0,119 127	0,528 ± 0,156 126	<0,001	0,145 ± 0,062 49	0,338 ± 0,125 83	<0,001	0,237 ± 0,133 127	0,217 ± 0,111 49	0,333
	nosowy/ nasal	0,292 ± 0,117 126	0,523 ± 0,135 127	<0,001	0,147 ± 0,069 45	0,354 ± 0,133 80	<0,001	0,231 ± 0,127 126	0,23 ± 0,153 45	0,977
	górný/ upper	0,24 ± 0,099 111	0,462 ± 0,135 113	<0,001	0,152 ± 0,051 13	0,33 ± 0,094 67	<0,05	0,183 ± 0,182 111	0,179 ± 0,083 13	0,549
	dolny/ lower	0,262 ± 0,112 118	0,475 ± 0,151 123	<0,001	0,148 ± 0,059 11	0,325 ± 0,129 73	<0,05	0,208 ± 0,136 118	0,216 ± 0,134 11	0,863
TISA500	skroniowy/ temporal	0,097 ± 0,045 127	0,17 ± 0,053 126	<0,001	0,074 ± 0,03 45	0,135 ± 0,054 83	<0,001	0,071 ± 0,046 127	0,071 ± 0,041 49	0,984
	nosowy/ nasal	0,107 ± 0,045 127	0,181 ± 0,048 127	<0,001	0,079 ± 0,027 44	0,143 ± 0,055 80	<0,001	0,074 ± 0,047 126	0,073 ± 0,054 45	0,999
	górný/ upper	0,094 ± 0,045 111	0,168 ± 0,055 113	<0,001	0,071 ± 0,016 13	0,127 ± 0,041 67	<0,05	0,059 ± 0,068 111	0,06 ± 0,053 13	0,588
	dolny/ lower	0,094 ± 0,044 120	0,161 ± 0,054 123	<0,001	0,071 ± 0,023 11	0,133 ± 0,067 73	<0,05	0,065 ± 0,051 118	0,051 ± 0,049 11	0,369
TIA	skroniowy/ temporal	25,62 ± 8,73 127	42,19 ± 9,58 126	<0,001	8,36 ± 8,09 83	28,84 ± 9,27 84	<0,001	16,24 ± 9,74 127	16,8 ± 8,12 49	0,959
	nosowy/ nasal	25,78 ± 8,69 127	41,39 ± 8,20 127	<0,001	7,31 ± 8,14 84	29,64 ± 9,49 82	<0,001	15,53 ± 8,54 125	18,32 ± 11,21 45	0,019
	górný/ upper	21,38 ± 9,49 118	38,06 ± 8,50 113	<0,001	2,29 ± 5,67 83	26,05 ± 11,85 76	<0,001	12,27 ± 14,01 110	16,85 ± 6,73 13	0,197
	dolny/ lower	23,50 ± 9,15 121	37,12 ± 9,56 124	<0,001	1,80 ± 5,03 84	25,16 ± 12,13 82	<0,001	13,19 ± 9,66 117	17,81 ± 10,89 11	0,136

†Test kolejności par Wilcozona – istotność różnic między wartościami przed operacją i po operacji/ Wilcoxon's signed rank test – significance of differences between pre and postoperative values

‡test U Manna-Whitneya – istotność różnicy dla Δ między grupami/ Mann-Whitney U test –significance of differences in Δ between groups

Tab. III. Wartości parametrów kąta przesączenia przed operacją zaćmy i po operacji oraz zmiany w nich zachodzące (Δ) mierzone w czterech kwadrantach – porównanie tych parametrów w oczach z kątem przesączenia otwartym i zamkniętym.

Tab. III. Angle parameters before and after surgery and their postoperative change (Δ) in four quadrants – comparison between open- and closed-angle eyes.

W wyniku analizy przeprowadzonej wewnątrz grupy zamkniętego kąta przesączenia nie stwierdzono jednak istotnej różnicy między wartościami iITC w oczach z podgrupy JPZK i w oczach z podgrupy PZK (p = 0,999) (tab. IV).

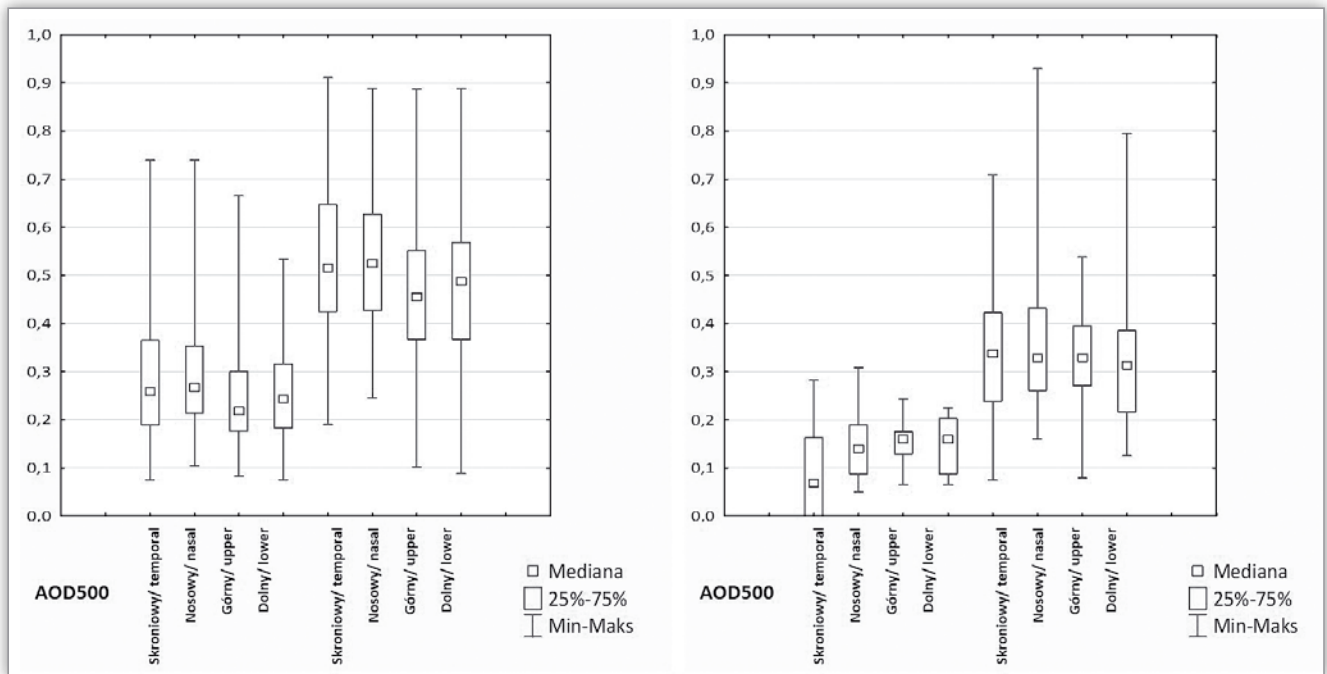
Wartości iITC po operacji zaćmy istotnie różniły się od tych sprzed operacji (p < 0,001) (tab. IV, ryc. 3a i 3b). Wartości ΔiITC były istotnie większe w oczach z zamkniętym kątem przesączenia niż otwartym (test U Manna-Whitney'a, p < 0,001). Porównanie ΔiITC w oczach z JPZK i PZK natomiast nie dowiodło istotnej statystycznie różnicy między nimi (p > 0,05).

Porównanie, jak zmieniła się głębokość komory przedniej w oczach z badanych grup, przedstawiono na rycinie 4.

Omówienie

Zachodzące wraz z wiekiem zmiany w soczewce oka, tj. utrata przejrzystości, zmiana wielkości i położenia, skutkują przede wszystkim pogorszeniem ostrości wzroku, ale także wpływają na wzajemną relację struktur przedniego odcinka oka. Wyrazem tego są przede wszystkim stopniowo postępujące spłycenie komory przedniej oraz zwężenie, a w szczególnych przypadkach – całkowite zamknięcie kąta tęczówkowo-rogowkowego w oczach anatomicznie do tego predysponowanych.

W przeprowadzonym badaniu podziału na główne kategorie oczu – z otwartym lub zamkniętym kątem przesączenia – dokonano na podstawie wyniku badania obrazowego. Wynik gonioskopii określany w skali Shaffera w pełni potwierdził,



Ryc. 2. Wartości AOD500 przed operacją i po operacji mierzone w czterech kwadrantach – w oczach z grupy otwartego kąta (po lewej) i w oczach z grupy zamkniętego kąta (po prawej).

Fig. 2. Pre- and postoperative AOD500 values in four quadrants in open-angle group (left) and closed-angle group (right).

Grupa/ Group	Zmienna/ Variable	Średnia ± SD/ Mean ± SD	Mediana/ Median	Min. – Max./ Min. – Max.	p
Otwarty kąt/ Open-angle group n = 63	iITC przed operacją/ iITC preop.	4,18 ± 11,16 (32,94*)	0,00	0,00–37,00	<0,05†
	iITC po operacji/ iITC postop.	0,00 ± 0,00 (0*)	0,00	0,00–0,00	
	ΔiITC	4,18 ± 11,16 (32,94*)	0,00	0,00–37,00	<0,001‡
PZK/ PAC n = 43	iITC przed operacją/ iITC preop.	64,98 ± 14,84	60,00	49,50–100,00	<0,001†
	iITC po operacji/ iITC postop.	4,52 ± 13,19	0,00	0,00–68,00	
	ΔiITC	60,38 ± 15,67	56,00	13,00–100,00	<0,001‡
JPZK/ PACG n = 41	iITC przed operacją/ iITC preop.	78,24 ± 14,97	81,00	50,00–100,00	<0,001†
	iITC po operacji/ iITC postop.	19,67 ± 26,96	0,00	0,00–96,00	
	ΔiITC	58,57 ± 24,23	63,50	2,50–100,00	<0,001‡

PAC – pierwotne zamknięcie kąta/ primary angle closure, PACG – jaskra pierwotna z zamknięciem kąta/ primary angle closure glaucoma

* wartości wyliczone dla 8 oczu/ values for 8 eyes

† porównanie istotności różnic między wartościami sprzed operacji i po operacji (test par Wilcoxona)/ pre- vs. postoperative values (Wilcoxon signed-rank test)

‡ porównanie istotności różnic między oczami z grup otwartego i zamkniętego kąta (test porównań wielokrotnych Kruskala-Wallis)/ open- vs. closed-angle groups (Kruskal-Wallis multiple comparison test)

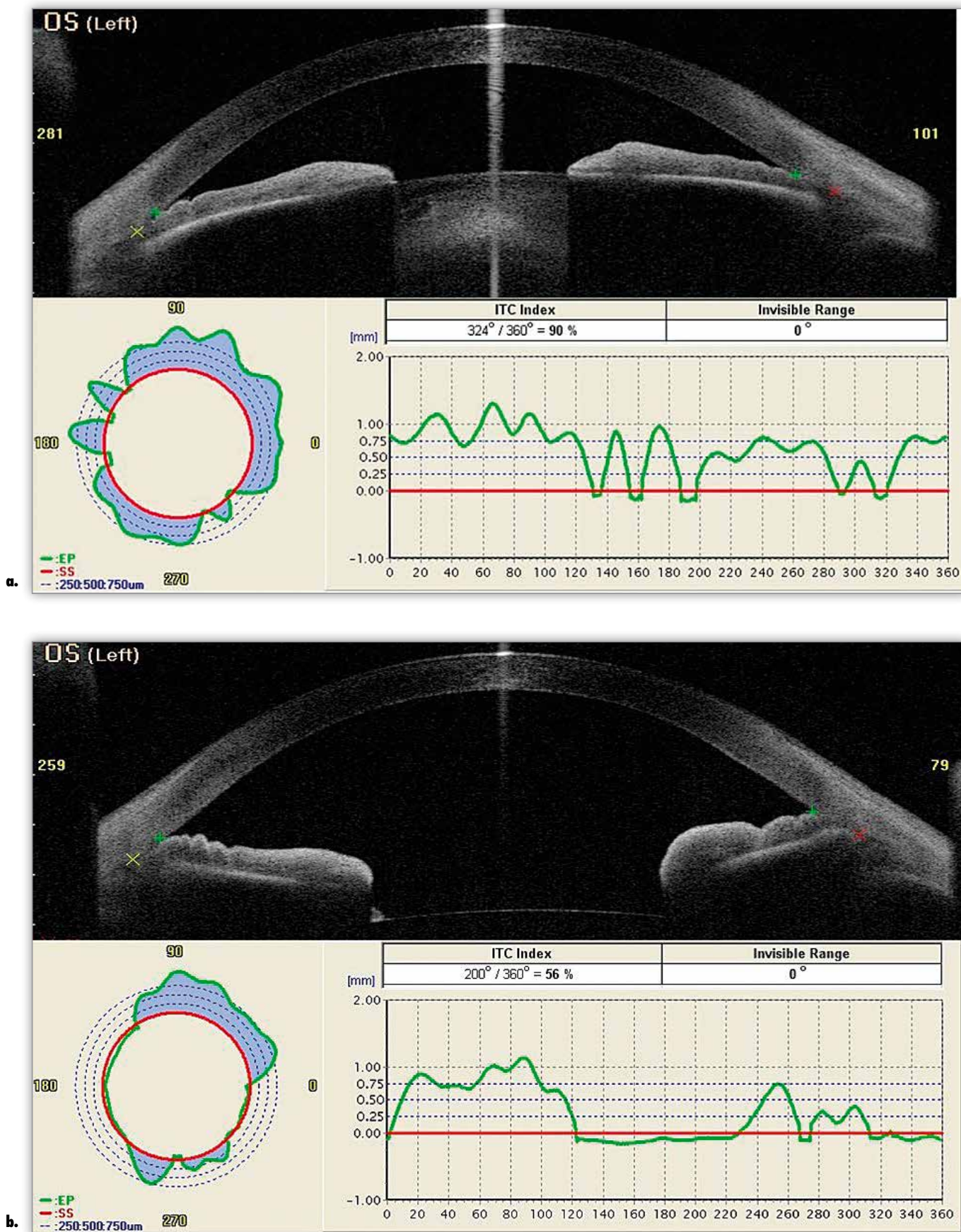
Tab. IV. Wartości wskaźnika ITC dla wyodrębnionych grup (%).

Tab. IV. ITC index in compared groups (%).

że oczy zaliczone na podstawie AS-OCT do grupy zamkniętego kąta w każdym kwadrancie miały ten kąt znacząco węższy ($p < 0,0001$, tab. I). Pomimo obecności drożnych otworów irydotomijnych w 45 oczach spośród 84 (60,8%) nadal występował kontakt obwodowej tęczówki z powierzchnią beleczkowania

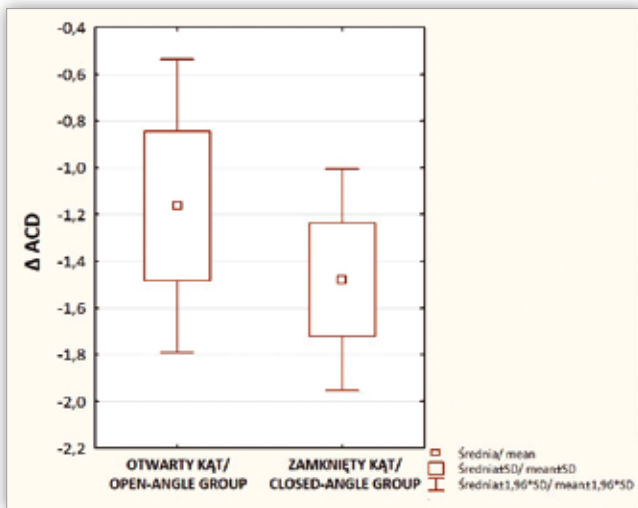
na obszarze przekraczającym 180° . Zgodnie z obowiązującą definicją PZK pozwoliło to przypisać je do grupy zamkniętego kąta.

Obwodowe zrosty przednie występowały istotnie częściej w oczach z grupy z rozpoznaną JPZK niż w oczach z PZK ($p < 0,05$). To może wskazywać na dłuższy okres trwania



Ryc. 3. Wskaźnik ITC: a. przed operacją zaćmy – kontakt tęczówkowo-trabekularny obecny na 324° (iITC = 90%), b. po usunięciu zaćmy w tym samym oku – nadal kąt zamknięty na 200° (iITC = 56%).

Fig. 3. ITC index: a. before cataract surgery – irido-corneal contact on 324° (iITC = 90%), b. after cataract surgery – ITC still on 200° (iITC = 56%).



Ryc. 4. Pogłębienie komory przedniej (Δ ACD) (mm) – porównanie wyników uzyskanych w oczach z otwartym i zamkniętym kątem przesączania.

Fig. 4. Anterior chamber deepening (Δ ACD) (mm) – comparison between open- and closed-angle eyes.

zamknięcia kąta i utrudnienia odpływu cieczy wodnistej skutkującego rozwojem neuropatii.

Analiza wyników pomiarów dokonanych przed operacją wykazała, że oczy z zamkniętym kątem przesączania miały znacznie krótszy wymiar przednio-tylny gałki ($p < 0,0001$) oraz mniejszą głębokość ($p < 0,0001$) i szerokość komory przedniej ($p < 0,05$) (tab. II). To potwierdza dotychczasowe obserwacje innych autorów (1, 27), że wąski lub zamknięty kąt przesączania częściej jest związany z mniejszą gałką oczną. Nie stwierdzono, aby w badanych grupach parametry określające grubość soczewki istotnie się różniły ($p > 0,05$), w przeciwieństwie do wyraźnej różnicy wartości LV ($p < 0,0001$) wskazującej na większe wypuklenie przedniej części soczewki w obręb komory przedniej w oczach z pierwotnie zamkniętym kątem.

Analiza wartości parametrów AOD, TISA i TIA w punkcie oddalonym o $500 \mu\text{m}$ od ostrogi pokazała, że przed operacją zaćmy w oczach z zamkniętym kątem przesączania były one znacząco mniejsze niż w oczach z grupy z otwartym kątem ($p < 0,001$) (tab. III). Średnia wartość AOD500 w oczach z grupy PZK wynosiła mniej niż $0,160 \text{ mm}$, TIA zaś mniej niż 10° . Tym samym wynik opisywanego w tej pracy badania jest zgodny z wynikami obserwacji Radhakrishnan i wsp., potwierdzającymi, że w anatomicznie wąskich kątach przesączania wartości AOD500 nie przekraczają $0,190 \text{ mm}$ (28).

Wyniki opisywanego w tej pracy badania są spójne z wynikami prezentowanymi w dotychczas opublikowanych doniesieniach i dowodzą, że operacja usunięcia soczewki prowadzi do istotnego poszerzenia kąta tęczęwkowo-rogówkowego (17–22). Po operacji zaćmy wartości wszystkich parametrów kąta przesączania istotnie się zwiększyły w oczach z obu analizowanych grup ($p < 0,001$) i we wszystkich kwadrantach. W grupie oczu z zamkniętym kątem przesączania jednak wyniki pozostawały znacząco niższe od wyników w grupie oczu z kątem otwartym ($p < 0,001$) – średnio o około 30%. Podobny wynik uzyskali Huang i wsp. (17).

Porównanie wartości Δ (zmiany wartości parametru, która nastąpiła na skutek operacji) w oczach z grup z kątem przesączania

otwartym i zamkniętym wykazało brak istotnej statystycznie różnicy między nimi (przykładowo: Δ AOD500 w lokalizacji skroniowej wynosiła odpowiednio: $0,237 \pm 0,133 \text{ mm}$ vs. $0,217 \pm 0,111 \text{ mm}$, $p = 0,241$, tab. III). Jedynie zmiana szerokości kąta przesączania mierzona parametrem TIA w kwadrancie nosowym wykazała większe poszerzenie kąta w grupie oczu z początkowo zamkniętym kątem ($p < 0,05$), to jednak nie miało odzwierciedlenia w pozostałych parametrach w tej lokalizacji. Wyniki naszego badania zatem nie potwierdzają wniosków Huang i wsp. (17) oraz Konopińskiej i wsp. (29), że po usunięciu soczewki kąt przesączania ulega większemu poszerzeniu w oczach leczonych z powodu JPZK niż JPZK. Rozbieżności w poczynionych obserwacjach mogą być spowodowane tym, że cytowani badacze formułowali wnioski na temat poszerzenia kąta na podstawie pojedynczego parametru (odpowiednio AOD500 i ACA ocenianego w UBM) mierzonego tylko w jednej (nosowej) lokalizacji. W badaniu Konopińskiej wyniki pomiarów kąta przesączania w oczach z „jaskrą wąskiego kąta” zarówno przed operacją zaćmy, jak i po niej były dużo wyższe (odpowiednio $24,38^\circ$ i ponad 40°) niż w oczach przez nas badanych – średnio 10° przed operacją i 30° w oczach pseudosoczewkowych. W analizowanym przez nas materiale – podobnie jak w przytaczanych w tej pracy badaniach – w kwadrancie nosowym wykazano statystycznie większą wartość Δ TIA w oczach z zamkniętym kątem przesączania niż w oczach z kątem otwartym ($p < 0,05$). Nie jest to jednak – jak wskazały pozostałe parametry – wystarczające do sformułowania jednoznacznych wniosków na temat całego oka.

Wyniki podobne do wyników naszego badania uzyskali Huang i wsp., którzy wykazali, że po operacji zaćmy wartości AOD500 w oczach z JPZK były istotnie mniejsze niż w oczach z JPZK (17). Niemniej jednak w ich badaniu różnica wartości tego parametru (Δ) względem wartości z badania wykonanego przed operacją była większa w oczach z kątem przesączania wyjściowo zamkniętym. Huang i wsp. jednak nie precyzują, w jaki sposób była wyliczana różnica między wartościami z obu pomiarów – czy na podstawie indywidualnych różnic dla każdego oka (jak przyjęto w naszym badaniu), czy wartości średnich dla całej grupy.

Analizę „otwarcia” pierwotnie zamkniętego kąta w każdym oku przeprowadzono na dwa sposoby.

Po pierwsze, sprawdzano, czy nastąpiło „otwarcie” – rozumiane jako brak kontaktu tęczęwkowo-trabekularnego – w poszczególnych kwadrantach oka (tj. na godzinach 12.00, 3.00, 6.00 i 9.00). W oczach z grupy zamkniętego kąta ITC przed operacją stwierdzono średnio w 2,6 spośród 4 wybranych lokalizacji dla każdego oka, w tym w 24 oczach (28,6%) we wszystkich czterech kwadrantach. ITC znacznie częściej obserwowano w kwadrantach pionowych niż poziomych. Po operacji „otwarcie” kąta nastąpiło w większości początkowo „zamkniętych” lokalizacji: najwięcej w skroniowej (89,5%), najmniej w górnej (73,0%), i tam częściej niż w innym kwadrancie kontakt tęczęwkowo-trabekularny utrzymywał się (20,23% przypadków).

Powyżej przytoczona analiza dotyczyła oceny kąta przesączania w wyznaczonych czterech punktach. Taki sposób oceny, często ograniczony do tylko jednej lokalizacji, jest w piśmiennictwie prezentowany najczęściej. Jak wspomniano powyżej, ze zgromadzonych danych wynika, że wnioskowanie na temat zmian konfiguracji kąta tęczęwkowo-rogówkowego w całym

oku na podstawie obserwacji w jednym kwadrancie wydaje się uproszczeniem i może być obciążone dużym błędem. Dlatego w przeprowadzonym przez nas badaniu dodatkowo dokonano sumarycznej oceny obszaru zamknięcia kąta przesączania na pełnym obwodzie, dzięki unikatowej funkcji aparatu swept-source OCT CASIA – wskaźnika kontaktu tęczykowo-trabekularnego (iITC). Pozwala on spojrzeć na zagadnienie zamknięcia kąta przesączania z innej perspektywy: prześledzić, jaka część całego obwodu komory przedniej oka pozostawała niedostępna dla odpływu cieczy wodnistej przed operacją, i jak to się zmieniło po usunięciu soczewki.

Przed operacją zaćmy wartości wskaźnika iITC w oczach z grupy otwartego kąta przesączania były istotnie niższe niż w oczach z grupy kąta zamkniętego ($p < 0,001$), ponieważ jedynie w 10 oczach (7,87%) z całej grupy stwierdzono jakiegokolwiek kontakt obwodowej tęczyvky z powierzchnią *trabeculum*. W tych pojedynczych przypadkach wartość iITC zmniejszyła się z 32,94% przed operacją do 0,0% po operacji ($p < 0,001$) (tab. IV).

We wszystkich oczach z grupy zamkniętego kąta przed operacją zaćmy ITC stwierdzono na więcej niż połowie obwodu. Średnia wartość iITC w grupie oczu z rozpoznaną jaskrą była większa niż w grupie oczu z PZK bez neuropatii (odpowiednio $78,24 \pm 14,97\%$ vs. $64,98 \pm 14,84\%$), różnica między podgrupami jednak okazała się nieistotna statystycznie ($p > 0,05$). W oczach z obu głównych grup po usunięciu soczewki wskaźnik iITC istotnie się zmniejszył ($p < 0,001$). Nadal jednak w oczach z JPZK średnio $19,67 \pm 26,96\%$ (maksymalnie 96%) oraz w oczach z grupy PZK $4,52 \pm 13,19\%$ (maksymalnie 68%) obwodu pozostawało niedostępne dla odpływu cieczy wodnistej (ryc. 3).

Zastosowanie parametru iITC nie zostało dotychczas obszernie opisane, dlatego odniesienie wyników tego badania do wyników uzyskanych przez innych badaczy nie jest możliwe. Jedynie Tun i wsp. porównywali zakres otwarcia kąta przesączania po operacji fakoemulsyfikacji zaćmy z zakresem po jej wykonaniu w połączeniu z goniosynechiolizą – wykorzystali do tego indeks ITC przekształcony na pole powierzchni zamknięcia kąta przesączania na całym obwodzie (ITC area). Stwierdzili oni, podobnie jak my, istotną różnicę w tych parametrach w porównaniu do stanu wyjściowego, większy obszar otwarcia kąta przesączania jednak uzyskali wskutek połączenia fakoemulsyfikacji z goniosynechiolizą niż wskutek samej fakoemulsyfikacji (30).

Jeden z najczęściej wymienianych czynników ryzyka PZK, którym jest spłycona komora przednia (17, 21, 29), został potwierdzony w badanej populacji: była ona znacząco płytsza w oczach z zamkniętym kątem przesączania niż w oczach z kątem otwartym ($1,89 \pm 0,27$ vs. $2,43 \pm 0,4$ mm, $p < 0,0001$). Po operacji usunięcia soczewki nastąpiło pogłębienie komory przedniej. Ten efekt był statystycznie istotny ($p < 0,001$) zarówno w oczach z początkowo zamkniętym (o $1,49 \pm 0,24$ mm), jak i otwartym (o $1,16 \pm 0,32$ mm) kątem przesączania. Zmiana głębokości komory przedniej (Δ ACD) w oczach z zamkniętym kątem przesączania była średnio o 0,32 mm (0,24–0,39 mm, 95% przedział ufności, $p < 0,001$) większa niż w oczach z kątem otwartym (ryc. 4.). Pomimo tego komora przednia pozostała znacząco płytsza w oczach z całej grupy PZK ($3,375 \pm 0,213$ mm vs. $3,596 \pm 0,215$ mm, $p < 0,001$). To pozostaje w zgodzie z obserwacjami innych badaczy cytowanych wcześniej w tej pracy (17, 21).

Wnioski

Operacja usunięcia zaćmy prowadzi do otwarcia kąta tęczykowo-rogowkowego i jego poszerzenia. Ulega on poszerzeniu w porównywalnym stopniu – podobnie w oczach z kątem przesączania pierwotnie otwartym i zamkniętym, dlatego po operacji pozostaje znacząco węższy w przypadkach pierwotnego zamknięcia. Wyniki naszych badań wskazują, że zamknięcie kąta przesączania tylko w pewnym stopniu jest uwarunkowane obecnością własnej soczewki. Pierwotne zamknięcie kąta jest skutkiem specyficznej anatomicznej budowy przedniego odcinka oka i zależy m.in. od czynników takich jak poziom przyczepu nasady tęczyvky do powierzchni ciała rzęskowego oraz jego budowa, na które nakładają się postępujące wraz z wiekiem zwiększenie grubości soczewki i zmiana jej położenia. Niemniej jednak usunięcie własnej soczewki i jej wymiana na cienki implant w zdecydowanej większości przypadków eliminują ryzyko gwałtownego lub przewlekłego zamykania się kąta przesączania i związanych z tym powikłań, dlatego operacja zaćmy jest zabiegiem rekomendowanym w przypadkach, w których z zaćmą współistnieją PZK lub JPZK.

Wykorzystanie wskaźnika ITC sprzyja poszerzaniu wiedzy na temat stanu kąta przesączania i uzupełnianiu jej o obiektywną informację dotyczącą obszaru (rozległości) jego zamknięcia w danym oku. Jest pomocne w procesie wykrywania zagrażającego pierwotnego zamknięcia kąta przesączania lub już obecnego, kwalifikowania do leczenia (irydotomii Nd: YAG lub usunięcia soczewki) i monitorowania zmian zachodzących w czasie.

Efekty pogłębienia się komory przedniej oka po operacji fakoemulsyfikacji zaćmy są różne w zależności od tego, czy kąt przesączania był wyjściowo otwarty, czy zamknięty. Lepszy efekt uzyskujemy w oczach, w których przed operacją stwierdza się pierwotne zamknięcie kąta.

Piśmiennictwo:

- Congdon NG, Youlin Q, Quigley H, Hung PT, Wang TH, Ho TC, et al.: *Biometry and primary angle-closure glaucoma among Chinese, white, and black populations*. Ophthalmology. 1997 Sep;104(9): 1489–1495.
- Devereux JG, Foster PJ, Baasanh J, Uranchimeg D, Lee PS, Erdenbeleg T, et al.: *Anterior chamber depth measurement as a screening tool for primary angle-closure glaucoma in an East Asian population*. Arch Ophthalmol. 2000 Feb; 118(2): 257–263.
- Marchini G, Pagliarusco A, Toscano A, Tosi R, Brunelli C, Bonomi L: *Ultrasound biomicroscopic and conventional ultrasonographic study of ocular dimensions in primary angle-closure glaucoma*. Ophthalmology. 1998 Nov; 105(11): 2091–2098.
- Ko YC, Liu CJ, Hsu WM, Cheng CY, Kuang TM, Chou P: *Determinants and characteristics of angle-closure disease in an elderly Chinese population*. Ophthalmic Epidemiol. 2015 Apr; 22(2): 109–115.
- Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA: *The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review*. JAMA. 2014 May 14; 311(18): 1901–1911.
- Wright C, Tawfik MA, Waisbourd M, Katz LJ: *Primary angle-closure glaucoma: an update*. Acta Ophthalmol. 2016 May; 94(3): 217–225.
- European Glaucoma Society: *Terminology and guidelines for glaucoma*. 3rd Edition 2008.

8. Weinreb RN, Friedman DS: *3rd Consensus Meeting: Angle Closure and Angle Closure Glaucoma*. 2006, ISBN-10: 90 6299 210 2.
9. Tarongoy P, Ho CL, Walton DS: *Angle-closure glaucoma: the role of the lens in the pathogenesis, prevention, and treatment*. *Surv Ophthalmol*. 2009 Mar-Apr; 54(2): 211–225.
10. Sng CC, Aquino MC, Liao J, Ang M, Zheng C, Loon SC, et al.: *Pretreatment anterior segment imaging during acute primary angle closure: insights into angle closure mechanisms in the acute phase*. *Ophthalmology*. 2014 Jan; 121(1): 119–125.
11. Ritch R: *The treatment of chronic angle-closure glaucoma*. *Ann Ophthalmol*. 1981; 13: 21–23.
12. Schwartz LW, Moster MR, Spaeth GL, Wilson RP, Poryzees E: *Neodymium-YAG laser iridectomies in glaucoma associated with closed or occludeable angles*. *Am J Ophthalmol*. 1986; 102: 41–44.
13. Cho HK, Ahn D, Kee C: *Evaluation of circumferential angle closure using iridotrabecular contact index after laser iridotomy by swept-source optical coherence tomography*. *Acta Ophthalmol*. 2016 Aug 13. doi: 10.1111/aos.13190
14. Trikha S, Perera SA, Husain R, Aung T: *The role of lens extraction in the current management of primary angle-closure glaucoma*. *Curr Opin Ophthalmol*. 2015 Mar; 26(2): 128–134.
15. Emanuel ME, Parrish RK 2nd, Gedde SJ: *Evidence-based management of primary angle closure glaucoma*. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014 Mar; 25(2): 89–92.
16. Traverso CE: *Clear-lens extraction as a treatment for primary angle closure*. *Lancet*. 2016 Oct 1; 388(10052): 1352–1354.
17. Huang G, Gonzalez E, Peng PH, Lee R, Leeungurasatien T, He M, et al.: *Anterior chamber depth, iridocorneal angle width, and intraocular pressure changes after phacoemulsification: narrow vs open iridocorneal angles* *Arch Ophthalmol*. 2011 Oct; 129(10): 1283–1290.
18. Nolan WP, See JL, Aung T, Friedman DS, Chan YH, Smith SD, et al.: *Changes in angle configuration after phacoemulsification measured by anterior segment optical coherence tomography*. *J Glaucoma*. 2008; 17: 455–459.
19. Latifi G, Moghimi S, Eslami Y, Fakhraie G, Zarei R, Lin S: *Effect of phacoemulsification on drainage angle status in angle closure eyes with or without extensive peripheral anterior synechiae*. *Eur J Ophthalmol*. 2013; 23:70–79.
20. Tai MC, Chien KH, Lu DW, Chen JT: *Angle changes before and after cataract surgery assessed by Fourier-domain anterior segment optical coherence tomography*. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36: 1758–1762.
21. Kim M, Park KH, Kim TW, Kim DM: *Changes in anterior chamber configuration after cataract surgery as measured by anterior segment optical coherence tomography*. *Korean J Ophthalmol*. 2011; 25: 77–83.
22. Memarzadeh F, Tang M, Li Y, Chopra V, Francis BA, Huang D: *Optical coherence tomography assessment of angle anatomy changes after cataract surgery*. *Am J Ophthalmol*. 2007; 144: 464–465.
23. Siak J, Quek D, Nongpiur ME, Ho SW, Htoon HM, Perera S, et al.: *Anterior Chamber Angle and Intraocular Pressure Changes After Phacoemulsification: A Comparison Between Eyes With Closed-angle and Open-angle Glaucoma*. *J Glaucoma*. 2016 Mar; 25(3): e259–264.
24. Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, Aung HT, Gao H, Kumar RS, et al.: *Comparison of gonioscopy and anterior segment ocular coherence tomography in detecting angle closure in different quadrants of the anterior chamber angle*. *Ophthalmology*. 2008 May; 115(5): 769–774.
25. Tay EL, Yong VK, Lim BA, Sia S, Wong EP, Yip LW: *Agreement of angle closure assessments between gonioscopy, anterior segment optical coherence tomography and spectral domain optical coherence tomography*. *Int J Ophthalmol*. 2015 Apr 18; 8(2): 342–346.
26. Marchini G, Chemello F, Berzaghi D, Zampieri A: *New findings in the diagnosis and treatment of primary angle-closure glaucoma*. *Prog Brain Res*. 2015; 221: 191–212.
27. Schuster AK, Pfeiffer N, Nickels S, Schulz A, Höhn R, Wild PS, et al.: *Distribution of Anterior Chamber Angle Width and Correlation With Age, Refraction, and Anterior Chamber Depth-The Gutenberg Health Study*. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016 Jul 1; 57(8): 3740–3746.
28. Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D, Westphal V, Dueker DK, Rollins AM, et al.: *Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles*. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 1053–1059.
29. Konopińska J, Napora KJ, Mariak Z: *Wpływ fakoemulsyfikacji zaćmy na parametry metryczne komory przedniej oraz ciśnienie wewnątrzgałkowe w oczach z jaskrą*. *Okulistyka*. 2010; 3(II): 72–76.
30. Tun TA, Baskaran M, Perera SA, Htoon HM, Aung T, Husain R: *Swept-source optical coherence tomography assessment of iris-trabecular contact after phacoemulsification with or without goniosynechialysis in eyes with primary angle closure glaucoma*. *Br J Ophthalmol*. 2015 Jul; 99(7): 927–931.

Praca wpłynęła do Redakcji 25.03.2017 r. (KO-00120-2017)
Zakwalifikowano do druku 10.04.2017 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):
dr n. med. Anna K. Kurowska
Katedra i Klinika Okulistyki II WL WUM
SPKSO
ul. Sierakowskiego 13, 03-709 Warszawa
e-mail: anna.kkurowska@gmail.com