



Goniotomia *ab interno* z zastosowaniem Kahook Dual Blade w 6-miesięcznej obserwacji

Anna Majer^{1,2}, Magdalena Kaszuba-Modrzejewska^{1,2}, Marzena Petrus¹, Bartłomiej Kałużny^{1,2}

¹Klinika Okulistyki i Optometrii, Katedra Chorób Oczu, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

²Klinika Okulistyczna Oftalmika w Bydgoszczy

STRESZCZENIE

Cel pracy: Ocena goniotomii *ab interno* z zastosowaniem ostrza Kahook Dual Blade, wykonywanej jednocześnie z fakoemulsyfikacją zaćmy u pacjentów z jaskrą otwartego kąta w 6-miesięcznej obserwacji.

Materiał i metody: Do badania włączono 75 oczu z wczesną i średnio zaawansowaną jaskrą pierwotną otwartego kąta, u których fakoemulsyfikację zaćmy rozszerzono o goniotomię *ab interno* z zastosowaniem ostrza Kahook Dual Blade (New World Medical, USA). Średnia wieku pacjentów wynosiła 68,4 ± 8,9 roku. Analizowano średnie wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego przed i po zabiegu, liczbę stosowanych leków przeciwjaskrowych, powikłania oraz konieczność wykonania dodatkowych procedur w ciągu 6 miesięcy po zabiegu.

Wyniki: Przed zabiegiem średnie ciśnienie wewnątrzgałkowe wynosiło 21,9 ± 3,9 mm Hg, a liczba stosowanych leków przeciwjaskrowych 2,2 ± 1,2. W obserwacji co 6 miesięcy uzyskano obni-

żenie ciśnienia wewnątrzgałkowego o 17,53% oraz zmniejszenie liczby stosowanych miejscowo leków przeciwjaskrowych o 60% ($p < 0,001$). U wszystkich pacjentów wystąpiło niewielkie śródoperacyjne krwawienie do komory przedniej, a w 38% przypadków obserwowano rozproszone krwinki lub skrzep w pierwszych dobach po operacji. W 30,6% oczu w pierwszej dobie odnotowano wzrost ciśnienia powyżej 25 mm Hg. W jednym przypadku nie uzyskano stabilizacji ciśnienia wewnątrzgałkowego i wykonano dodatkowo cyklodestrukcyjną laserową.

Wnioski: Goniotomia *ab interno* wykonywana jednocześnie z fakoemulsyfikacją zaćmy pozwala na istotne obniżenie wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego oraz redukcję liczby stosowanych leków przeciwjaskrowych. Zabieg charakteryzuje się dobrym profilem bezpieczeństwa i nie wiąże się z koniecznością intensywnego nadzoru pooperacyjnego.

SŁOWA KLUCZOWE: goniotomia *ab interno*, MIGS, Kahook Dual Blade, małoinwazyjna chirurgia jaskry.

WSTĘP

Okulista prowadzący pacjenta z jaskrą ma do wyboru kilka metod terapeutycznych: farmakoterapię, terapię laserową oraz leczenie chirurgiczne. Stosowanie kropli przeciwjaskrowych, nierzadko częściej niż raz dziennie, wiąże się z koniecznością ścisłego przestrzegania zaleceń oraz systematyczności, przy czym w wielu przypadkach występują miejscowe i ogólne efekty uboczne leków. Selektywna trabekuloplastyka laserowa (*selective laser trabeculoplasty* – SLT) wykazuje podobną skuteczność w obniżaniu ciśnienia wewnątrzgałkowego (*intraocular pressure* – IOP) do farmakoterapii z zastosowaniem pojedynczego leku [1]. Jej niewątpliwą zaletą jest brak zależności efektu terapii od stosowania się pacjenta do zaleceń. Ma ona również dobry profil bezpieczeństwa. Efekt zabiegu nie występuje jednak u wszystkich pacjentów i z czasem słabnie [1]. Cyklodestrukcyjna laserowa cechuje się większą skutecznością [2], ale ryzyko powikłań jest większe niż w przypadku SLT [3].

Klasyczne zabiegi przeciwjaskrowe, takie jak trabekulektomia i implanty drenujące, pomimo dużej skuteczności wiążą się ze znacznym ryzykiem wystąpienia powikłań [4, 5], a także z koniecznością intensywnego kontrolowania pacjenta w okresie pooperacyjnym. Dlatego w ostatnich latach coraz większym zainteresowaniem cieszy się tzw. mikroinwazyjna chirurgia jaskry (*microinvasive glaucoma surgery* – MIGS) [6]. Zabiegi tego typu są idealnym rozwiązaniem dla pacjentów z wczesną lub średnio zaawansowaną jaskrą otwartego kąta, którzy nie wymagają intensywnego i agresywnego leczenia [4]. Zaliczane do tej grupy procedury chirurgiczne wykonywane są z dościa od wewnątrz przez przejrzystą część rogówki (*ab interno*). Cechują się wysokim profilem bezpieczeństwa oraz krótkim okresem gojenia. W przeciwieństwie do zabiegów klasycznych nie wymagają intensywnej kontroli pacjenta w okresie pooperacyjnym. Spojówka pozostaje zaoszczędzona, co nie ogranicza możliwości przeprowadzenia innych zabiegów w przyszło-

AUTOR DO KORESPONDENCJI

lek. Magdalena Kaszuba-Modrzejewska, Klinika Okulistyki i Optometrii, Katedra Chorób Oczu, Collegium Medicum, Ujejskiego 75, 85-094 Bydgoszcz, e-mail: kaszuba.magdalena@interia.pl

ści [7]. Decyzję o kwalifikacji pacjenta do tego typu zabiegu można podjąć na wcześniejszym etapie rozwoju uszkodzenia jaskrowego niż w przypadku klasycznych zabiegów przeciwwaskrowych. Techniki małoinwazyjne można podzielić na zwiększające odpływ: przez beleczkowanie, nadnaczyńkowe, podspojówkowe, oraz zmniejszające produkcję. Mogą być one przeprowadzone jako izolowana procedura lub w połączeniu z operacją zaćmy [6]. Skuteczność zabiegów z grupy MIGS w założeniu powinna być porównywalna z klasycznymi zabiegami lub niższa, ale z mniejszą liczbą potencjalnych powikłań.

Uważa się, że ciecz wodnista odpływa z gałki ocznej dwoma drogami: konwencjonalną – przez beleczkowanie do kanału Schlemma i dalej żyłami wodnymi do żył nadtwardówki, oraz niekonwencjonalną – naczyniówkowo-twardówkową. Drugą drogą odpływa nawet do 45% cieczy wodnistej u osób młodych. Z wiekiem jej znaczenie się zmniejsza, zwłaszcza u pacjentów z jaskrą [8]. Również z wiekiem z powodu zmian w obrębie siateczki beleczkowania zwiększa się opór przepływu, szczególnie u osób z jaskrą [8, 9]. Dlatego zasadne wydaje się przeprowadzanie zabiegów mających na celu zmniejszenie oporu na poziomie beleczkowania w przypadku jaskry pierwotnej otwartego kąta (JPOK), jak również barwnikowej czy pseudoeksfoliacyjnej.

W 2015 r. Agencja Żywności i Leków (*Food and Drug Administration* – FDA) zatwierdziła jednorazowe ostrze Kahook Dual Blade – KDB (New World Medical) do zastosowania w małoinwazyjnej chirurgii jaskry. Zasadą jego działania jest zmniejszenie oporu odpływu cieczy wodnistej na poziomie beleczkowania. Narzędzie ma zagiętą, ostro zakończoną końcówkę zaopatrzoną w dwa boczne ostrza (rycina 1).

Podczas nacinania beleczkowania konstrukcja ta pozwala na precyzyjne rozpoczęcie i prowadzenie cięcia wzdłuż kanału Schlemma. Wycinana tkanka jest unoszona na odpowiednio wyprofilowanej rampie i odsuwana z pierwotnej pozycji, by po zakończeniu procedury mogła zostać usunięta z oka. W ten sposób precyzyjne wycięcie tkanki beleczkowania prowadzi do wytworzenia bezpośredniego połączenia komory przedniej z kanałem Schlemma i dalej z żyłami wodnymi [10, 11]. Dzięki temu zabieg powoduje zwiększenie odpływu cieczy wodnistej drogą konwencjonalną. Na podstawie dotychczasowych obserwacji po zabiegu można oczekiwać obniżenia IOP na podobnym poziomie jak po zastosowaniu jednego leku przeciwwaskrowego, umożliwia on również zmniejszenie liczby stosowanych miejscowo leków [11].



Rycina 1. Ostrze Kahook Dual Blade

CEL PRACY

Celem pracy jest ocena wyników uzyskiwanych za pomocą goniotomii *ab interno* z zastosowaniem ostrza KDB, wykonywanej jednocześnie z fakoemulsyfikacją zaćmy u pacjentów z wczesną i średnio zaawansowaną jaskrą otwartego kąta w 6-miesięcznej obserwacji. Analizie poddano również profil bezpieczeństwa zabiegów oraz konieczność wykonania dodatkowych procedur.

MATERIAŁ I METODY

Do badania retrospektywnego włączono pacjentów (75 oczu) z rozpoznaną zaćmą oraz JPOK, którzy nie wymagali agresywnego leczenia przeciwwaskrowego. Średnia wieku wyniosła $68,4 \pm 8,9$ roku. Kobiety stanowiły 56% grupy badanej, a mężczyźni 44%. Kryteria włączenia obejmowały pacjentów w wieku powyżej 18 lat, z wczesną i średnio zaawansowaną JPOK współistniejącą z zaćmą starczą, u których stosowana farmakoterapia była niewystarczająca i/lub źle tolerowana. Rozpoznanie jaskry potwierdzano na podstawie charakterystycznych zmian w badaniu pola widzenia oraz odchylenia w grubości warstwy włókien nerwowych (*retinal nerve fiber layer* – RNFL). Do badania nie byli włączani pacjenci z innym niż JPOK typem jaskry, m.in. z jaskrą barwnikową i zespołem rzekomego złuszczenia, zaawansowanymi zmianami w polu widzenia [MD (wartość bezwzględna) > -12 dB, liczba punktów, dla których $p < 5\%$, większa niż 37, liczba punktów, dla których $p < 1\%$, większa niż 20, absolutne uszkodzenie w centralnych 5° pola widzenia oraz obecność punktów o czułości < 15 dB w centralnych 5° pola widzenia w obu jego połówkach], pacjenci po trabekuloplastyce laserowej i innych zabiegach przeciwwaskrowych, niestawiający się na kontrole pooperacyjne oraz osoby z zaawansowanymi chorobami ogólnoustrojowymi.

U wszystkich pacjentów wykonano jednoczesną fakoemulsyfikację zaćmy z dotorebkowym wszczepem sztucznej soczewki i goniotomią *ab interno* z zastosowaniem ostrza Kahook Dual Blade (New World Medical, USA). Wskazaniem do poszerzenia fakoemulsyfikacji zaćmy była potrzeba obniżenia IOP lub konieczność redukcji liczby stosowanych leków przeciwwaskrowych z uwagi na ich nietolerancję. Zabiegi przeprowadził ten sam chirurg. Pacjentów kontrolowano w pierwszej dobie po zabiegu, po 5–7 dniach oraz po 1, 3 i 6 miesiącach. Ciśnienie wewnątrzgałkowe mierzono tonometrem aplanacyjnym Goldmana.

Operacje wykonywano w znieczuleniu kroplkowym połączonym z dokomorowym podaniem 1% lignokainy. Goniotomia była przeprowadzana po implantacji soczewki wewnątrzgałkowej do torebki soczewki. Otwarcie kanału Schlemma za pomocą jednorazowego ostrza KDB wykonywane było na $100\text{--}120^\circ$. Do uwidocznienia kąta przesączania wykorzystano gonioskop bezpośredni (Volk Surgical ACS Gonio Lens). U części pacjentów niezbędne było podanie miostatku do komory przedniej w celu obkurczenia źrenicy i odciągnięcia tęczówki od kąta przesączania. Komorę przednią wypełniano wiskoelastykiem – 2% metylocelulozą. Mikroskop operacyjny odchylano o ok. 45° , a głowę pacjenta

rotowano o ok. 40° w kierunku przeciwnym do operowanego oka. Ostrze KDB wprowadzano przez port boczny o szerokości 1,4–1,6 mm (rycina 2).

Nacięcie kąta przesączania wzdłuż kanału Schlemma wykonywano na 100–120° w dwóch etapach. Pierwsze cięcie, z początkiem w kwadrancie dolnym, przeprowadzano od dołu ku górze. Następnie rotowano nóż o 180°. Drugie cięcie rozpoczynano w kwadrancie górnym, w pewnej odległości od zakończenia cięcia pierwszego, i prowadzono je w dół do momentu połączenia obu nacięć i uzyskania paska tkanki wyciętego beleczkowania. W ten sposób uwidaczniano tylną ścianę kanału Schlemma. Wyciętą część beleczkowania usuwano z komory przedniej. Po ustąpieniu krwawienia z miejsca nacięcia wypłukiwano wiskoelastyk z komory przedniej. Na rycinie 3 przedstawiono wygląd gonioskopowy okolicy kąta przesączania po operacji.

Pacjenta kontrolowano w pierwszej dobie po operacji. Do tego momentu nie stosował żadnych leków do operowanego oka. W przypadku osób z dobrą kontrolą IOP przed zabiegiem i prawidłowym IOP w badaniu kontrolnym zdecydowano o redukcji liczby stosowanych leków przeciwjaskrowych. U pacjentów z podwyższonym ciśnieniem w pierwszej dobie doraźnie obniżano IOP i nie zmieniano liczby leków. Pozostałe zalecenia pooperacyjne obejmowały typową po zabiegu zaćmy miejscową terapię antybiotykową, steroidową oraz niesteroidowe leki przeciwzapalne. Podczas kolejnych kontroli na podstawie wartości IOP zdecydowano o dalszej modyfikacji farmakologicznej terapii przeciwjaskrowej.

Punkty końcowe badania zakładały uzyskanie IOP ≤ 18 mm Hg lub obniżenie IOP o co najmniej 20%, a także zmniejszenie liczby stosowanych leków przeciwjaskrowych co najmniej o jeden. Oceniano ciśnienie wewnątrzgałkowe, liczbę stosowanych leków przeciwjaskrowych oraz obecność ewentualnych powikłań zabiegu. Ponieważ badanie miało charakter obserwacyjny, retrospektywny, nie zaplanowano przedoperacyjnego odstawienia leków przeciwjaskrowych w celu ich wypłukania z organizmu. Nie przewidziano również grupy kontrolnej. Stopień redukcji IOP i liczbę leków po operacji łączonej porównano z wartościami przed zabiegiem i zestawiono z danymi literaturowymi dotyczącymi redukcji IOP po samej fakoemulsyfikacji zaćmy.

Badanie zgodności rozkładu wartości z rozkładem normalnym testowano z wykorzystaniem testu normalności Shapiro-Wilka, a ich statystykę opisową przedstawiono w postaci średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych (\pm SD). Do oceny znamienności różnic między grupami wykorzystano test *t*-Studenta dla zmiennych z rozkładem normalnym lub *U* Manna-Whitneya dla zmiennych nieparametrycznych. Za próg prawdopodobieństwa przyjęto wartość 0,05 ($p \leq 0,05$).

WYNIKI

Zmiana ciśnienia wewnątrzgałkowego

Średnie IOP przed zabiegiem wynosiło $21,9 \pm 3,9$ mm Hg. Statystycznie istotną redukcję IOP obserwowano już w pierwszej dobie po operacji. Efekt ten utrzymywał się w kolejnych kontrolach. Wszystkie różnice są wysoce istotne statystycz-



Rycina 2. Zdjęcie śródoperacyjne. W komorze przedniej widoczna końcówka Kahook Dual Blade. Umieszczony na gałce ocznej gonioskop umożliwia uwidocznienie kąta przesączania



Rycina 3. Widok kąta przesączania po przeprowadzonym zabiegu. W górnej części zdjęcia widoczne miejsce po nacięciu beleczkowania, w dolnej części niezmieniony kąt

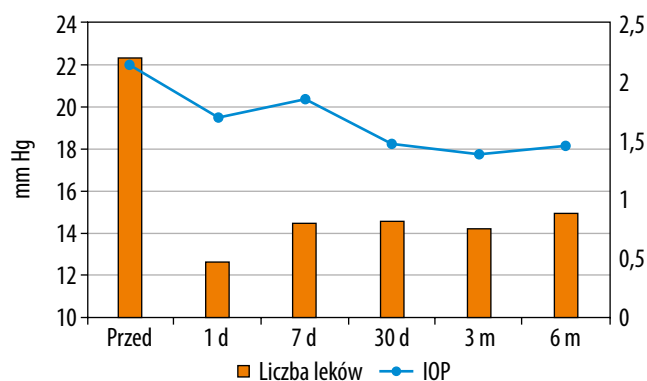
nie w stosunku do badania przedoperacyjnego ($p < 0,001$). W tabeli I przedstawiono zmiany średniego IOP w okresie do 6 miesięcy. Średnie IOP zostało obniżone o 17,53% w stosunku do wartości wyjściowej. Założoną redukcję ciśnienia wewnątrzgałkowego o 20% uzyskano u 38% pacjentów. Obniżenie IOP poniżej 18 mm Hg stwierdzono u 58% pacjentów.

Zmiana liczby stosowanych leków

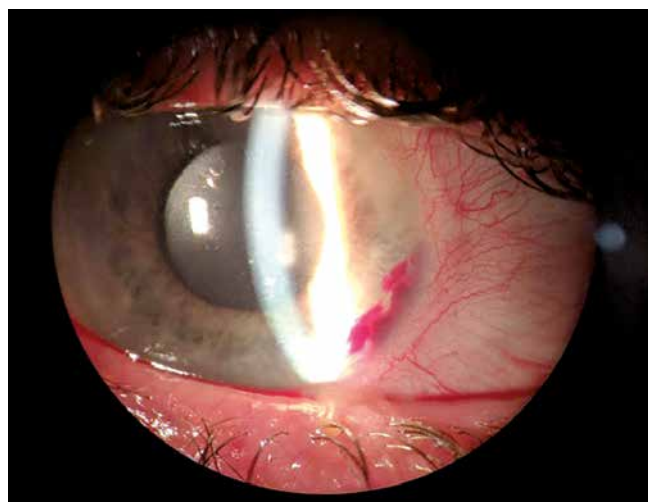
Średnia liczba stosowanych leków przed zabiegiem wynosiła $2,2 \pm 1,1$ (tabela I). Po 6 miesiącach od zabiegu zmniejszyła się do $0,88 \pm 1,0$, co oznacza redukcję o 60% ($p < 0,001$). Na rycinie 4 przedstawiono wykresy zmian analizowanych parametrów w czasie. W 82% oczu liczba leków przeciwjaskrowych została zredukowana co najmniej o jeden. W grupie pacjentów, u których redukcja IOP nie była większa niż 20%, liczbę leków zmniejszono średnio o $1,73 \pm 0,71$.

Tabela I. Średnie wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego (IOP) oraz średnia liczba stosowanych leków przeciwwjaskrowych w okresie 6-miesięcznej obserwacji

	Przed operacją	Pierwsza doba po operacji	Pierwszy tydzień po operacji	Pierwszy miesiąc po operacji	Trzy miesiące po operacji	Sześć miesięcy po operacji
Średnie wartości IOP \pm SD (mm Hg)	21,90 \pm 3,9	19,53 \pm 3,7	20,38 \pm 5,7	18,25 \pm 3,7	17,76 \pm 2,8	18,14 \pm 3,2
Średnia liczba leków przeciwwjaskrowych	2,2 \pm 1,1	0,47 \pm 0,7	0,8 \pm 0,9	0,82 \pm 0,9	0,76 \pm 0,9	0,88 \pm 1,0



Rycina 4. Zmiany średniej wartości ciśnienia wewnątrzgałkowego (IOP) oraz średniej liczby stosowanych leków przeciwwjaskrowych w okresie 6-miesięcznej obserwacji



Rycina 5. Skrzep krwi w komorze przedniej zaobserwowany u jednego z pacjentów w pierwszej dobie po operacji

Profil bezpieczeństwa

W pierwszej dobie w 11 oczach (14,6%) odnotowano zwykłą ciśnień między 25 a 34 mm Hg, w 12 oczach (16,0%) powyżej 35 mm Hg. U wszystkich pacjentów wystąpiło niewielkie śródoperacyjne krwawienie z miejsca otwarcia kanału Schlemma. W pierwszej dobie po zabiegu w 5 oczach (6,6%) obserwowano rozproszone krwinki w komorze przedniej, a u 8 (10,7%) pacjentów niewielki skrzep krwi (rycina 5). W jednym oku (1,3%) nie udało się ustabilizować IOP mimo włączenia dodatkowo farmakoterapii – wykonano cyklodestrukcyjną laserową.

DYSKUSJA

Wpływ fakoemulsyfikacji zaćmy na wysokość IOP analizowano w licznych badaniach. U osób zdrowych po operacji

zaćmy uzyskiwano obniżenie IOP średnio o 1,0–4,0 mm Hg [12–14], w pojedynczych badaniach efekt był nieznacznie lepszy [15]. Wykazano, że stopień obniżenia IOP jest proporcjonalny do wartości sprzed zabiegu [13, 15, 16]. Różna średnia wyjściowa wysokość IOP jest prawdopodobnie jedną z przyczyn niewielkich rozbieżności pomiędzy badaniami. W przypadku pacjentów z JPOK podobne analizy efektu długoterminowego wskazywały nieco odmienną redukcję IOP: o 1,15 \pm 3 mm Hg (6,8 \pm 18,1%) po roku od zabiegu [17], o 1,0 \pm 5,5 [12] lub o 13% [18]. W dużej metaanalizie odnotowano, że średnia redukcja IOP po 6, 12, 24 i 36 miesiącach od zabiegu wynosi odpowiednio 12%, 14%, 15% i 9% w stosunku do wartości wyjściowych [14]. Podobnie jak w przypadku osób zdrowych, u pacjentów z JPOK zmniejszenie IOP było tym większe, im wyższe było ciśnienie przed operacją. Wykazano również, że w przypadku JPOK im płytsza komora przednia i węższy kąt przesaczenia, tym efekt hipotensyjny zabiegu jest większy [19].

We wspomnianej wyżej metaanalizie wykazano redukcję liczby stosowanych leków przeciwwjaskrowych średnio o 0,66 po 6 miesiącach od fakoemulsyfikacji zaćmy oraz o 0,58, 0,53 i 0,38 odpowiednio po roku, dwóch i trzech latach. Wydaje się, że efekt polegający na zmniejszeniu użycia leków przeciwwjaskrowych słabnie z czasem [20]. W ostatnio opublikowanym artykule zmniejszenie liczby stosowanych leków udało się uzyskać u 17,1% pacjentów, u 7,2% konieczne było dołączenie leków przeciwwjaskrowych, a u 75,7% osób z JPOK liczba leków się nie zmieniła [17]. Ograniczenie zależności od leków przeciwwjaskrowych zmniejsza ich niekorzystne działanie na powierzchnię oka [14], co przyczynia się do zwiększenia komfortu pacjenta i prawdopodobnie poprawia współpracę.

W niniejszym badaniu uzyskano obniżenie IOP średnio o 17,53%. W obserwacji 6-miesięcznej u 38% pacjentów redukcja IOP wyniosła powyżej 20%, natomiast u 52% IOP wynosiło poniżej 18 mm Hg. Relatywnie małe zmniejszenie IOP w badanej kohorcie można wiązać z faktem, że przed operacją IOP było dobrze kontrolowane za pomocą kropli. Wartości te są jednak znacząco wyższe w porównaniu z wartościami po samej operacji zaćmy, zwłaszcza gdy weźmie się pod uwagę zmniejszenie liczby stosowanych leków przeciwwjaskrowych co najmniej o jeden u 82% pacjentów, a średnio o 60%. Ponadto w analizie wykazano, że w grupie pacjentów, u których nie udało się obniżyć IOP o więcej niż 20%, zmniejszenie liczby stosowanych leków średnio było większe niż u pacjentów z większą redukcją IOP, odpowiednio 1,73 \pm 0,71 i 1,4. Oba punkty końcowe: obniżenie IOP o co najmniej 20% lub poniżej 18 mm Hg oraz zmniejszenie liczby leków co najmniej o jeden, uzyskano u 24% pacjentów. Otrzymane wyniki nie odbiegają znacząco od dotychczasowych doniesień z innych

badania analizujących skuteczność goniotomii KDB wykonywanej jednocześnie z operacją zaćmy [21–24]. W badaniach tych uzyskiwano obniżenie IOP po zabiegu łączonym KDB z fakoemulsyfikacją zaćmy o 26,4–33,4% (2,1–6,93 mm Hg). Efekt był zależny od wyjściowego IOP (17,1 mm Hg ($\pm 4,8$)–20,75 mm Hg ($\pm 8,15$)). W badaniach tych zmniejszenie IOP było nieco większe niż w naszej obserwacji, jednak redukcja liczby leków przeciwwjaskrowych mniejsza (średnio o 0,7–1,1).

Po wykonaniu izolowanej goniotomii KDB opisywano obniżenie wartości IOP średnio o 3,8–13,7 mm Hg (21–46%) oraz zmniejszenie liczby leków przeciwwjaskrowych o 0,9–1,3. Większą redukcję IOP i liczby leków odnotowywano w oczach z wyjściowo wyższymi wartościami IOP [25].

W badaniach skuteczność tradycyjnej trabektomii w obniżaniu IOP przy użyciu specjalnie wyprofilowanego trabektomu umożliwiającego usunięcie *trabeculum* i wewnętrznej ściany kanału Schlemma przez elektrokauterizację z irygacją i aspiracją wynosiła 35–48% – efekt był zależny od wyjściowego IOP [27–30]. Zmniejszenie liczby stosowanych leków utrzymywało się na poziomie 0,8–1,7 [29]. Działanie goniotomii KDB opiera się na koncepcji trabektomii, jednak w założeniu narzędzie pozwala na precyzyjniejsze wycięcie *trabeculum* bez pozostawienia zbędnej tkanki, która mogłaby wywoływać stan zapalny lub powodować powstawanie zrostów. Dla porównania, nieinwazyjna SLT zmniejsza IOP o ponad 20% poniżej wartości wyjściowych u 66,7–75% 6 miesięcy po zabiegu [1, 26, 31], jednak w obserwacji 5-letniej efekt ten utrzymuje się jedynie u 11,1–31% pacjentów i maleje w czasie [1, 26]. W części badań liczba stosowanych leków przeciwwjaskrowych utrzymywała się na stałym poziomie przez cały okres obserwacji [31] lub w razie konieczności włączano kolejne leki [26]. W niektórych badaniach w miarę możliwości zredukowano liczbę leków, średnio o 0,162 (SD = 1,21) [32].

W metaanalizie 5 badań (248 pacjentów) dotyczącej skuteczności iStentu – mikroimplantu łączącego komorę przednią z kanałem Schlemma, wykazano 22-procentową redukcję IOP w obserwacji 18-miesięcznej w przypadku wszczęcia jednego iStentu, w przypadku dwóch – 30-procentowe zmniejszenie IOP w ciągu 6 miesięcy po zabiegu, a wszczęcie trzech implantów skutkowało obniżeniem IOP o 41% w 6-miesięcznej obserwacji. Badania zgodnie wykazały zwiększoną redukcję liczby leków przeciwwjaskrowych u pacjentów z większą liczbą iStentów (średnio o 1,68 przy jednym implancie, o 1,88 przy dwóch i 2,0 przy trzech implantach), ale stopień redukcji znacznie różnił się pomiędzy badaniami i wymaga dalszych obserwacji [33]. Zwiększenie liczby wszczepianych implantów zwiększa jednak koszt procedury. Analiza kosztów wszczęcia pojedynczego [34, 35] lub nawet podwójnego [36] iStentu w porównaniu z trabekuloplastyką laserową i farmakoterapią wykazała, że w pierwszym roku po zabiegu bardziej opłacalne są dwa ostatnie postępowania. Po 5 latach wszczęcie implantu wydaje się korzystniejsze ekonomicznie, zwłaszcza u pacjentów stosujących droższe leki przeciwwjaskrowe. Koszt pojedynczego, jednorazowego ostrza KDB stanowi ok. 50% ceny iStentu. Badania porównujące skuteczność iStentu i goniotomii KDB (oba

zabiegi w połączeniu z fakoemulsyfikacją zaćmy) wykazywały podobny stopień obniżenia IOP [37] lub przewagę goniotomii KDB nad pojedynczym stentem [38, 39].

W badaniu HYDRUS II porównywano IOP po operacji zaćmy oraz po zabiegu łączonym z implantacją stentu Hydrus – implantu umieszczanego w kanale Schlemma w celu poprawienia odpływu cieczy wodnistej. W drugiej grupie uzyskano redukcję IOP co najmniej o 20% u 80% pacjentów, a w grupie, w której wykonano jedynie operację zaćmy, tylko u 46% pacjentów [40]. W przypadku trabekulotomii GATT (*gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy*) u pacjentów z JPOK wykazano 30-procentową ($\pm 20\%$) redukcję IOP oraz zmniejszenie liczby stosowanych leków przeciwwjaskrowych o $0,9 \pm 1,3$ w obserwacji 12-miesięcznej [41].

W badaniu porównującym Trab 360 z goniotomią KDB nie wykazano istotnych różnic w średniej redukcji IOP. Trab 360 – zabieg polegający na umieszczeniu mikrocewnika w kanale Schlemma, a następnie przerwaniu przedniej ściany kanału i beczkowaniu za jego pomocą – skutecznie zmniejszał IOP u 84,6% pacjentów, podczas gdy goniotomia KDB u 81,7% ($p = 0,737$). Jednak w przypadku większej liczby oczu z grupy KDB uzyskano IOP ≤ 18 mm Hg [80,0% (56/70) vs 59,3% (16/27), $p = 0,040$] oraz ≤ 15 mm Hg [61,4% (43/70) vs 25,9% (7/27), $p = 0,003$] [42]. Kanaloplastyka *ab interno* (ABiC, Ellex) w obserwacji 12-miesięcznej skutkowało zmniejszeniem średniego IOP po zabiegu z $18,6 \pm 6,4$ mm Hg do $14,1 \pm 3,7$ mm Hg po 6 miesiącach i $12,9 \pm 2,0$ mm Hg po 12 miesiącach. Średnia liczba leków przeciwwjaskrowych została zmniejszona z dwóch do jednego [43].

Zastosowanie trabekulektomii z mitomycyną C w 4-letniej obserwacji skutkowało redukcją IOP powyżej 30% u 39,4% pacjentów [44]. Użycie zastawek filtrujących miało podobną skuteczność do trabekulektomii, jednak wiązało się z koniecznością stosowania większej liczby leków przeciwwjaskrowych zarówno 6 miesięcy, jak i 5 lat po zabiegu [45].

W opisywanym badaniu u wszystkich pacjentów skutecznie wykonano zabieg łączony trabektomii z fakoemulsyfikacją zaćmy. W przypadku wszystkich oczu wystąpiło niewielkie śródoperacyjne krwawienie z miejsca otwarcia kanału Schlemma. U jednego pacjenta (1,3%) odnotowano konieczność przeprowadzenia innego zabiegu przeciwwjaskrowego. Nie stwierdzono poważnych powikłań. Krwawienie śródoperacyjne, które wystąpiło u wszystkich pacjentów, jest naturalną konsekwencją techniki zabiegu. Powikłania obserwowane przez autorów nie odbiegają od powikłań opisywanych w literaturze po podobnych zabiegach łączonych [21]. Do najczęstszych powikłań po zabiegu łączonym KDB z fakoemulsyfikacją należą zadrażnienie oka (2,8–11,4%), dyskomfort i ból (1,4–8,6%), zamazane widzenie (1,4–17,1%), a także pooperacyjny wzrost IOP (2,8–17,1%). Większość z nich ustępuje 2–3 dni po zabiegu. U części pacjentów wystąpił torbielowaty obrzęk płamki (1,4–5,7%) [21, 22, 46]. U jednego pacjenta odnotowano cyklodializę [47]. W przypadku innych zabiegów MIGS zwiększających odpływ przez beczkowanie najczęściej opisywano małe powikłania, takie jak krwistek (23%) czy zadrażnienie, które ustępowały w pierwszych 14 dobach

po zabiegu. Krótkotrwały wzrost IOP obserwowano u 7,4% pacjentów, a obrzęk płamki żółtej u 11,1%. Częstość występowania powikłań nie różni się znacząco pomiędzy poszczególnymi typami zabiegów [21, 41, 42, 48]. U 12% pacjentów, którym wszczepiono implant Hydrus, opisywano powstanie ogniskowych obwodowych zrostów przednich, które nie miały wpływu na efekt hipotensyjny [40].

Dużo większy odsetek powikłań, zwłaszcza poważnych, stwierdza się po trabekulektomii [49]. Zwiększone ryzyko obejmuje nie tylko powikłania śródoperacyjne, lecz także pooperacyjne związane z pęcherzykiem filtracyjnym, w tym infekcyjne, z zastosowaniem metabolitów czy wystąpieniem jaskry złośliwej. Zwiększone jest również ryzyko rozwoju hipotonii i związanych z nią powikłań, takich jak makulopatia, odłączenie naczyniówki czy rozwój zaćmy w oczach fakijnych [50]. W przypadku implantów drenujących dochodzi ryzyko wystąpienia powikłań związanych z samym implantem. W przypadku nadmiernej filtracji w okresie pooperacyjnym może dojść do spłycenia komory przedniej i kontaktu rurki ze śródbłonkiem. Ponadto opisywane są dyslokacje implantu

pod spojówką czy wewnątrz gałki. Zdarzają się także perforacje spojówki przez implant [4].

WNIOSKI

Goniotomia *ab interno* z zastosowaniem KDB przeprowadzona jednocześnie z operacją zaćmy prowadzi do istotnego obniżenia IOP oraz redukcji liczby leków przeciwjaskrowych. Jest bezpiecznym rozwiązaniem u pacjentów z wczesną i średnio zaawansowaną jaskrą, którzy nie wymagają intensywnego leczenia. Zabieg tego typu warto rozważyć u pacjentów nie stosujących się do zaleceń dotyczących farmakologicznego leczenia przeciwjaskrowego lub uczulonych na leki. Ogromną zaletą tej procedury jest to, że nie zmienia w istotny sposób anatomii oka i nie ogranicza możliwości wykonania innych zabiegów w przyszłości. Dotychczas uzyskane dane są obiecujące, jednak niezbędna jest dalsza obserwacja pacjentów w celu oceny efektów długoterminowych.

OŚWIADCZENIE

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

1. Leahy KE, White AJ. Selective laser trabeculoplasty: current perspectives. *Clin Ophthalmol* 2015; 9: 833-841.
2. Ishida K. Update on results and complications of cyclophotocoagulation. *Curr Opin Ophthalmol* 2013; 24: 102-110.
3. Kumar H, Mansoori T, Warjri GB i wsp. Lasers in glaucoma. *Indian J Ophthalmol* 2018; 66: 1539-1553.
4. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ i wsp.; Tube versus Trabeculectomy Study Group. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2012; 153: 789-803.e2.
5. Gedde SJ, Herndon LW, Brandt JD i wsp.; Tube versus Trabeculectomy Study Group. Postoperative complications in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study during five years of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2012; 153: 804-814.e1.
6. Richter GM, Coleman AL. Minimally invasive glaucoma surgery: current status and future prospects. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 189-206.
7. Saheb H, Ahmed IJK. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol* 2012; 23: 96-104.
8. Brubaker RF. Measurement of uveoscleral outflow in humans. *J Glaucoma* 2001; 10 (5 Suppl 1): S45-48.
9. Johnson M. What controls aqueous humour outflow resistance? *Exp Eye Res* 2006; 82: 545-557.
10. Dorairaj SK, Kahook MY, Williamson BK i wsp. A multicenter retrospective comparison of goniotomy versus trabecular bypass device implantation in glaucoma patients undergoing cataract extraction. *Clin Ophthalmol* 2018; 12: 791-797.
11. Seibold LK, Soohoo JR, Ammar DA, Kahook MY. Preclinical investigation of ab interno trabeculectomy using a novel dual-blade device. *Am J Ophthalmol* 2013; 155: 524-529.
12. Baek SU, Kwon S, Park IW, Suh W. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure in healthy subjects and glaucoma patients. *J Korean Med Sci* 2019; 34: e47.
13. Mansberger SL, Gordon MO, Jampel H i wsp. Reduction in intraocular pressure after cataract extraction: the Ocular Hypertension Treatment Study. *Ophthalmology* 2012; 119: 1826-1831.
14. Armstrong JJ, Wasiuta T, Kiatos E i wsp. The effects of phacoemulsification on intraocular pressure and topical medication use in patients with glaucoma: a systematic review and meta-analysis of 3-year data. *J Glaucoma* 2017; 26: 511-522.
15. Poley BJ1, Lindstrom RL, Samuelson TW. Long-term effects of phacoemulsification with intraocular lens implantation in normotensive and ocular hypertensive eyes. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 735-742.
16. Bilak S, Simsek A, Capkin M i wsp. Biometric and intraocular pressure change after cataract surgery. *Optom Vis Sci* 2015; 92: 464-470.
17. Majstruk L, Leray B, Bouillot A i wsp. Long term effect of phacoemulsification on intraocular pressure in patients with medically controlled primary open-angle glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2019; 19: 149.
18. Chen PP, Lin SC, Junk AK i wsp. The Effect of phacoemulsification on intraocular pressure in glaucoma patients: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2015; 122: 1294-1307.
19. Lin SC, Masis M, Porco TC, Pasquale LR. Predictors of intraocular pressure after phacoemulsification in primary open-angle glaucoma eyes with wide versus narrower angles (An American Ophthalmological Society Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2017; 115: T6 [published correction appears in *Trans Am Ophthalmol Soc* 2018; 115: T6C1].
20. Noecker RJ, Herrygers LA, Anwaruddin R. Corneal and conjunctival changes caused by commonly used glaucoma medications. *Cornea* 2004; 23: 490-496.
21. Barry M, Alahmadi WM, Alahmadi M i wsp. The safety of the Kahook Dual Blade in the surgical treatment of glaucoma. *Cureus* 2020; 12: e6682.
22. Greenwood MD, Seibold LK, Radcliffe NM i wsp. Goniotomy with a single-use dual blade: short-term results. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 1197-1201.
23. Hirabayashi MT, King JT, Lee D i wsp. Outcome of phacoemulsification combined with excisional goniotomy using the Kahook Dual Blade in severe glaucoma patients at 6 months. *Clin Ophthalmol* 2019; 13: 715-721.

24. Dorairaj SK, Seibold LK, Radcliffe NM i wsp. 12-Month outcomes of goniotomy performed using the Kahook Dual Blade combined with cataract surgery in eyes with medically treated glaucoma. *Adv Ther* 2018; 35: 1460-1469.
25. Berdahl JP, Gallardo MJ, ElMallah MK i wsp. Six-month outcomes of goniotomy performed with the Kahook Dual Blade as a stand-alone glaucoma procedure. *Adv Ther* 2018; 35: 2093-2102.
26. Woo DM, Healey PR, Graham SL, Goldberg I. Intraocular pressure-lowering medications and long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty. *Clin Experiment Ophthalmol* 2015; 43: 320-327.
27. Minckler DS, Baerveldt G, Alfaro MR, Francis BA. Clinical results with the trabectome for treatment of open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2005; 112: 962-967.
28. Vold SD. Impact of preoperative intraocular pressure on trabectome outcomes: a prospective, non-randomized, observational, comparative cohort outcome study. *Clin Surg Ophthalmol* 2010; 28: 11.
29. Mizoguchi T, Nishigaki S, Sato T i wsp. Clinical results of trabectome surgery for open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2015; 9: 1889-1894.
30. Shoji N, Kasahara M, Iijima A i wsp. Short-term evaluation of trabectome surgery performed on Japanese patients with open-angle glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2016; 60: 156-165.
31. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A i wsp. Selective vs argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation, and postoperative pain. *Eye (Lond)* 2004; 18: 498-502.
32. Kent SS, Hutnik CML, Birt CM i wsp. A randomized clinical trial of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in patients with pseudoexfoliation. *J Glaucoma* 2015; 24: 344-347.
33. Malvankar-Mehta MS, Chen YN, Iordanous Y i wsp. iStent as a solo procedure for glaucoma patients: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2015; 10: e0128146.
34. Ordóñez JE, Ordóñez A, Osorio UM. Cost-effectiveness analysis of iStent trabecular micro-bypass stent for patients with open-angle glaucoma in Colombia. *Curr Med Res Opin* 2019; 35: 329-340.
35. Ngan K, Fraser E, Buller S, Buller A. A cost minimisation analysis comparing iStent accompanying cataract surgery and selective laser trabeculoplasty versus topical glaucoma medications in a public healthcare setting in New Zealand. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256: 2181-2189.
36. Berdahl JP, Khatana AK, Katz LJ i wsp. Cost-comparison of two trabecular micro-bypass stents versus selective laser trabeculoplasty or medications only for intraocular pressure control for patients with open-angle glaucoma. *J Med Econ* 2017; 20: 760-766.
37. Lee D, King J, Thomsen S i wsp. Comparison of surgical outcomes between excisional goniotomy using the Kahook Dual Blade and iStent trabecular micro-bypass stent in combination with phacoemulsification. *Clin Ophthalmol* 2019; 13: 2097-2102.
38. Dorairaj SK, Kahook MY, Williamson BK i wsp. A multicenter retrospective comparison of goniotomy versus trabecular bypass device implantation in glaucoma patients undergoing cataract extraction. *Clin Ophthalmol* 2018; 12: 791-797.
39. ElMallah MK, Seibold LK, Kahook MY i wsp. 12-Month retrospective comparison of Kahook Dual Blade excisional goniotomy with istent trabecular bypass device implantation in glaucomatous eyes at the time of cataract surgery. *Adv Ther* 2019; 36: 2515-2527.
40. Pfeiffer N, Garcia-Feijoo J, Martinez-de-la-Casa JM i wsp. A randomized trial of a Schlemm's canal microstent with phacoemulsification for reducing intraocular pressure in open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2015; 122: 1283-1293.
41. Grover DS, Godfrey DG, Smith O i wsp. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology* 2014; 121: 855-861.
42. Hirabayashi MT, Lee D, King JT i wsp. Comparison of surgical outcomes of 360° circumferential trabeculotomy versus sectoral excisional goniotomy with the Kahook Dual Blade at 6 months. *Clin Ophthalmol* 2019; 13: 2017-2024.
43. Guttman Krader C. ABiC targets all sites of outflow resistance. *Ophthalmol Times* 2016; 12: 35-36.
44. Jongsareejit B, Tomidokoro A, Mimura T i wsp. Efficacy and complications after trabeculectomy with mitomycin C in normal – tension glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2005; 49: 223-227.
45. Tseng VL, Coleman AL, Chang MY, Caprioli J. Aqueous shunts for glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 2017: CD004918.
46. Arnijots TS, Economou MA. Reversible cystoid macular edema following uneventful microinvasive Kahook Dual Blade goniotomy in a pseudophakic patient: a case report. *J Glaucoma* 2018; 27: e128-e130.
47. Shue A, Levine RM, Gallousis GM i wsp. Cyclodialysis cleft associated with Kahook Dual Blade goniotomy. *J Curr Glaucoma Pract* 2019; 13: 74-76.
48. Buchacra O, Duch S, Milla E, Stirbu O. One-year analysis of the istent trabecular microbypass in secondary glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2011; 5: 321-326.
49. Jampel HD, Musch DC, Gillespie BW i wsp. Perioperative complications of trabeculectomy in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study (CIGTS). *Am J Ophthalmol* 2005; 140: 16-22.
50. Yuasa Y, Sugimoto Y, Hirooka K i wsp. Effectiveness of trabeculectomy with mitomycin C for glaucomatous eyes with low intraocular pressure on treatment eye drops. *Acta Ophthalmol* 2020; 98: e81-e87.