

Mikroinwazyjna chirurgia jaskry: aktualne perspektywy i dalsze kierunki

HADY SAHEB,^{a,b} IQBAL IKE K. AHMED^{b,c}

Cel pracy

Zwiększa się zainteresowanie mikroinwazyjnymi operacjami jaskry (microinvasive glaucoma surgery, MIGS) i są one coraz bardziej dostępne. Co ważne, skuteczność tych operacji potwierdzają mocne dowody pochodzące z piśmiennictwa. W niniejszym artykule przedstawiono definicję MIGS oraz przegląd liczących się doniesień z ubiegłego roku, a także omówiono przyszłe kierunki rozwoju tych operacji.

Ostatnie odkrycia

Wyniki badania o kluczowym znaczeniu, porównującego wszczepienie mikrostantentu (iStent, Glaukos Corporation, Laguna Hills, CA, USA) w operacji łączonej z fakoemulsyfikacją z wyłączną fakoemulsyfikacją wykazało znaczne zwiększenie odsetka chorych z nieleczonym ciśnieniem wewnątrzgałkowym (intraocular pressure, IOP) wynoszącym ≤ 21 mm Hg oraz porównywalny profil bezpieczeństwa obu zabiegów. Opublikowano wstępne wyniki badań przeprowadzonych z użyciem mikrostantentu drugiej generacji (iStent inject, Glaukos Corporation, Laguna Hills, CA, USA), implantu wewnątrzkanalikowego (Hydrus, Ivantis Inc., Irvine, CA, USA) oraz mikrostantentu wszczepianego *ab interno* do przestrzeni nadnaczyniówkowej (CyPass, Transcend Medical, Menlo Park, CA, USA). Świadczą one o obniżeniu średniego IOP po operacji. Porównanie fakotrabektomii (trabekulektomii *ab interno* – trabektomii, NeoMedix Inc., Tustin, CA, USA) z fakotrabeekulektomią wykazało mniejsze obniżenie IOP, mniej powikłań po operacji oraz podobną skuteczność. Podobne odsetki skutecznych zabiegów uzyskano po porównaniu trabekulostomii laserem ekscymerowym (ELT, AIDA, Glautec AG, Norymberga, Niemcy) z wybiórczą trabekuloplastyką laserową. W wielu doniesieniach omówiono znaczenie umiejscowienia implantów, wykorzystania gonioskopii śródoperacyjnej, badań efektywności kosztowej oraz jakości życia chorych, a także prowadzenia randomizowanych badań klinicznych.

Podsumowanie

Zabiegi MIGS umożliwiają obniżenie IOP, zmniejszają uzależnienie od stosowania leków przeciwjaskrowych i cechują się doskonałym profilem bezpieczeństwa. Trwają prace mające na celu wyraźne określenie ich znaczenia w algorytmie leczenia chorych na jaskrę, a także wyjaśnienie różnic mniej inwazyjnych operacji stosowanych w tej grupie chorych, w stosunku do klasycznych operacji, takich jak trabekulektomia lub wszczepianie implantów drenujących.

Słowa kluczowe

operacje jaskry wykonywane *ab interno*, mikroinwazyjna chirurgia jaskry, nowoczesne zabiegi przeciwjaskrowe

^aDepartment of Ophthalmology, McGill University Health Center, Montreal, Quebec, Kanada

^bCredit Valley Eyecare, Mississauga, Ontario, Kanada

^cDepartment of Ophthalmology and Vision Sciences, University of Toronto, Toronto, Ontario, Kanada

Adres do korespondencji:
Hady Saheb,
687 Pine Ave West,
Montreal,
QC H3A
1A1, Canada;
e-mail: hady.el-saheb@
mail.mcgill.ca

Current Opinion in Ophthalmology 2012, 23:96–104

Zagadnienia kluczowe

- Mikroinwazyjne operacje jaskry (MIGS) są coraz częściej dostępne i odgrywają inną rolę niż metody bardziej inwazyjne w algorytmie leczenia chorych na jaskrę.
- Cechami MIGS są: dostęp *ab interno*, minimalne ryzyko uszkodzenia tkanek, skuteczność, znakomity profil bezpieczeństwa i szybki powrót chorych do zdrowia.
- Autorzy omawiają kierunki przyszłego rozwoju MIGS, w tym znaczenie położenia wszczepianych implantów, zastosowanie gonioskopii śródoperacyjnej, badania efektywności kosztowej i jakości życia oraz randomizowane badania kliniczne.

Wprowadzenie

Trabekulektomia oraz wszczepienie implantów drenujących to najczęstsze operacje wykonywane u chorych na jaskrę otwartego kąta (open angle glaucoma, OAG). W wielu badaniach wykazano dużą skuteczność tych zabiegów [1-3]. Znaczny odsetek powodowanych przez nie powikłań (tabela) [3] skłonił jednak środowisko okulistów specjalizujących się w leczeniu chorych na jaskrę do poszukiwania alternatywnych metod leczenia tej choroby. W minionym dziesięcioleciu, a zwłaszcza w ostatnich kilku latach, na świecie znacznie zwiększyło się zainteresowanie mniej inwazyjnymi operacjami jaskry oraz ich zastosowanie. W trakcie oceny technologii okulistyki przeprowadzonej ostatnio przez American Academy of Ophthalmology przeanalizowano piśmiennictwo poświęcone implantom wykorzystywanym w chirurgii jaskry oraz zabiegom, na wykonywanie których pozwoliła amerykańska Food and Drug Administration i są one obecnie przedmiotem badań klinicznych III fazy trwających w Stanach Zjednoczonych od października 2009 r. [4••]. Autorzy niniejszego artykułu omówią postępy dokonane w latach 2010-2011 na polu MIGS, przeanalizują też opinie dotyczące dalszych kierunków rozwoju tych metod.

Definicja mikroinwazyjnych operacji jaskry

Mianem mikroinwazyjnych operacji jaskry określa się grupę zabiegów cechujących się pięcioma właściwościami. Pierwszą z nich jest uzyskiwanie dostępu operacyjnego *ab interno* przez otwarcie w rąbku rogówki. Operacja jaskry wykonywana z dostępu *ab interno* przez nacięcie w przejrzystej części rogówki pozwala uchronić spojówkę przed uszkodzeniem i znacznym bliznowaceniem. Dzięki temu

w przyszłości jest możliwe przeprowadzanie prostych operacji w obrębie spojówki. Dostęp ten ułatwia również uwidocznienie anatomicznych punktów orientacyjnych, co sprawia, że prostsze staje się właściwe ustalenie położenia implantu lub poprowadzenie nacięcia pod odpowiednim kątem. Zabiegi mikroinwazyjne można łączyć z operacją usunięcia zaćmy. Ponadto mikronacięcie ułatwia śródoperacyjne utrzymanie komory przedniej oka, zachowanie prawidłowej budowy anatomicznej gałki ocznej, minimalizuje zmiany refrakcji i zwiększa bezpieczeństwo zabiegu. Drugą cechą jest minimalny uraz tkanki docelowej oraz pozostający bez wpływu na struktury anatomiczne i fizjologię oka. Wykorzystywane wszczepy powinny charakteryzować doskonałą biokompatybilność, muszą też one idealnie usprawniać odpływ cieczy wodnistej szlakami fizjologicznymi. Trzecia cecha to skuteczność zabiegu, która powinna być co najmniej nieznaczna, ale wyraźnie dostrzegalna. Przedstawiano skuteczność wielu nowych zabiegów uzyskiwaną w grupach chorych, ostateczne potwierdzenie i ilościowa ocena skuteczności wymagają jednak przeprowadzenia randomizowanych badań z grupą kontrolną. Czwartą i bardzo ważną cechą MIGS jest wyjątkowo korzystny profil bezpieczeństwa. Nie mogą one powodować ciężkich powikłań obserwowanych w związku z innymi operacjami przeciwjaskrowymi, takich jak hipotonia, wysięki naczyniówkowe, krwotok nadnaczyniówkowy, spłylenie komory przedniej oka, dekompensacja rogówki, rozwój zaćmy, podwójne widzenie, ani powikłań wynikających z obecności pęcherzyka filtracyjnego, takich jak upośledzenie czucia w obrębie pęcherzyka filtracyjnego lub zapalenie wnętrza gałki ocznej. Piątą cechą jest możliwość szybkiego powrotu chorego do zdrowia i niewielki wpływ na jakość jego życia. Zaletami stosowania zabiegów MIGS są też szybkość i łatwość ich wykonywania. Umiejętność tę powinni osiągnąć zarówno lekarze zajmujący się jaskrą, jak i okuliści ogólni, a krzywa uczenia się powinna być stosunkowo krótka. Prostota zabiegów MIGS powinna ułatwiać ich łączenie z innymi operacjami okulistyki.

Zgodnie z obowiązującą obecnie definicją MIGS wyróżnia się wśród nich trzy kategorie anatomiczne. Pierwszą są zabiegi na kanale Schlemma poprawiające odpływ cieczy wodnistej przez beleczkowanie. Druga to zabiegi wykonywane w obrębie przestrzeni nadnaczyniówkowej, poprawiające naczyniówkowo-twardówkowy odpływ cieczy wodnistej dzięki połączeniu komory przedniej oka z przestrzenią nadnaczyniówkową. Kategoria trzecia to zabiegi w przestrzeni podspojówkowej, polegające na wytworzeniu alternatywnej drogi odpływu cieczy wodnistej.

Skuteczność większości zabiegów MIGS jest często mniejsza w porównaniu ze skutecznością bardziej inwazyjnych operacji przeciwjaskrowych, takich jak trabekulektomia z użyciem mitomycyny C lub wszczepienie implantów drenujących. Tę niedogodność równoważy wyjątkowo korzystny profil bezpieczeństwa. Wskazania do MIGS są odmienne od wskazań do inwazyjnych ope-

racji jaskry. Nie należy ich wykonywać m.in. u chorych z bardzo zaawansowanymi zmianami ani u chorych wymagających utrzymywania bardzo niskich wartości IOP po operacji bez stosowania leków. Uwzględniając zmiany w skuteczności i profilu ryzyka należy również zmienić znaczenie zabiegów MIGS w algorytmie leczenia chorych na jaskrę.

Tabela. Obserwowane w ciągu 3 lat powikłania pooperacyjne po wszczepieniu implantu lub po trabekulektomii

	Grupa implantu ^a n (%) (n=107)	Grupa trabekulektomii ^a n (%) (n=105)
Powikłania wczesne^b		
Wysięk naczyniówkowy	15 (14)	14 (13)
Płytko lub płaska komora przednia oka	11 (10)	10 (10)
Wyciek z rany	1 (1)	12 (11)
Krwistek	2 (2)	8 (8)
Niewłaściwy kierunek odpływu cieczy wodnistej	3 (3)	1 (1)
Krwotok nadnaczyniówkowy	2 (2)	3 (3)
Krwotok doszklistkowy	1 (1)	1 (1)
Retinopatia dekompresyjna	0	1 (1)
Torbielowaty obrzęk tkanki	0	1 (1)
Powikłania późne^c		
Trwały obrzęk rogówki	10 (9)	8 (8)
Nieprawidłowe czucie	1 (1)	8 (8)
Otorbiony pęcherzyk filtracyjny	2 (2)	6 (6)
Wysięk naczyniówkowy	2 (2)	4 (4)
Torbielowaty obrzęk plamki	5 (5)	1 (1)
Makulopatia w przebiegu hipotonii	1 (1)	4 (4)
Trwałe dwojenie	5 (5)	0
Przeciekanie pęcherzyka filtracyjnego	0	5 (5)
Uszkodzenie ściany implantu	5 (5)	–
Zapalenie wnętrza gałki ocznej/zapalenie pęcherzyka filtracyjnego	1 (1)	3 (3)
Przewlekłe lub nawracające zapalenie tęczówki	2 (2)	1 (1)
Niedrożność implantu	3 (3)	–
Odwartwienie siatkówki	1 (1)	1 (1)
Owrzodzenie rogówki	0	1 (1)
Płytko lub płaska komora przednia oka	1 (1)	0
Ogólna liczba chorych z powikłaniami po operacji ^{d,e}	42 (39)	63 (60)

^aDane ocenzone po ponownej operacji z powodu jaskry.

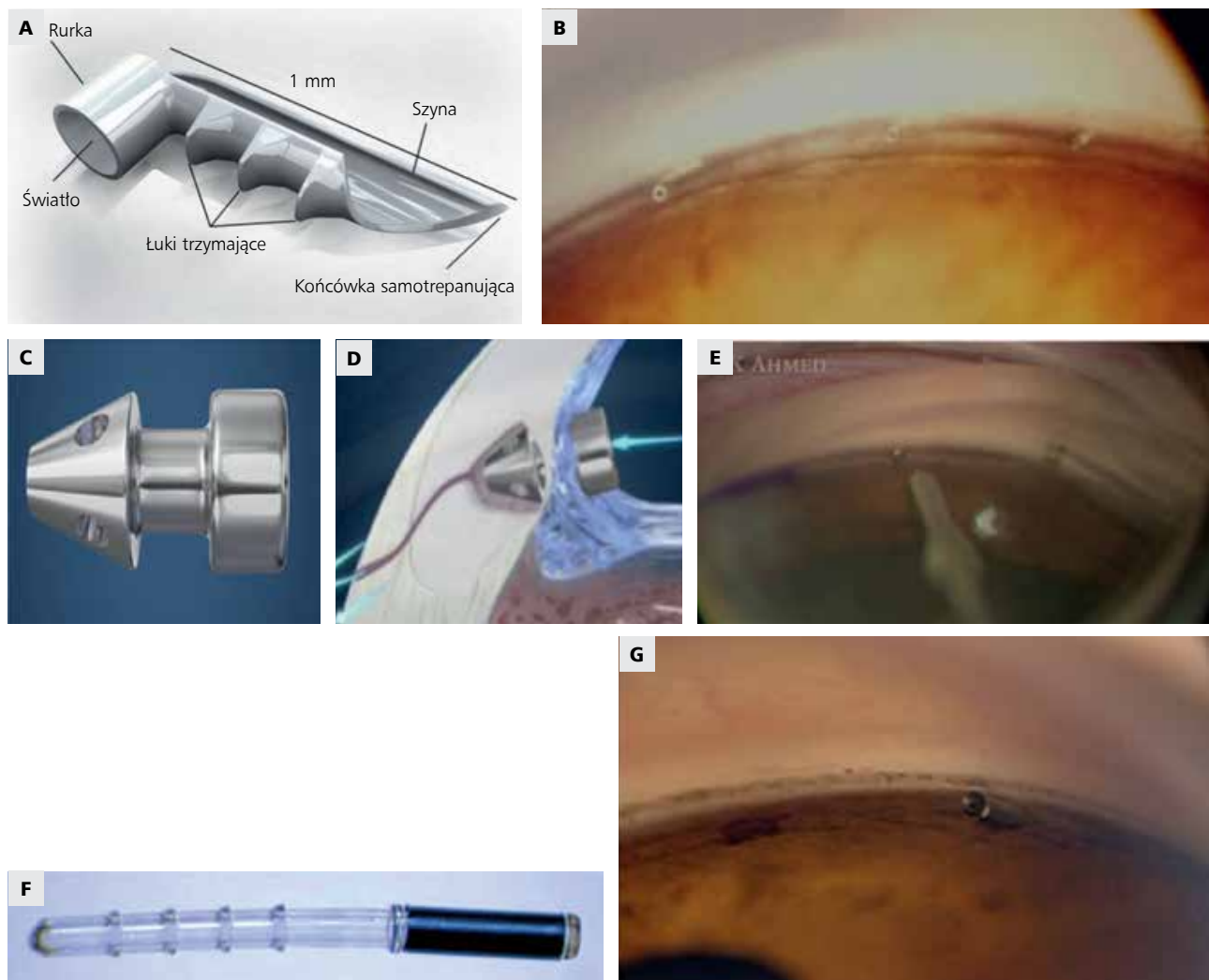
^bDo miesiąca po operacji.

^cPo miesiącu od operacji.

^dU niektórych chorych wystąpiło kilka powikłań.

^ep=0,004 dla różnicy między grupami w całkowitej liczbie chorych z powikłaniami po operacji (test χ^2).

Przedrukowano z Gedde i wsp. [3]



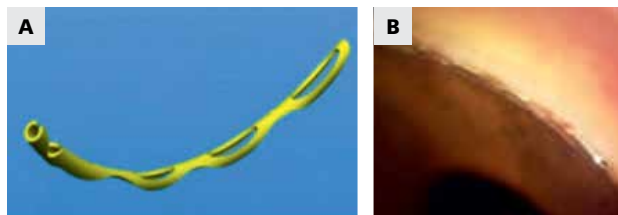
Rycina 1. (A) Mikrostant iStent. (B) Obraz gonioskopowy ukazujący prawidłowe umieszczenie trzech mikrostantów iStent przez beleczkowanie. (C) Mikrostant drugiej generacji iStent inject. (D) Schematyczny przekrój poprzeczny kąta przesączania z prawidłowo umieszczonym mikrostantem iStent inject. (E) Obraz gonioskopowy ukazujący prawidłowe położenie mikrostantu iStent inject i podajnika. (F) Stent trzeciej generacji iStent Supra wszczepiony do przestrzeni nadnaczyniówkowej *ab interno*. (G) Obraz gonioskopowy ukazujący położenie stentu iStent supra.

Obrazy gonioskopowe uzyskano dzięki uprzejmości autorów. Pozostałe obrazy uzyskano dzięki uprzejmości Glaukos Corporation, Laguna Hills, Kalifornia, USA.

Obecne możliwości leczenia

Autorzy pragną przedstawić postępy dokonane w kilku zabiegach MIGS na podstawie przeglądu piśmiennictwa z lat 2010–2011.

Mikrostant iStent firmy Glaukos (Glaukos Corporation, Laguna Hills, CA, USA)
iStent składa się z pojedynczej części i jest wytwarzany z tytanu pokrytego warstwą heparyny. Jest najmniejszym implantem medycznym, jakie kiedykolwiek wszczepiano



Rycina 2. (A) Rusztowanie kanalikowe Hydrus. (B) Obraz gonioskopowy ukazujący prawidłowe ułożenie implantu Hydrus w kanale Schlemma.

Obrazy gonioskopowe uzyskano dzięki uprzejmości autorów. Schematyczne zdjęcie implantu Hydrus uzyskano dzięki uprzejmości Ivantis Inc., Irvine, Kalifornia, USA.

odpływu cieczy wodnistej w przednim odcinku ludzkich gałek ocznych, do których wszczepiono mikro-stenty drugiej generacji. W 5 oczach zabieg ten poprawił odpływ cieczy wodnistej z $0,17 \pm 0,04$ do $0,48 \pm 0,33$ $\mu\text{l}/\text{min}/\text{mm Hg}$ ($p=0,063$), a w 2 oczach wszczepienie drugiego implantu dodatkowo poprawiło odpływ do $0,83 \pm 0,59$ $\mu\text{l}/\text{min}/\text{mm Hg}$. Badania w mikroskopie świetlnym i mikroskopie elektronowym wykazały minimalne uszkodzenie śródbłonna zewnętrznej ściany kanału Schlemma [15•].

W firmie Glaukos opracowano również mikro-stent trzeciej generacji (iStent *supra*) wykonany z polieterosulfonu pokrytego heparyną z tytanową tuleją. Urządzenie to zaprojektowano do wszczepiania *ab interno* do przestrzeni nadnaczyniówkowej (ryc. 1 F, G). Nie opublikowano dotąd wyników jego stosowania.

Hydrus – implant wewnątrzkanalikowy wprowadzany do kanału Schlemma (Ivantis, Inc., Irvine, CA, USA)

Hydrus to nitinolowe rusztowanie kanału Schlemma otwarte w części dalszej, z trzema okienkami umieszczonymi wzdłuż przebiegu implantu na długości 8 mm (ryc. 2 A, B). Implant jest wszczepiany przez beleczkowanie za pomocą specjalnego podajnika.

Ahmed i wsp. [16••] przedstawili półroczne wyniki leczenia 28 oczu chorych na łagodną lub umiarkowaną OAG poddanych fakoemulsyfikacji i wszczepieniu implantu Hydrus. Wyjściowa wartość IOP wyniosła $17,9 \pm 4,1$ mm Hg podczas stosowania $2,4 \pm 1,0$ leków przeciwjaskrowych. Po zaprzestaniu przyjmowania leków przeciwjaskrowych wartość IOP wyniosła w dniu zabiegu $29,9 \pm 5,8$ mm Hg. Wartość IOP i liczba przyjmowanych leków przeciwjaskrowych znacząco zmniejszyły się, odpowiednio do $15,3 \pm 2,3$ mm Hg i $0,1 \pm 0,4$. Działaniami

niepożądanymi obserwowanymi po operacji były: krwotok podspojówkowy ($n=1$), krwistek ($n=1$) i obwodowe zrosty przednie ($n=2$) [16••]. Camras i wsp. [17••] ocenili wyniki wszczepienia implantu Hydrus w 9 oczach. Stwierdzili poprawę odpływu cieczy wodnistej o 92%, z $0,24 \pm 0,02$ do $0,46 \pm 0,07$ $\mu\text{l}/\text{min}/\text{mm Hg}$, natomiast w grupie kontrolnej nie obserwowali zmian wielkości odpływu ($p=0,03$). Saheb i wsp. [18] wykorzystali skaningowy mikroskop elektronowy (scanning electron microscope, SEM) w celu przeprowadzenia oceny strukturalnej następstw wszczepienia implantu na zewnętrzną ścianę kanału Schlemma. Uwidocznili drożność ujść kanału zbiorczego i niewielkie zmiany w ścianie zewnętrznej kanału Schlemma [18]. Podczas badania oceniającego biokompatybilność Grierson i wsp. wszczepiali implant Hydrus do oczu ośmiu królików oraz kanałów Schlemma dwóch małp. Wykazali minimalną odpowiedź zapalną w porównaniu z obserwowaną w oczach, w których przeprowadzono zabieg pozorowany [19].

Trabekulektomia *ab interno* – trabektomia (NeoMedix, Inc., Tustin, CA, USA)

Trabektomia usuwa pasek beleczkowania i wewnętrznej ściany kanału Schlemma za pomocą elektrokoagulacji o wysokiej częstotliwości. W uchwycie o średnicy 19,5G znajduje się stopka wprowadzana do kanału Schlemma przez beleczkowanie. Port irygacyjny zapewnia utrzymanie komory przedniej oka i rozprasza ciepło, a port aspiracyjny znajduje się w pobliżu elektrody koagulacyjnej (ryc. 3). Operator kontroluje pracę urządzenia, naciskając stopą na przycisk aktywujący irygację, aspirację i koagulację [4••].

Przeanalizowano wiele doniesień przedstawiających wyniki uzyskane u chorych poddanych trabektomii w skojarzeniu z fakoemulsyfikacją lub bez niej [4••]. Vold i Dustin [20] ocenili retrospektywnie rezultaty leczenia serii kolejnych oczu, w których zastosowali ten zabieg. U części chorych był on poprzedzony trabekuloplastyką laserową. Stwierdzili, że wcześniejsze wykonanie trabekuloplastyki nie wpływa znamienne na wartości IOP obserwowane po roku [20]. W prospektywnym badaniu Francis i Winarko [21•] porównali wyniki uzyskane po operacji fakotrabektomii ($n=89$ oczu) z wynikami uzyskanymi po fakotrabekulektomii ($n=23$ oczu). Po roku wartości IOP obserwowane w tych grupach zmniejszyły się odpowiednio z $22,1 \pm 5,5$ do $15,4 \pm 3,1$ mm Hg i z $23,0 \pm 10,7$ do $11,0 \pm 5,7$ mm Hg, a różnica między grupami była znamienna statystycznie ($p < 0,01$). Po roku odsetki skutecznych zabiegów oceniane na podstawie kryteriów TVT (wszczepienie implantu *vs* trabekulektomia) [3] nie różniły się znamien-

człowiekowi (ryc. 1 A i B). Mikrostant iStent wszczepia się do kanału Schlemma za pomocą specjalnego podajnika [5••]. W trakcie początkowych badań wszczepiano pojedynczy iStent, w kolejnych zaś oceniano wpływ zastosowania wielu takich stentów.

W randomizowanym badaniu klinicznym przeprowadzonym z udziałem 36 chorych na OAG Fea [6] porównał wyniki fakoemulsyfikacji z wszczepieniem iStentu z wynikami wyłącznej fakoemulsyfikacji. Po 15 miesiącach obserwacji wyjściowa wartość IOP i liczba leków przyjmowanych przez chorych z grupy leczenia skojarzonego zmniejszyły się odpowiednio z $17,9 \pm 2,6$ do $14,8 \pm 1,2$ mm Hg oraz z $2,0 \pm 0,9$ do $0,4 \pm 0,7$. W grupie kontrolnej wartość IOP i liczba stosowanych leków przeciwjaskrowych zmniejszyły się z $17,3 \pm 3,0$ do $15,7 \pm 1,1$ mm Hg i z $1,9 \pm 0,7$ do $1,3 \pm 1,0$. Obserwowane między grupami różnice dotyczące obniżenia IOP i zmniejszenia liczby przyjmowanych leków były zatem znamienne statystycznie i wyniosły odpowiednio $p=0,031$ oraz $p=0,007$. Dzięki unikalnemu projektowi badania po 15 miesiącach od zabiegu przerwano podawanie leków obniżających IOP, by zminimalizować możliwość zakłócania wyników przez ich działanie. Średnie wartości IOP wyniosły wówczas w grupie leczenia skojarzonego i w grupie kontrolnej odpowiednio $16,6 \pm 3,1$ i $19,2 \pm 3,5$ mm Hg ($p=0,042$). Nie opisano działań niepożądanych związanych z wszczepieniem iStentu [6]. Samuelson i wsp. [5••] porównali wyniki podobnego leczenia 240 oczu w wielośrodkowym randomizowanym badaniu klinicznym z grupą kontrolną. Po roku bez stosowania leków przeciwjaskrowych wartości IOP równe lub mniejsze niż 21 mm Hg stwierdzono w 72% oczu chorych poddanych leczeniu skojarzonemu i 50% oczu chorych z grupy kontrolnej ($p < 0,001$). Niedrożność stentu obserwowano w 4% oczu, przy czym troje oczu wymagało zmiany położenia stentu lub jego usunięcia, a w jednym oku było konieczne wykonanie irydooplastyki laserowej po miesiącu od operacji. Poza tym działania niepożądane były w obu grupach porównywalne [5••]. Na podstawie analizy bezpieczeństwa w omawianych grupach chorych oraz u uczestników innych badań klinicznych ($n=306$), w których dane te gromadzono co najmniej przez rok, nie stwierdzono znamiennych różnic dotyczących najlepszej skorygowanej ostrości wzroku (best corrected visual acuity, BCVA), średniego odchylenia oraz pachymetrii. Najczęstszymi obserwowanymi działaniami niepożądanymi były wzrost IOP (12%), niedrożność stentu (7%) oraz jego niewłaściwe ustawienie (6%). Interwencje chirurgiczne podjęte w celu leczenia chorych z nieprawidłowym ustawieniem lub niedrożno-

ścią stentu nie wpłynęły na obniżenie BCVA, nie spowodowały też innych ważnych klinicznie działań niepożądanych [7,8••]. Villalobos i wsp. [9•] przedstawili wyniki 19 operacji łączonych o najdłuższym okresie obserwacji wynoszącym średnio $53,7 \pm 9,3$ miesiąca. Średnia wartość IOP zmniejszyła się z $19,4 \pm 1,9$ do $16,3 \pm 4,2$ mm Hg ($p=0,002$), a średnia liczba przyjmowanych leków przeciwjaskrowych z $1,3 \pm 0,5$ do $0,8 \pm 0,9$ ($p=0,05$) [9•]. W dwóch innych doniesieniach również opisano obniżenie IOP i zmniejszenie liczby przyjmowanych leków przeciwjaskrowych wśród chorych na wtórną jaskrę (po leczeniu steroidami, pseudooeksfoliacyjną, barwnikową, pourazową), którym wyłącznie wszczepiono iStent [10•,11].

Korzystne wydaje się również wszczepienie kilku iStentów. Belovay i Ahmed [12] przedstawili wyniki leczenia 52 chorych, którym wszczepili po kilka stentów (średnio $2,7 \pm 0,7$). Stwierdzili obniżenie IOP z $18,7 \pm 4,4$ do $13,4 \pm 3,6$ mm Hg ($p < 0,001$) oraz zmniejszenie liczby przyjmowanych leków przeciwjaskrowych z $2,8 \pm 1,0$ do $0,5 \pm 0,9$ ($p < 0,001$). Podczas badania fluorofotometrycznego porównano wyniki uzyskane u chorych na pierwotną jaskrę otwartego kąta (primary open-angle glaucoma, POAG) lub nadciśnienie oczne, którym przydzielono losowo do grupy leczonej fakoemulsyfikacją i wszczepieniem dwóch iStentów lub do grupy poddanej wyłącznej fakoemulsyfikacji. Odpływ cieczy wodnistej przez beleczkowanie poprawił się w grupie terapeutycznej i kontrolnej odpowiednio o 275 i 46%. Po roku IOP obniżyło się w grupie terapeutycznej z $24,2 \pm 1,8$ do $7,6 \pm 2,8$ mm Hg, a w grupie kontrolnej z $23,6 \pm 1,5$ do $19,8 \pm 2,3$ mm Hg, zaś liczba przyjmowanych leków przeciwjaskrowych odpowiednio z $1,1 \pm 0,5$ do 0 i $1,2 \pm 0,7$ do $0,7 \pm 1,0$. Wartości obu badanych parametrów zmniejszyły się znamienne statystycznie (odpowiednio $p=0,04$ i $p=0,007$) [13•].

Firma Glaukos opracowała stożkowy mikrostant drugiej generacji (iStent inject) zbudowany z tytanu powlekanego heparyną i zaprojektowany do bezpośredniego wstrzykiwania *ab interno* do kanału Schlemma (ryc. 1 C, D, E). Bacharach [14••] jako pierwszy przedstawił wyniki wszczepienia dwóch mikrostantów drugiej generacji skojarzonej z fakoemulsyfikacją w porównaniu z wynikami wyłącznej operacji zaćmy. Było to randomizowane badanie kliniczne przeprowadzone z udziałem 43 chorych na łagodną lub umiarkowanie zaawansowaną OAG. Po roku wartość IOP mniejszą lub równą 18 mm Hg bez konieczności przyjmowania leków przeciwjaskrowych uzyskano w 77% oczu w grupie leczonej i 24% oczu w grupie kontrolnej ($p=0,004$) [14••]. Bahler i wsp. [15•] przeanalizowali wyniki ułatwienia



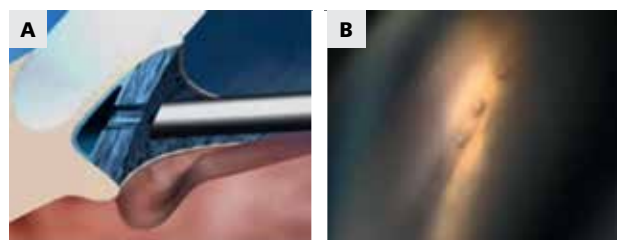
Rycina 3.
Trabekulektomia
ab interno –
trabektomia.

Dzięki uprzejmości
NeoMedix Inc., Tustin,
Kalifornia, USA.

nie. Zdaniem autorów badania obniżenie IOP było większe, a powikłania po operacji częstsze w grupie fakotrabekulektomii [21•]. W badaniu kohortowym Jea i wsp. [22•] porównali wyniki uzyskane w oczach poddanych trabekulektomii po niepowodzeniu trabektomii ($n=34$) z wynikami uzyskanymi w oczach poddanych pierwotnej trabekulektomii ($n=42$). Między grupami nie wykazali różnic dotyczących skuteczności [22•]. Autorzy tego badania zwrócili uwagę na jedną z zasadniczych cech zabiegów MIGS: zastosowanie dostępu *ab interno* oszczędzającego spojówkę nie może wpływać na zabiegi w obrębie spojówki wykonywane w przyszłości. Ma to zasadnicze znaczenie, uzasadnia bowiem wykonywanie operacji przeciwjaskrowych nie tak skutecznych jak trabekulektomia lub wszczepianie implantów drenażujących.

Trabekulostomia laserem ekscymerowym (Aida, GlauTec AG, Norymberga, Niemcy)

Trabekulostomia laserem ekscymerowym (excimer laser trabeculostomy, ELT) polega na wytworzeniu niewielkich otworów w beleczkowaniu i wewnętrznej ścianie kanału Schlemma za pomocą energii pochodzącej z kwarcowej sondy światłowodowej podłączonej do pulsacyjnego lasera ekscymerowego ksenonowo-chlorowego. Sonda jest zamontowana w osłonie ze stali nierdzewnej o średnicy zewnętrznej $500\ \mu\text{m}$ i ścięta pod kątem 65° , co ma ułatwić ustawienie

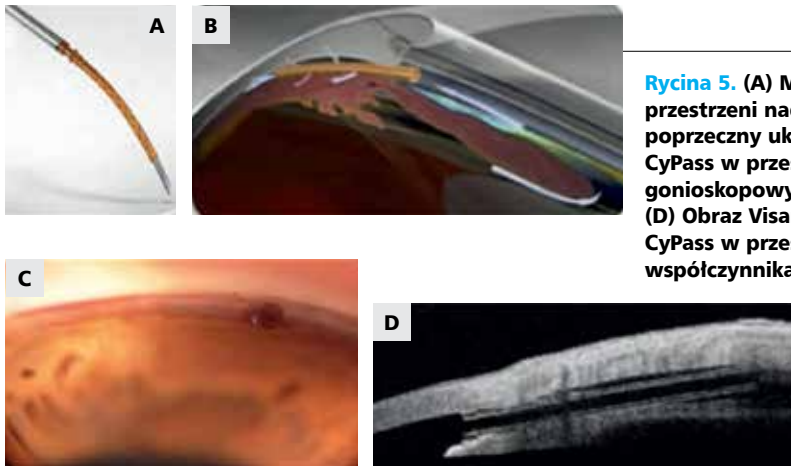


Rycina 4. (A) Sonda trabekulostomijna lasera ekscymerowego zbliżająca się do beleczkowania w celu wytworzenia otworu. (B) Obrazy gonioskopowe po trabekulostomii z wykorzystaniem lasera ekscymerowego.

Dzięki uprzejmości dr. Michaela S. Berlina.

urządzenia pod kątem (ryc. 4 A, B). Na obszarze zawartym w kącie 90° wykonuje się od 8 do 10 otworów, co sprawia, że beleczkowanie blednie i tworzy się pęcherzyk [4••].

Babighian i wsp. [23•] przeprowadzili niedawno prospektywnie randomizowane badanie kliniczne porównujące ELT z wybiórczą trabekuloplastyką laserową (selective laser trabeculoplasty, SLT) na obszarze 180° u 30 chorych na POAG. Po 2 latach IOP obniżyło się w grupach ELT i SLT odpowiednio z $25,0 \pm 1,9$ do $17,6 \pm 2,2$ mm Hg i z $23,9 \pm 0,9$ do $19,3 \pm 1,8$ mm Hg. Między grupami nie stwierdzono znamienych statystycznie różnic w częstości



Rycina 5. (A) Mikrostent CyPass wszczepiony *ab interno* do przestrzeni nadnaczyniówkowej. (B) Schematyczny przekrój poprzeczny ukazujący optymalne położenie mikrostentu CyPass w przestrzeni nadnaczyniówkowej. (C) Obraz gonioskopowy ukazujący położenie mikrostentu CyPass. (D) Obraz Visante OCT ukazujący położenie mikrostentu CyPass w przestrzeni nadnaczyniówkowej ze zmniejszeniem współczynnika odbicia przedstawiającym obecność płynu.

Obrazy gonioskopowe i OCT uzyskano dzięki uprzejmości autorów.

Pozostałe schematyczne ryciny uzyskano dzięki uprzejmości Transcend Medical, Menlo Park, Kalifornia, USA.

zabiegów całkowicie ani zadowalająco skutecznych [23•]. Töteberg-Harms i wsp. przedstawili roczne obserwowane wyniki uzyskane w 28 oczu chorych na pierwotną lub wtórną OAG, które poddano fakoemulsyfikacji i ELT. Wartości IOP zmniejszyły się z $25,33 \pm 2,85$ do $16,54 \pm 4,95$ mm Hg ($p < 0,001$), a liczba przyjmowanych leków przeciwjaskrowych z $2,25 \pm 1,26$ do $1,46 \pm 1,38$ ($p = 0,017$) [24].

Mikrostent CyPass (nadnaczyniówkowy) (Transcend Medical, Menlo Park, CA, USA)

Implant CyPass zbudowany z materiału poliamidowego wprowadza się *ab interno* do przestrzeni nadnaczyniówkowej za pomocą podajnika (ryc. 5 A-D).

Lanchulev i wsp. [25••] przedstawili wyniki leczenia 81 oczu poddanych fakoemulsyfikacji oraz wszczępieniu implantu CyPass. Po pół roku wartości IOP zmniejszyły się średnio z 22,9 do 16,2 mm Hg. Obserwowanymi po operacji działaniami niepożądanymi było spłycenie komory przedniej oka ($n=1$) i przejściowy krwistek ($n=2$) [25••]. Craven i wsp. [26•] przedstawili wyniki dotyczące bezpieczeństwa leczenia 121 oczu poddanych fakoemulsyfikacji i wszczępieniu CyPass. Opisane przez nich działania niepożądane to: przejściowy krwistek ($n=8$), utrzymywanie się stanu zapalnego ($n=1$), zakrzep gałązki żyły środkowej siatkówki ($n=1$) i nasilenie cukrzycowego obrzęku płamki ($n=1$) [26•].

Kierunki dalszego rozwoju

W miarę opracowywania nowych zabiegów, urządzeń i technologii diagnostycznych nasuwa się wiele pytań wy-

magających odpowiedzi, które pozwolą na uzyskanie lepszych wyników MIGS.

Czy można przewidzieć optymalne położenie implantu?

Za punkt największego oporu na prawidłowej drodze odpływu cieczy wodnistej uważa się część beleczkowania przylegająca do kanału Schlemma [27]. Ominięcie tego punktu nie u wszystkich chorych wystarcza, ponieważ opór może się pojawić również w dalszych odcinkach drogi odpływu [28,29]. Lepsze zrozumienie rozkładu oporu ułatwi przeprowadzenie zabiegu w optymalnym miejscu drogi odpływu [30-32]. Najczęściej zabiegi na kanale Schlemma są wykonywane w kwadrancie nosowym, z uwagi na łatwość dostępu przez nacięcia skroniowe w przezroczystej rogówce. W tym miejscu gromadzi się też najwięcej kanałów zbiorczych [33]. Wynik testu prowokacyjnego ułatwia wybór właściwej okolicy, ponieważ pozwala na umiejscowienie drożnych kanałów zbiorczych i żył wodnych. Grieshaber i wsp. [34••] badali 28 oczu czarnoskórych mieszkańców Afryki, którzy przebyli plastykę kanału Schlemma. Oceniali wsteczny odpływ krwi do kanału za pomocą gonioskopii prowokacyjnej i wypełnienie żył nadtwardówkowych po podaniu znacznika fluoresceinowego. Wartości IOP po operacji korelowały zarówno z nasileniem odpływu wstecznego, jak i ze stopniem wypełnienia żył nadtwardówkowych [34••]. Wyniki te świadczą o przydatności oceny uwarunkowań anatomicznych i czynności tradycyjnych struktur drogi odpływu położonych poza beleczkowaniem w przewidywaniu wyniku operacji. Zdaniem autorów tego artykułu do wszczępienia implantów do kanału Schlemma lub nacinania beleczko-



wania właściwe mogą być obszary ogniskowego odpływu wstecznej krwi. Grieshaber i wsp. [35] wykonywali też kanałografię, podczas której przez giętki mikrocewnik wstrzykiwali do kanału Schlemma barwnik fluoresceinowy. Umożliwiało to odróżnienie żył nadtwardówkowych bezpośrednio połączonych z układem odpływu cieczy wodnistej od żył rzęskowych [35]. Zastosowanie tej techniki wymaga nacięcia spojówki, co przeczy podstawowym zasadom MIGS. Autorzy omawianego badania uzyskali jednak zachęcające wyniki wskazujące, że przyszłe ilościowe i mniej inwazyjne badania konwencjonalnego systemu odpływu cieczy wodnistej z użyciem barwników mogą dostarczyć cennych informacji o optymalnym miejscu przeprowadzenia operacji na kanale Schlemma. Natomiast autorzy artykułu wykonują kanałografię *ab interno* z dostępu przez implanty wprowadzone do kanału Schlemma. Barwnik podaje się po wszczępieniu, by ocenić warunki anatomiczne dalszego odcinka drogi odpływu.

W przewidywaniu optymalnego zakresu operacji na kanale Schlemma przydatne mogą się też okazać wyniki badań porównawczych. Uzyskanie najlepszego odpływu cieczy wodnistej wymaga czasem zmodyfikowania liczby zastosowanych implantów, ich długości oraz szerokości nacięcia obszaru beleczkowania.

Nieinwazyjną metodą oceny budowy i czynności konwencjonalnej drogi odpływu cieczy wodnistej są badania obrazowe cechujące się dużą rozdzielczością. Kagemann i wsp. [36•,37•] wykorzystali spektralną optyczną koherentną tomografię (spectral domain ocular coherence tomography, SOCT) do nieinwazyjnej oceny kanału Schlemma i kanałów zbiorczych [36•] oraz śródtwardówkowego splotu żylnego [37•]. Potwierdzili słusność wcześniejszych informacji o większym nagromadzeniu kanałów zbiorczych w kwadrancie nosowym. Posłużyli się również SOCT przedniego odcinka gałki ocznej, by uzyskać obiektywne wyniki pomiarów przepływu liniowego metodą Dopplera w modelu *in vitro* przepływu odtłuszczonego mleka [38]. Hann i wsp. [39•] uwidocznili opisaną strukturę w trójwymiarowej tomografii mikrokomputerowej. Żadna z dostępnych obecnie technologii nie dostarcza jednak wystarczająco dokładnych informacji niezbędnych do wykorzystania podczas operacji. Natomiast skojarzenie metod oraz dalsze badania technologii mogą pozwolić na uzyskanie bardzo cennych metod oceny tradycyjnego układu odpływu cieczy wodnistej.

Technika operacyjna

Obowiązująca obecnie technika wykonywania MIGS wymaga stosowania gonioskopii, śródoperacyjnej zmiany po-

zycji mikroskopu i głowy chorego, a niektórzy chirurdzy zmieniają kąt dostępu. Coraz częstsze wykorzystywanie zabiegów MGIS i ich różnorodność zwiększają zainteresowanie uzyskiwaniem coraz lepszych wyników leczenia i uproszczeniem stosowania chirurgii kąta przesączania. Wśród nowości wprowadzanych do gonioskopii są gonioskopia bezpośrednia (niewymagająca użycia mikroskopu ani unoszenia głowy chorego) oraz uwidocznienie kąta przesączania za pomocą endoskopu lub światłowodu [40].

Badania efektywności kosztowej i jakości życia

Wraz z pojawianiem się kolejnych odległych wyników leczenia metodami MIGS modele leczenia chorych na jaskrę powinny być wykorzystywane w zależności od ich efektywności kosztowej i wpływu na jakość życia chorych [41-45]. Należy w nich uwzględniać jakość życia związaną z postępowaniem w okresie okołoperacyjnym, możliwą zmianę stosowania leków przeciwjaskrowych, czas przeprowadzania dalszych operacji z powodu jaskry oraz wyniki dotyczące widzenia. Uzyskanie tych informacji pozwala lepiej zrozumieć znaczenie tych zabiegów podczas rozmów z chorymi, kolegami lekarzami, przedstawicielami firm wytwarzających sprzęt oraz decydentami. Koszty początkowe i wpływ zabiegów MIGS na jakość życia powinny być uzasadniane z perspektywy chorych oraz agencji i rządów pokrywających koszty leczenia.

Randomizowane badania kliniczne

Podobnie jak większość powszechnie przeprowadzanych dziś operacji przeciwjaskrowych [1-3], również MIGS znajdują miejsce w algorytmie leczenia chorych na jaskrę po zgromadzeniu większej liczby informacji. Potwierdzenie przydatności i oszacowanie następstw każdej operacji można uzyskać jedynie na podstawie wyników dobrze zaprojektowanych randomizowanych badań klinicznych, porównujących ją z wyłączną operacją zaćmy lub innym zabiegiem.

Podsumowanie

Zabiegi MIGS spełniają następujące warunki: wykonywane są z dostępu *ab interno*, uszkodzenie tkanek jest minimalne, zabiegi te są skuteczne, bardzo bezpieczne i zapewniają szybki powrót do zdrowia. Zabiegi MIGS cieszą się coraz większym zainteresowaniem i są coraz bardziej dostępne. Co ważne, przydatność kolejnych metod leczenia chirurgicznego potwierdzają mocne dowody naukowe.

Przedstawiony przegląd oparty o najnowsze piśmiennictwo wskazuje, że wiele implantów wykorzystywanych podczas MIGS może przynieść znaczne korzyści chorym na jaskrę dzięki obniżeniu IOP, zmniejszeniu liczby przyjmowanych leków przeciwjaskrowych i znakomitemu profilowi bezpieczeństwa. Zabiegi MIGS z pewnością znajdują swe miejsce w algorytmie leczenia chorych na jaskrę, wymaga ono jednak dokładnego określenia.

Konflikt interesów

Ujawnienie zależności finansowych: Hady Saheb: nie zgłasza konfliktu interesów.

Ike K Ahmed oświadcza, że otrzymał wynagrodzenie za konsultacje (K), wykłady (W) oraz granty/wsparcie naukowe (N) od firm: Aldon (K, W, N), Abbott Medical Optics (AMO) (K, W, N), Allergan (K, W, N), Aquesys (K, N), Carl Zeiss Meditec (K, W, N), Clarity Medical Systems (K, W), Ivantis (K, N), EndoOptiks (K), Eyelight (K), Science (K, W, N), Glaukos (K), Merck Frosst (W, N), New World Medical (W), Pfizer (K, W, N) i Transcend Medical (K, N).

Tłumaczenie oryginalnej anglojęzycznej wersji artykułu z *Current Opinion in Ophthalmology*, March 2012, 23 (2): 96-104, wydawanego przez Lippincott Williams & Wilkins. Lippincott Williams & Wilkins nie ponosi odpowiedzialności za błędy powstałe w wyniku tłumaczenia ani nie popiera i nie poleca jakichkolwiek produktów, usług lub urządzeń.

Piśmiennictwo

• szczególnie interesujące •• wyjątkowo interesujące

- AGIS Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 9. Comparison of glaucoma outcomes in black and white patients within treatment groups. *Am J Ophthalmol* 2001;132:311-320.
- Musch DC, Gillespie BW, Niziol LM, et al. CIGTS Study Group. Intraocular pressure control and long-term visual field loss in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study. *Ophthalmology* 2011; 118:1766-1773.
- Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, et al. Three-year follow-up of the tube versus trabeculectomy study. *Am J Ophthalmol* 2009;148:670-684.
- Francis BA, Singh K, Lin SC, et al. Novel glaucoma procedures. *OPHTHA* 2011;118:1466-1480.
- Przeгляд piśmiennictwa omawiającego implanty wykorzystywane w chirurgii jaskry oraz zabiegów, na których ocenę zezwoliła Food and Drug Administration lub są przedmiotem badań III fazy prowadzonych w Stanach Zjednoczonych od października 2009 r.
- Samuelson TW, Katz LJ, Wells JM, et al. Group UIS. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract. *OPHTHA* 2011;118:459-467.
- Kluczowe dla FDA badanie oceniające mikrosteny iStent, w którym wykazano zwiększenie liczby chorych niewymagających przyjmowania leków przeciwjaskrowych i opanowanie IOP dzięki wszczepieniu mikrosteny. Jest to największe z randomizowanych badań klinicznych poświęconych MIGS.
- Fea AM. Phacoemulsification versus phacoemulsification with micro-bypass stent implantation in primary open-angle glaucoma: randomized double-masked clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:407-412.
- Myers JS, Katz LJ. Safety of trabecular bypass stent implantation in >30 eyes with open angle glaucoma. Paper presentation AGS Dana Point; 2011.
- Craven RE. Prospective randomized controlled trial of cataract surgery with trabecular micro-bypass stent in mild moderate open-angle glaucoma: safety in 2-year follow-up. Poster 982985 at ASCRS San Diego; 2011.
- Streszczenie badania analizującego dane dotyczące bezpieczeństwa zastosowania mikrosteny iStent w największej grupie chorych oraz porównującego profil bezpieczeństwa iStent z profilem wyłącznej fakoemulsyfikacji.
- Villalobos PA, Martinez-De-La-Casa JM, Diaz-Valle D, et al. Glaukos iStent and cataract surgery for coexistent open-angle glaucoma and cataract. A long term study. ARVO Meeting Abstracts 2011; 52:2638.
- Analiza najbardziej odległych wyników uzyskanych po wszczepieniu mikrosteny iStent.
- Buchaca O, Duch S, Milla E, Stirbu O. One-year analysis of the iStent trabecular microbypass in secondary glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2011; 5:321-326.
- Przedstawiono skuteczność wszczepiania mikrosteny iStent u chorych na wtórną OAB.
- Morales-Fernandez L, Martinez-De-La-Casa JM, Garcia-Feijoo J, et al. Glaukos® trabecular stent used to treat steroid-induced glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2011; Epub ahead of print DOI: 10.5301/ejo.5000073 pp. 1-4, published 28 October 2011.
- Belovay GW, Ahmed IK. Using multiple trabecular micro bypass stents in cataract patients to treat primary open-angle glaucoma. Paper Presentation ASCRS Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery Boston MA; 2010.
- Fernandez-Barrimentos Y, Garcia-Feijoo J, Martinez-de-la-Casa JM, et al. Fluorophotometric study of the effect of the glaukos trabecular microbypass stent on aqueous humor dynamics. *Investig Ophthalmol Visual Sci* 2010; 51:3327-3332.
- Przedstawiono zmiany w ułatwieniu odpływu cieczy wodnistej, IOP i liczbie przyjmowanych leków przeciwjaskrowych u chorych poddanych fakoemulsyfikacji i wszczepieniu dwóch mikrostenów iStent.
- Bacharach J. One-year results of randomized controlled trial of cataract surgery with second-generation trabecular micro-bypass stents in mild to moderate open-angle glaucoma. Abstract presented at ASCRS 2011 (Chicago) and AGS 2011 (New York City).
- Wstępne wyniki randomizowanego badania klinicznego porównującego wszczepienie dwóch mikrostenów iStent drugiej generacji połączonego z fakoemulsyfikacją z wyłączną fakoemulsyfikacją.
- Bahler CK, Fjield T, Hann CR, et al. Second generation trabecular meshwork bypass stent increases outflow facility in cultured human anterior segments. ARVO Poster 3240-D782 Ft Lauderdale; 2010.
- Przedstawiono dodatkowe ułatwienie odpływu cieczy wodnistej dzięki wszczepieniu mikrosteny iStent oraz przeanalizowano wyniki oceny wszczepienia iStent przeprowadzonej za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego.
- Ahmed IK, Jampel HD, Saheb H. Clinical outcomes for a Schlemm's canal scaffold for IOP reduction after cataract surgery in mild to moderate open angle glaucoma submitted to AGS 2012, New York City.
- Przedstawiono wstępne wyniki wszczepienia rusztowania kanalikowego Hydrus i fakoemulsyfikacji.

- 17 Camras LJ, Samuelson TW, Ahmed IK, Toris CB. Hydrus aqueous implant increases outflow facility in human anterior segments. ARVO 2011 abstract: 2069.
- Porównano ułatwienie odpływu cieczy wodnistej w odcinku przednim ludzkiej gałki ocznej po wszczepieniu implantu Hydrus z ułatwieniem obserwowanym w grupie kontrolnej.
- 18 Saheb H, Johnstone MA, Toris CB, et al. A novel Schlemm's canal scaffold maintains patency of collector channel ostia in human anterior segments, abstract, submitted to AGS (New York City) and ASCRS (Chicago) 2012.
- 19 Grierson I, Kahook M, Toris C, Johnstone M. *In vivo* biocompatibility evaluation of a novel nickel-titanium Schlemm's canal scaffold. Accepted for poster presentation, American Glaucoma Society Meeting, New York City, March 2012.
- 20 Vold SD, Dustin L. Trabectome Study Group. Impact of laser trabeculoplasty on Trabectome® outcomes. *Ophthalm Surg Lasers Imag* 2010; 41:443–451.
- 21 Francis BA, Winarko J. Combined Trabectome and cataract surgery *versus* combined trabeculectomy and cataract surgery in open-angle glaucoma. *Clin Surg Ophthalmol* 2011; 29:4–10.
- Porównanie IOP, liczby przyjmowanych leków przeciwjaskrowych i bezpieczeństwa leczenia po zabiegu fako-trabektomii z wynikami fako-trabekulektomii.
- 22 Jea SY, Mosaed S, Vold SD, Rhee DJ. Effect of a failed Trabectome on subsequent trabeculectomy. *J Glaucoma* 2011; Epub ahead of print doi 10.1097/IJG.0b013e31820bcfda.
- Przedstawiono wpływ nieskutecznej trabektomii na wyniki późniejszej trabekulektomii.
- 23 Babighian S, Caretti L, Tavolato M, et al. Excimer laser trabeculotomy *vs.* 180 degrees selective laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma. A 2-year randomized, controlled trial. *Eye (Lond)* 2010;24:632–638.
- Analiza wyników randomizowanego badania kontrolnego porównującego ELT z SLT.
- 24 Töteberg-Harms M, Ciechanowski PP, Hirn C, Funk J. One-year results after combined cataract surgery and excimer laser trabeculotomy for elevated intraocular pressure. *Ophthalmologie* 2011;108:733–738.
- 25 Lanchulev S, Ahmed I, Hoeh H, et al. Minimally invasive ab-interno suprachoroidal device (CyPass) for IOP control in open-angle glaucoma. AAO 2010 Poster.
- Wstępne wyniki wszczepienia *ab interno* mikro-stentu CyPass w połączeniu z fakoemulsyfikacją.
- 26 Craven ER, Khatana A, Hoeh H, et al. Minimally invasive, ab interno suprachoroidal micro-stent for IOP reduction in combination with phaco cataract surgery. AAO 2011 Poster.
- Analiza bezpieczeństwa wszczepienia mikro-stentu CyPass w połączeniu z fakoemulsyfikacją w 121 oczu.
- 27 Grant WM. Experimental aqueous perfusion in enucleated human eyes. *Arch Ophthalmol* 1963;69:783–801.
- 28 Schuman JS, Chang W, Wang N, et al. Excimer laser effects on outflow facility and outflow pathway morphology. *Investig Ophthalmol Visual Sci* 1999;40:1676–1680.
- 29 Rosenquist R, Epstein D, Melamed S, et al. Outflow resistance of enucleated human eyes at two different perfusion pressures and different extents of trabeculotomy. *Curr Eye Res* 1989;8:1233–1240.
- 30 Ashton N. Anatomical study of Schlemm's canal and aqueous veins by means of Neoprene casts. *Br J Ophthalmol* 1951;35:291–303.
- 31 Ashton N. Anatomical study of Schlemm's canal and aqueous veins by means of Neoprene casts: part II. Aqueous veins (continued). *Br J Ophthalmol* 1952;36:265–267.
- 32 Ashton N. Anatomical study of Schlemm's canal and aqueous veins by means of Neoprene casts: III. Arterial relations of Schlemm's canal. *Br J Ophthalmol* 1953;37:577–586.
- 33 Ascher KW. The aqueous veins. In Lyle JD, editor. American lecture series, no. 403. Springfield, Ill: Charles C Thomas; 1961. pp. 1–369.
- 34 Grieshaber MC, Pienaar A, Olivier J, Stegmann R. Clinical evaluation of the aqueous outflow system in primary open-angle glaucoma for canaloplasty. *Investig Ophthalmol Visual Sci* 2010;51:1498–1504.
- Omówienie możliwości przewidywania wartości IOP po operacji na podstawie wyników gonioskopii prowokacyjnej.
- 35 Grieshaber MC, Pienaar A, Olivier J, Stegmann R. Channelography: imaging of the aqueous outflow pathway with flexible microcatheter and fluorescein in canaloplasty. *Klin Monbl Augenheilkd* 2009;226:245–248.
- 36 Kagemann L, Wollstein G, Ishikawa H, et al. Identification and assessment of Schlemm's canal by spectral-domain optical coherence tomography. *Investig Ophthalmol Visual Sci* 2010;51:4054–4059.
- Przedstawienie możliwości wykorzystania technologii SOCT w celu uwidocznienia kanałów zbiorczych.
- 37 Kagemann L, Wollstein G, Ishikawa H, et al. 3D visualization of aqueous humor outflow structures *in-situ* in humans. *Exp Eye Res* 2011;1–8.
- Przedstawienie możliwości wykorzystania technologii SOCT w celu uwidocznienia śródtwardówkowego splottu żylnego.
- 38 Kagemann L, Wollstein G, Ishikawa H, et al. Validation of spectral domain optical coherence tomographic Doppler shifts using an *in vitro* flow model. *Investig Ophthalmol Visual Sci* 2009;50:702–706.
- 39 Hann CR, Bentley MD, Vernocke A, et al. Imaging the aqueous humor outflow pathway in human eyes by three-dimensional micro-computed tomography (3D micro-CT). *Exp Eye Res* 2011;92:104–111.
- Przedstawienie możliwości wykorzystania tomografii mikrokomputerowej w celu uwidocznienia tradycyjnej drogi odpływu cieczy wodnistej.
- 40 Vold SD, Ahmed I. Intraoperative gonioscopy: past, present, and future. *Glaucoma Today* September 2010.
- 41 Peeters A, Schouten JSAG, Webers CAB, et al. Cost-effectiveness of early detection and treatment of ocular hypertension and primary open-angle glaucoma by the ophthalmologist. *Eye (Lond)* 2008;22:354–362.
- 42 Stewart WC, Stewart JA, Nasser QJ, et al. Cost-effectiveness of treating ocular hypertension. *Ophthalmology* 2008;115:94–98.
- 43 Kymes SM, Kass MA, Anderson DR, et al. Ocular Hypertension Treatment Study Group (OHTS). Management of ocular hypertension: a cost-effectiveness approach from the Ocular Hypertension Treatment Study. *Am J Ophthalmol* 2006; 141:997–1008.
- 44 Rein DB, Wittenborn JS, Lee PP, et al. The cost-effectiveness of routine office-based identification and subsequent medical treatment of primary open-angle glaucoma in the United States. *Ophthalmology* 2009;116: 823–832.
- 45 Tuulonen A. Economic considerations of the diagnosis and management for glaucoma in the developed world. *Curr Opin Ophthalmol* 2011; 22:102–109.

KOMENTARZ



Dr hab. n. med.
Marek Rękas
prof. nadzw. WIM
Klinika Okulistyki WIM
w Warszawie

CHIRURGIA JASKRY JEST JEDNĄ Z NAJSZYBCIEJ rozwijających się dziedzin okulistyki. Rozwiązania chirurgiczne proponowane współcześnie koncentrują się na wzmocnieniu mechanizmów fizjologicznego odpływu cieczy wodnistej z oka. W tym aspekcie większość będących w użyciu leków przeciwjaskrowych, które zmniejszają syntezę cieczy wodnistej, cechuje нефizjologiczny mechanizm działania, chociaż w badaniach naukowych podobna tendencja jest również obserwowana w farmakoterapii tego schorzenia. Zalety, jakie stwarza otwarcie komory przedniej i dostęp *ab interno* do struktur kąta tęczówkowo-rogowkowego, są bardzo duże. Należy zwrócić uwagę przede wszystkim na oszczędzanie powierzchni oka oraz ułatwiony dostęp do struktur trabekulum, a zwłaszcza do jego części nosowo-dolnej, gdzie odpływ drogą konwencjonalną jest najlepiej rozwinięty. Istotny jest również fakt, że ta część kąta tęczówkowo-rogowkowego ze względów topograficznych jest dla klasycznej chirurgii z dostępu *ab externo* nieużyteczna. Takie właśnie uwarunkowania, jak również duże bezpieczeństwo MIGS, umożliwiają znacznie wcześniejszą interwencję chirurgiczną w przypadku jaskry zarówno z otwartym, jak i wąskim kątem tęczówkowo-rogowkowym. O ile zabiegi usprawniające drogę konwencjonalną i niekonwencjonalną przeznaczone są głównie do leczenia jaskry z otwartym kątem tęczówkowo-rogowkowym, operacje wykorzystujące odpływ podspojówkowy mogą być stosowane w obu postaciach jaskry. Należy zwrócić uwagę

jeszcze na jeden aspekt MIGS, który szybko dostrzegają również nasi chorzy. Jakość życia po takiej operacji zrównuje się z komfortem, jakiego doświadcza chory po operacji zaćmy, a z drugiej strony przewyższa pod tym względem każdą operację przeciwjaskrową wykonaną z dostępu *ab externo*. Klasyczne leczenie operacyjne jaskry wymaga bowiem licznych wizyt po operacji utrudniających szybki powrót do normalnych czynności życiowych, do których chory jest przyzwyczajony. We współczesnym podejściu do leczenia jaskry nie możemy wyeliminować ani leczenia zachowawczego, ani postępowania operacyjnego. Błędy popełniane dziś wynikają ze zbyt długiego leczenia zachowawczego, które doprowadza do uszkodzenia powierzchni oka i w konsekwencji zmniejsza skuteczność leczenia operacyjnego. Rozwój MIGS umożliwi u niektórych chorych rozpoczęcie leczenia jaskry od postępowania chirurgicznego wspomaganego lekami nowej generacji, które poprawiają odpływ fizjologiczny, nie upośledzając jednocześnie syntezę cieczy wodnistej. Zahamowanie funkcji ciała rzęskowego doprowadza z jednej strony do upośledzenia odżywiania soczewki i śródbłonna, co w niektórych przypadkach może mieć również konsekwencje kliniczne, zmienia też właściwości viskoelastyczne płynu komorowego, które mają bardzo duże znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania fizjologicznych dróg odpływu.

Większość mikroimplantów stosowanych w MIGS jest już dzisiaj zarejestrowana w Unii Europejskiej. W Klinice Okulistyki Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie od 2009 r. przeprowadzaliśmy badanie kliniczne i dlatego pozwoliłem sobie przedstawić Państwu również nasze spostrzeżenia dotyczące tego zagadnienia. Pytanie zasadnicze i w tym przypadku będzie następujące: czy współczesne systemy zdrowotne będą zdolne do finansowania takiego przedsięwzięcia? Pytanie pozostawiam otwarte do rozstrzygnięcia przez naukowców, ekonomistów i polityków.