

Zmiany refrakcji oka w następstwie łączonych zabiegów przeciwjaskrowych. Porównanie zabiegów penetrujących i niepenetrujących

Refractive change following glaucoma surgery combined with cataract. Comparison of penetrating and nonpenetrating procedures

Anna Byszewska,¹ Katarzyna Lewczuk,¹ Karolina Krix-Jachym,¹ Maksymilian Onyszkiewicz,² Milena Kozera,¹ Marek Rękas¹

¹ Klinika Okulistyki CSK MON WIM w Warszawie; kierownik: prof. dr hab. med. Marek Rękas

² Warszawski Uniwersytet Medyczny, Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Okulistyki CSK MON WIM; opiekun koła: lek. Anna Byszewska

Streszczenie. Cel. Analiza zmian refrakcji oka z oceną astygmatyzmu po zabiegach penetrujących (fako-trabekulektomia i fako-wkleszczenie) oraz niepenetrujących (fako-sklerektomia głęboka niepenetrująca). Materiał i metody. Do badania prospektywnego włączono 37 pacjentów (37 oczu) – 21 po zabiegach penetrujących i 16 po niepenetrujących. Analiza na podstawie autorefraktometrii przed zabiegiem i 6 miesięcy po zabiegu. Wyliczono średnią wartość astygmatyzmu, sferoekwiwalent, centroid, trend astygmatyzmu (zgodny z regułą, przeciwny regule i skośny), a także astygmatyzm indukowany chirurgicznie (SIA). Wyniki. Średnia arytmetyczna astygmatyzmu przed operacją dla zabiegów penetrujących wyniosła $0,84 \pm 0,51D$, a dla zabiegów niepenetrujących $0,98 \pm 0,73D$. Po zabiegu odpowiednio $0,98 \pm 0,73D$ i $1,07 \pm 0,72D$. Centroid w zabiegach penetrujących przed zabiegiem wynosił $0,13 D$ ax $150,8^\circ$, po zabiegu $0,32 D$ ax 3° . Centroid uległ zmianie ze skośnego na przeciwny regule. W procedurach niepenetrujących centroid przed zabiegiem wynosił $0,21D$ ax $56,6^\circ$, a po zabiegu $0,4D$ ax $64,8^\circ$. Przed operacją i po niej był przeciwny regule. SIA 6 miesięcy po zabiegu wynosił $1,24 \pm 0,74D$ w zabiegach penetrujących i $1,22 \pm 0,95D$ w niepenetrujących. Nie wykazano różnic dla SIA między grupami ($p=0,641$). Wnioski. Nie wykazano różnic w SIA i zmianach refrakcji (sferoekwiwalent, cylinder) w poszczególnych grupach, a także między nimi przed zabiegiem i po nim. Oba typy generują astygmatyzm przeciwny regule.

Słowa kluczowe: astygmatyzm, astygmatyzm indukowany chirurgicznie, centroid, analiza wektorowa astygmatyzmu, chirurgia jaskry i zaćmy, trabekulektomia, sklerektomia

Abstract. The aim of the study. Refractive changes analysis with assessment of astigmatism following penetrating (trabeculectomy, iridenclesis) and non-penetrating (nonpenetrating deep sclerectomy) glaucoma surgery. Material and methods. A prospective study involved 37 patients (37 eyes), of whom 21 underwent penetrating glaucoma procedure and 16 nonpenetrating. Before the surgery and 6 months postoperatively, autorefractometry data was collected and analyzed. Arithmetical mean of astigmatism, spheroequivalent, mean astigmatism in form of centroid, shift of astigmatism (with the rule – WTR, against the rule – ATR, oblique), and surgically induced astigmatism (SIA) were calculated. Results. Arithmetic mean of astigmatism before surgery for penetrating procedures was $0.84 \pm 0.51D$ and $0.98 \pm 0.73D$ for nonpenetrating ones. Six months postop it was $0.98 \pm 0.73D$ and $1.07 \pm 0.72D$, respectively. Centroid for penetrating surgery at day 0 was $0.13 D$ ax $150,8^\circ$ and after 6 months $0.32 D$ ax 3° . Preoperatively it was oblique and postoperatively it shifted into ATR direction. In nonpenetrating procedures, centroid was $0.21D$ ax 56.6° and $0.4D$ ax 64.8° after surgery. It was directed ATR pre and postop. SIA at 6 months was $1.24 \pm 0.74D$ for penetrating and $1.22 \pm 0.95D$ for nonpenetrating. No differences between the groups was shown for SIA ($p=0.641$). Conclusions. No differences were reported in SIA and refractive changes (in form of arithmetic mean of cylinder and spheroequivalent) in individual groups, and between them pre and postop. Both procedures shift the astigmatism in ATR direction.

Key words: astigmatism, surgically induced astigmatism, centroid, astigmatism vector analysis, cataract and glaucoma surgery, trabeculectomy, deep sclerectomy

Nadesłano: 2.01.2017. Przyjęto do druku: 22.05.2017
 Nie zgłoszono sprzeczności interesów.
 Lek. Wojsk., 2017; 95 (3): 270–275
 Copyright by Wojskowy Instytut Medyczny

Adres do korespondencji
 lek. Anna Byszewska
 Klinika Okulistyki CSKL MON WIM
 ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa
 e-mail: ania.byszewska@gmail.com

Wstęp

Zabiegi penetrujące są najczęściej wykonywanymi zabiegami przeciwjaskrowymi na świecie. Charakteryzują się jednak powikłaniami związanymi z hipotonią z powodu nasilonego odpływu cieczy wodnistej, zwłaszcza w pierwszych dniach po zabiegu. Z hipotonią związane jest spłycenie komory przedniej, makulopatia czy odłączenie naczyniówki. Obecnie coraz częściej stosowane są zabiegi niepenetrujące, których profil bezpieczeństwa jest znacznie bardziej korzystny przy stosunkowo niewielkiej różnicy w skuteczności [1]. W placówce, w której uzyskano materiał, standardowo w jaskrze pierwotnie otwartego kąta wykonuje się zabiegi niepenetrujące, a jeśli pacjent ma zmętniałą soczewkę – zabiegi łączone, z jednoczesnym usunięciem zaćmy. Jaskra i zaćma to bardzo często współistniejące patologie narządu wzroku, co jest związane przede wszystkim z wiekiem pacjentów. Istotnym wymiernikiem bezpieczeństwa zabiegu jest ostrość wzroku, na którą bezpośredni wpływ mają zmiany w refrakcji. Celem pracy jest ocena zmian refrakcji oka, a także szczegółowa ocena astygmatyzmu związanego z operacjami przeciwjaskrowymi. Okres, w jakim astygmatyzm pooperacyjny ulega stabilizacji, jest wciąż przedmiotem badań. Cunliffe i wsp. [2] wykazali stabilizację już 2 miesiące po zabiegach penetrujących, Dietze i wsp. [3] oraz Willekens i wsp. [4] po 3 miesiącach, Clarridge i wsp. [5], a także Hong i wsp. [6] donosili o zmianach do 12. miesiąca. W naszej pracy oceny dokonywaliśmy po 6 miesiącach.

Materiały i metody

Przeanalizowano dane uzyskane od 37 pacjentów (37 oczu) z rozpoznaną jaskrą i zaćmą, zakwalifikowanych do leczenia metodami chirurgicznymi. Pacjenci byli operowani w latach 2006–2007 w Klinice Okulistyki WIM. Badanie miało charakter prospektywny. Włączano pacjentów zakwalifikowanych do operacji penetrujących (wkłeszczenie, trabekulektomia) i niepenetrujących (sklerektomia głęboka niepenetrująca) (tab. 1.). Wskazaniem do operacji była progresja zmian jaskrowych spowodowana nieregulującymi się ciśnieniami

Tabela 1. Podstawowe dane demograficzne
Table 1. Summary of demographic data

grupa zabiegów	penetrujące	niepenetrujące
zabiegi	16 fako-trabekulektomii, 5 fako-wkleszczeń	16 fako-sklerektomii głębokich niepenetrujących
liczba pacjentów	21	16
wiek (lata)	74,09 ±9,01	72,75 ±6,97
oko prawe/lewe	13/8	8/8
płeć kobieta/ mężczyzna	14/7	8/8

wewnątrzgałkowymi, nietolerancją miejscowych leków przeciwjaskrowych bądź trudnościami w dostosowaniu się do zaleceń lekarskich. Wykluczono pacjentów uprzednio operowanych okulistycznie, co mogłoby mieć wpływ na refrakcję, pacjentów z innymi chorobami oka, które potencjalnie obniżają ostrość wzroku (m.in. zaawansowane zmiany w plamce żółtej czy siatkówce, nieuregulowana cukrzyca z retinopatią, przebyte zapalenia błony naczyniowej, patologie rogówki). Nie kwalifikowano pacjentów poniżej 18. roku życia.

Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z założeniami Deklaracji Helsińskiej. Uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Wojskowego Instytutu Medycznego.

Badanie przedoperacyjne

Badanie podmiotowe obejmowało ogólny wywiad lekarski oraz dokładny wywiad okulistyczny. Szczegółowo oceniano w lampie szczelinowej przedni i tylny odcinek gałki ocznej. W celu realizacji prezentowanego badania przed zabiegiem i 6 miesięcy po nim wykonano badanie keratometryczne rogówki za pomocą automatycznego autorefraktometru (Tomey, RC-800, US). Wszystkie operacje przeprowadził jeden doświadczony chirurg (M.R).

Technika operacyjna

Fako-trabekulektomia

Sedacja. Znieczulenie miejscowe. 2% Xylocaini poza-gałkowo. Szew cugowy na mięsień prosty górny. Rozwórka. Odcięcie spojówki gałkowej od góry, wycięcie torebki Tenona, zeszkrobanie blaszki naczyniowej nad-twardówki. Nacięcie twardówki i wypreparowanie płatka nad-twardówki. Punktowe otwarcie komory przedniej w rąbku oraz na 2,8 mm od skroni. Wiskoelastyk do komory przedniej. Kapsulotomia przednia okrężna. Hydrodyssekcja i hydrodelineacja. Fakoemulsyfikacja jądra soczewki. Irygacja i aspiracja mas korowych. Wiskoelastyk do komory przedniej. Implantacja soczewki zwijalnej z iniektora do torebki. Punktowe otwarcie komory przedniej pod płatką. Wiskoelastyk do komory przedniej. Wycięcie płatka trabekulum za pomocą puncha. Irydektomia przypadkowa. Endodiatermia. Dwa szwy pojedyncze nylonowe na płatek twardówki. Szwy pojedyncze wikrylowe na spojówkę gałkową. Uzupelnienie wiskoelastyku do komory przedniej. Opatrunek.

Fako-wkleszczenie

Sedacja. Znieczulenie miejscowe. 2% Xylocaini poza-gałkowo. Szew cugowy na mięsień prosty górny. Rozwórka. Odcięcie spojówki gałkowej od góry i skroni, zeszkrobanie blaszki naczyniowej nad-twardówki, nacięcie twardówki i wypreparowanie półelipsoidalnego płatka powierzchniowego nad-twardówki. Punktowe otwarcie komory przedniej w rąbku od skroni. Otwarcie wielkości 2,2 mm w przejrzystej rogówce od skroni. Wiskoelastyk do komory przedniej. Kapsuloreksja okrężna, ciągła, średnia. Hydrodyssekcja i hydrodelineacja. Fakoemulsyfikacja jądra. Irygacja i aspiracja mas korowych. Wiskoelastyk do komory przedniej. Wszczepienie STK za pomocą iniektora do torebki soczewki. Centrowanie. Nacięcie twardówki i spowodowane samoistne wstawienie się tęczęwki obwodowej, bez wpływu cieczy wodnistej. Nacięcie wkleszczonej tęczęwki równoleżnikowe i ułożenie jej listkiem barwnikowym do góry. Wiskoelastyk do komory przedniej. Dwa szwy pojedyncze nylonowe na płatek powierzchniowy twardówki. Szwy pojedyncze na spojówkę gałkową. Wyptukanie komory przedniej. Uszczelnienie ran. Opatrunek.

Fako-sklerektomia

Sedacja. Znieczulenie miejscowe. 2% Xylocaini poza-gałkowo. Szew cugowy na mięsień prosty górny. Rozwórka. Odcięcie spojówki gałkowej od góry, zeszkrobanie blaszki naczyniowej nad-twardówki, diatermokoagulacja krwawiących naczyń, nacięcie twardówki oraz wypreparowanie płatka powierzchniowego i głębokiego (mniejszego) nad-twardówki. Punktowe otwarcie komory przedniej w rąbku na 2,2 mm od skroni. Wiskoelastyk do komory przedniej. Kapsuloreksja przednia okrężna. Hydrodyssekcja i hydrodelineacja. Fakoemulsyfikacja

jądra soczewki. Irygacja i aspiracja mas korowych. Wiskoelastyk do komory przedniej. Implantacja soczewki zwijalnej z iniektora do torebki. Odcięcie płatka głębokiego twardówki do ostrogi twardówki i błony Descemeta. Zdjęcie stropu nad kanałem Schlemma. Stwierdzenie filtracji. Dwa pojedyncze szwy nylonowe na płatek powierzchniowy twardówki. Pojedyncze szwy wikrylowe na spojówkę gałkową. Ptukanie komory przedniej. Uszczelnienie ran w rąbku. Opatrunek.

Protokół pooperacyjny

Sztywny schemat wizyt przewidywał kontrole w 1. i 7. dniu po operacji, następnie w 1., 3. i 6. miesiącu. Do analizy zmian refrakcji wykorzystano dane z wizyty przedoperacyjnej i 6 miesięcy po zabiegu. Wszyscy pacjenci otrzymali po operacji krople z antybiotykiem, steroidem i niesteroidowym lekiem przeciwzapalnym na 4 tygodnie.

Analiza astygmatyzmu

Średni astygmatyzm dla poszczególnych kohort pacjentów wyliczono dwiema metodami [7,8]. Pierwsza z nich to średnia arytmetyczna z wartości dioptrii cylindrycznych, która nie uwzględnia wartości osi. Obliczono również ekwiwalent sferyczny. Ekwiwalent sferyczny to suma wartości sferycznej i połowy wartości cylindrycznej. Średnia arytmetyczna (cylindra czy ekwiwalentu) służy do porównania wartości bezwzględnych. Różnica w wartości cylindra uzyskana za pomocą prostego odejmowania może dać wyobrażenie o średniej zmianie wartości cylindra w danej grupie. Wszystkie obliczenia wykonywano na wartościach dioptrii cylindrycznych w formie plusowej.

Druga metoda to wyliczenie centroidu, czyli średniego astygmatyzmu z uwzględnieniem osi. Centroid pozwala na sumaryczną ocenę wektorową, a tym samym na ocenę trendu astygmatyzmu w kierunku zgodnym z regułą (*with the rule* – WTR), przeciw regule (*against the rule* – ATR) lub skośnym (*oblique*). Jest to jedyna metoda pozwalająca wyliczyć średni astygmatyzm dla całej grupy danych z uwzględnieniem jego kierunku (osi). Bez obliczenia centroidu niemożliwe jest określenie trendu astygmatyzmu dla grupy danych.

Metoda wektorowa – opis szczegółowy

Dane o niezborności przedstawiane standardowo jako wartości biegunowe (cylinder, oś) przekształcono na punkty, które można nanieść na układ kartezjański (os x,y). W tym celu zastosowano następujące wzory matematyczne:

$$x = \text{cyl} * \cos(2 * \text{axis})$$

$$y = \text{cyl} * \sin(2 * \text{axis})$$

Następnie wyliczono zmianę wektora astygmatyzmu:

$$\text{cyl} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$\text{kąt} = 1/2 * (\tan^{-1}(y/x))$
 jeżeli $x > 0$ i $y > 0$ $\text{kąt} = \text{osi}$
 jeżeli $x < 0$ $\text{kąt} = \text{osi} + 90^\circ$
 jeżeli $x > 0$ i $y < 0$ $\text{kąt} = \text{osi} + 180^\circ$
 jeżeli $x = 0$, a $y < 0$ $\text{kąt} = 135^\circ$
 jeżeli $x = 0$, a $y > 0$ $\text{kąt} = 45^\circ$
 jeżeli $x = 0$ i $y = 0$ $\text{kąt} = 0^\circ$
 jeżeli $y = 0$, a $x < 0$ $\text{kąt} = 90^\circ$
 jeżeli $y = 0$, a $x > 0$ $\text{kąt} = 0^\circ$

Obliczenia wykonano dla każdej pary danych osobno, aby ocenić zmianę wektorową dla poszczególnych pacjentów. W celu oszacowania zmiany wektorowej całej badanej grupy wyliczono centroid na podstawie średniej wszystkich x i średniej wszystkich y uzyskanych w analizowanej grupie.

Uzyskane wyniki centroidu przedstawiono graficznie na wykresie zdwójonego kąta. Wykres ten charakteryzuje się zakresem osi od 0° do 180° . Jest to najwłaściwszy sposób przedstawienia astygmatyzmu, ponieważ wektor wraca do tej samej wartości, gdy osiągnie kąt 180° . Centroid otacza elipsa, której ramiona są wyznaczane przez odchylenia standardowe z wartości x i y.

Astygmatyzm indukowany chirurgicznie (SIA) wyliczono na podstawie metody zaproponowanej przez Jaffe i Clayman [9] (ryc. 1.), gdzie SIA to wypadkowa wektora sprzed operacji i po operacji. Służy do oceny wpływu zabiegu na refrakcję gałki ocznej.

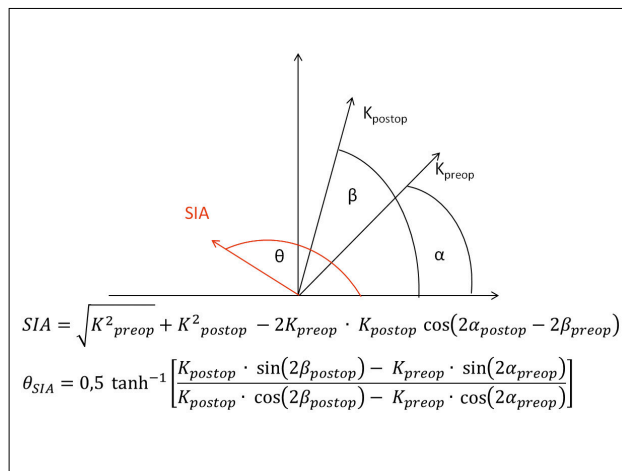
Analiza statystyczna

Obliczenia wykonano w programie Statistica 10.0 PL. Analiza obejmowała standardowe statystyki opisowe, normalność rozkładu oceniano testem Shapiro-Wilka, testu U-Manna Whitneya użyto do porównań między grupami, testu χ^2 dla danych nominalnych, a testu par Wilcoxon'a do analiz w grupach.

Wyniki

Do badania włączono 37 pacjentów (37 oczu). Jednocześnie przeprowadzono zabieg przeciwjaskrowy i usuwano zaćmę metodą fakoemulsyfikacji. Operacje penetrujące wykonano w 21 oczach, w 16 fako-trabekulektomię, a w 6 fako-wkleszczenie. Metodą fako-sklerekto-mii głębokiej niepenetrującej przeprowadzono zabieg u 16 pacjentów. Średni wiek pacjentów wynosił $73,38 \pm 8,14$ roku i nie różnił się między grupami. W analizowanym materiale kobiety stanowiły 60%, osoby 56% (tab. 1.).

Średnia arytmetyczna astygmatyzmu przed operacją dla zabiegów penetrujących wyniosła $0,84 \pm 0,51D$, a dla zabiegów niepenetrujących $0,98 \pm 0,73D$; 180 dni po zabiegu odpowiednio $0,98 \pm 0,73D$ i $1,07 \pm 0,72D$. Zmiana refrakcji indukowana chirurgicznie na podstawie cylindra



Rycina 1. Wzór na obliczenie astygmatyzmu indukowanego chirurgicznie (SIA). K_{preop} – wektor astygmatyzmu przed operacją, K_{postop} – wektor astygmatyzmu po operacji.

Figure 1. Formula for calculating surgically induced astigmatism (SIA). K_{preop} is the vector of astigmatism before surgery, K_{postop} is the vector of astigmatism after surgery

z autorefraktometru 180 dni po zabiegu wynosiła odpowiednio: $0,02 \pm 0,73$ i $-0,47 \pm 0,81$. Nie stwierdzono różnic statystycznych w wartościach cylindra sprzed zabiegu i 6 miesięcy po nim w poszczególnych grupach: dla zabiegów penetrujących ($p=0,959$) i dla niepenetrujących ($p=0,076$). Dane przedstawiono w tabeli 2.

Rozkład astygmatyzmu w obu badanych okresach przedstawiono na wykresach skumulowanego procentu. Należy zwrócić uwagę, iż większość pacjentów w obu grupach charakteryzowały małe wartości astygmatyzmu – $1,5-2,0D$. Jedynie niewielka grupa pacjentów miała astygmatyzm $>2,0D$ (ryc. 2.–3.).

Średni astygmatyzm z uwzględnieniem osi dla grupy penetrującej przed zabiegiem wynosił $0,13 D$ ax $150,8^\circ$, a po zabiegu $0,32 D$ ax 3° . Centroid zmienił orientację ze skośnego na przeciwny regule (ryc. 4.). W procedurach niepenetrujących centroid wynosił odpowiednio $0,21D$ ax $56,6^\circ$, a po zabiegu $0,4D$ ax $64,8^\circ$. Zarówno przed operacją, jak i po niej był przeciwny regule (ryc. 5.).

Astygmatyzm indukowany chirurgicznie obliczony metodą wektorową przedstawioną przez Jaffe i Clayman [9] 6 miesięcy po zabiegu wynosił $1,24 \pm 0,74D$ w zabiegach penetrujących i $1,22 \pm 0,95D$ w niepenetrujących. Nie wykazano różnic dla SIA między grupami ($p=0,641$) (tab. 3.).

Dyskusja

Na podstawie danych (tab. 2.) można zauważyć, iż średni astygmatyzm przed zabiegiem i po nim oscylował wokół jedności i nie wzrósł po zabiegu. Dodatkowo w obu

Tabela 2. Dane dotyczą wartości cylindra i sferoekwivalentu. Średnia arytmetyczna z odchyleniem standardowym, mediana, zakres wartości w okresie przed zabiegiem i 180 dni po zabiegu. Porównanie statystyczne w grupach i między grupami.
Tabela 2. Data presenting values of cylinder and spheroequivalent. Arithmetic mean of cylinder with standard deviation, median, range before and 180 days after surgery. Statistical comparison in groups and between them.

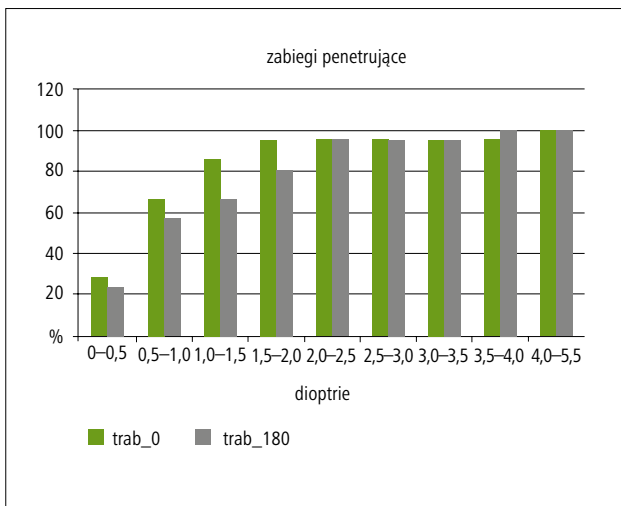
okres	dana	cylinder (dioptrie cylindryczne)			ekwiwalent sferyczny (SE) (dioptrie sferyczne)		
		penetrujące	niepenetrujące	p*	penetrujące	niepenetrujące	p*
dzień 0.	średnia ±SD	0,84 ±0,51	0,98 ±0,73	0,561	0,30 ±2,20	0,89 ±3,51	0,747
	mediana	0,83	0,77		0,50	0,37	
	zakres	0,06; 1,93	0,16; 3,20		4,87; 2,62	8,25; 5,25	
dzień 180.	średnia ±SD	1,08 ±0,67	1,07 ±0,72	0,449	0,25 ±1,12	0,00 ±1,83	0,837
	mediana	0,83	0,95		0,00	0,00	
	zakres	0,31; 2,39			3,25; 1,00	3,75; 2,87	
dzień 180–dzień 0		średnia różnica	0,02±0,73	0,47±0,81	0,35±1,92	0,21±2,78	
P ¹			0,959	0,07	0,721	0,959	

SD – odchylenie standardowe

P* – na podstawie testu U-Manna Whitneya, porównanie między grupami

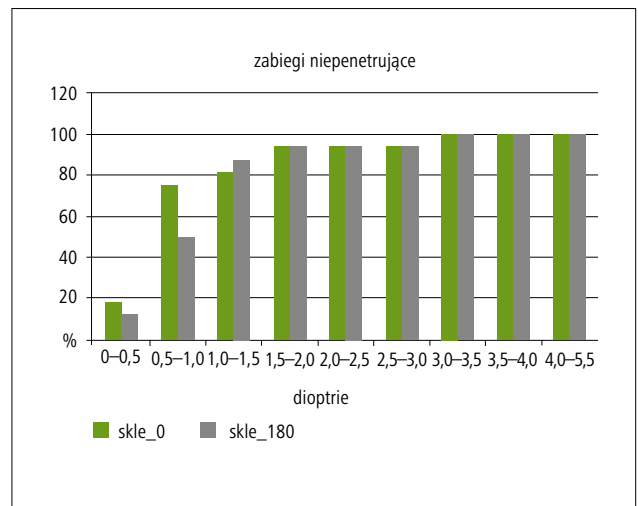
P¹ – na podstawie testu par Wilcozona, analiza w danej grupie

Istotność, gdy p < 0,05



Rycina 2. Wykres skumulowanego odsetka astygmatyzmu w grupie penetrującej

Figure 2. Percentage distribution of astigmatism in penetrating surgeries



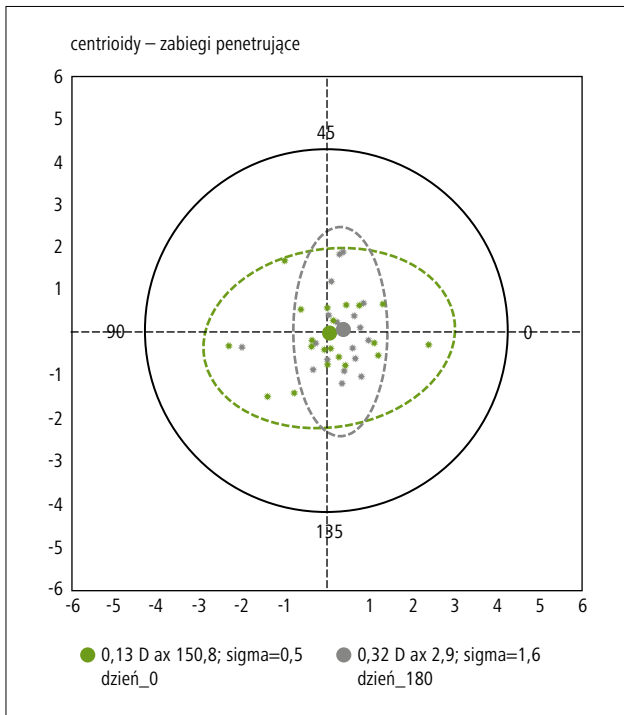
Rycina 3. Wykres skumulowanego odsetka astygmatyzmu w grupie niepenetrującej

Figure 3. Percentage distribution of astigmatism in nonpenetrating surgeries

grupach ponad 80% pacjentów miało astygmatyzm <1,5D przed zabiegiem i na tym samym poziomie utrzymał się 6 miesięcy po operacji w grupie sklerekтомii. Po operacji penetrującej około 60% pacjentów mieściło się w tych granicach. Podobne dane podawali w swoich publikacjach Egrilmez i wsp. [8] oraz Clarigde i wsp. [5]

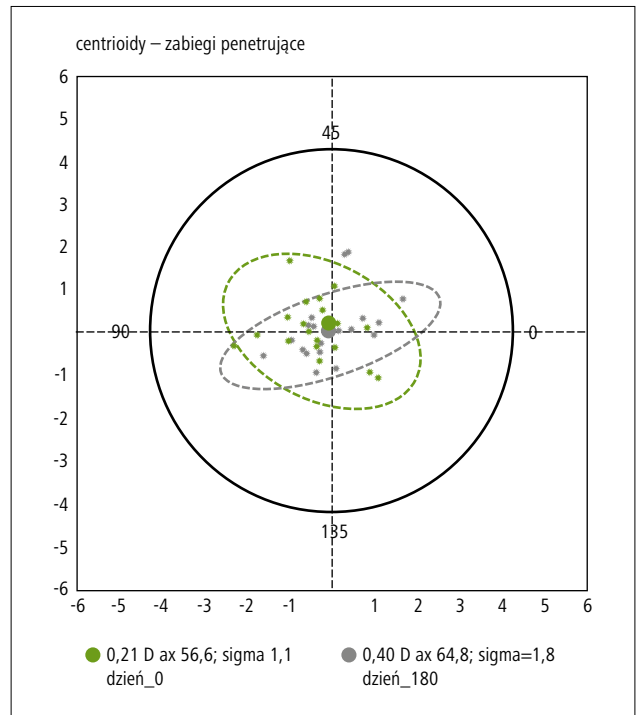
Astygmatyzm na podstawie średniej arytmetycznej z wartości cylindra i refrakcja na podstawie ekwiwalentu sferycznego nie różniły się w badanych grupach, zarówno między sobą, jak i przed operacją oraz po niej

w poszczególnych grupach. Różnicy nie uzyskali również el-Saied i wsp. [10] w metodzie wektorowej. Dodatkowo w tej samej analizie nie odnotowano różnic w grupach przed operacją i po niej, co również uzyskano w niniejszym badaniu. Podobne obserwacje braku zmiany średniego astygmatyzmu uzyskali Willekens i wsp. dla trabe-kulektomii [4]. Egrilmez i wsp. [8] odnotowali statystycznie istotne różnice w średnim astygmatyzmie między zabiegami penetrującymi i niepenetrującymi w 3. i 6. miesiącu po zabiegu, na korzyść tych ostatnich.



Rycina 4. Średni astygmatyzm (centroid) dla operacji penetrujących na wykresie zdwojonego kąta. Kolor czerwony przed zabiegiem. Kolor niebieski 180 dni po zabiegu. Pojedyncze punkty symbolizują dane dla poszczególnych pacjentów.

Figure 4. Mean astigmatism (centroid) for penetrating procedures on doubled angle plot. Red represents preoperative data. Blue represents 180 days postoperative data. Single points represent the data of particular patients.



Rycina 5. Średni astygmatyzm (centroid) dla operacji niepenetrujących na wykresie zdwojonego kąta. Kolor czerwony przed zabiegiem. Kolor niebieski 180 dni po zabiegu. Pojedyncze punkty symbolizują dane dla poszczególnych pacjentów.

Figure 5. Mean astigmatism (centroid) for nonpenetrating procedures on doubled angle plot. Red represents preoperative data. Blue represents 180 days postoperative data. Single points represent the data of particular patients.

Tabela 3. Astygmatyzm indukowany chirurgicznie (SIA), obliczony na podstawie metod zaproponowanych przez Jaffe i Clayman [9]

Table 3. Surgically induced astigmatism (SIA) calculated with Jaffe and Clayman's methods [9]

SIA (dioptrie)				
zabieg	średnia ±SD	mediana	zakres	p
penetrujący	1,24 ±0,74	1,05	0,44–3,05	0,641
niepenetrujący	1,22 ±0,95	0,96	0,16–3,56	

P na podstawie testu U-Manna Whitney'a, istotność $p < 0,05$
SD – odchylenie standardowe

Średni astygmatyzm z uwzględnieniem osi dla grupy penetrującej przed zabiegiem wynosił 0,13 D ax 150,8° a po zabiegu 0,32 D ax 3°. Centroid zmienił orientację ze skośnego na przeciwny regule (ryc. 4.). W pracy Egrilmeza i wsp. [8] opisano astygmatyzm przeciwny regule 6 miesięcy po zabiegu. Kook i wsp. [11] podali, iż do 3. miesiąca po operacji astygmatyzm pozostawał

zgodny z regułą, a po 12 miesiącach występowało przesunięcie w kierunku przeciwnym regule. Podobne wyniki podali Hong i wsp. [6], z tym, że obserwacja trwała do 12. miesiąca. Delbeke i wsp. [12] 6 miesięcy po zabiegu opisywali astygmatyzm zgodny z regułą. Willekens i wsp. [4] również opisali tendencję w kierunku zgodnego z regułą, najsilniejszą w 1. miesiącu po zabiegu, ale utrzymującą się do końca 18-miesięcznej obserwacji.

W procedurach niepenetrujących centroid wynosił odpowiednio 0,21D ax 56,6°, a po zabiegu 0,4D ax 64,8°. Zarówno przed operacją, jak i po niej był przeciwny regule (ryc. 5.). Egrilmez i wsp. [8] w grupie zabiegów niepenetrujących zaobserwowali astygmatyzm zgodny z regułą począwszy od pierwszego dnia do 6 miesięcy po zabiegu włącznie.

Różnice kierunku astygmatyzmu pooperacyjnego mogą wynikać z wielu czynników. Istotna jest technika operacyjna [13], użycie kauteryzacji, wielkość poduszki filtracyjnej, opadanie powieki górnej po zabiegu [5], sposób założenia szwów na płatek [4], okres usunięcia szwów kotwiczących w rogówce czy twardówce [14], a także szwów spojówkowych [15].

Astygmatyzm indukowany chirurgicznie to wypadkowa wektora sprzed zabiegu i po nim (ryc. 1.), a generowany jest przez zabieg chirurgiczny. SIA uzyskany w badanych grupach był niewielki i porównywalny z wynikami prezentowanymi w literaturze. Sześć miesięcy po zabiegu wyniósł $1,24 \pm 0,74D$ w zabiegach penetrujących i $1,22 \pm 0,95D$ dla niepenetrujących. Żarnowski i wsp. [16] podali po 3 miesiącach wartość $0,4-1,1D$ w zależności od techniki trabekulektomii. Kumari i wsp. [17] podawali wartości $1,08-1,4D$, a Pfeiffer i wsp. [14] około $1,2D$. Egrilmez i wsp. [8] dla sklerektomii raportowali $0,62D$, a dla trabekulektomii $1,24D$; różnicę opisywano jako istotną statystycznie, począwszy od 3. miesiąca.

Z klinicznego punktu widzenia przesunięcia w wektorze astygmatyzmu mają charakter przejściowy, co zostało potwierdzone przez wielu cytowanych w tej pracy autorów.

Konkludując, na podstawie danych uzyskanych w naszym badaniu można stwierdzić, że zabiegi niepenetrujące i penetrujące z jednoczesnym usunięciem zaćmy są równoważne pod względem indukowania astygmatyzmu pooperacyjnego i astygmatyzmu indukowanego chirurgicznie. Nie wykazano różnic w SIA i zmianach refrakcji w poszczególnych grupach przed zabiegiem i po nim.

12. Delbeke H, Stalmans I, Vandewalle E, Zeyen T. The effect of trabeculectomy on astigmatism. *J Glaucoma*. 2016; 25 (4): e308–312
13. Vernon SA, Zambarakji HJ, Potgieter F, et al. Topographic and keratometric astigmatism up to 1 year following small flap trabeculectomy (microtrabeculectomy). *Br J Ophthalmol*. 1999; 83 (7): 779–782
14. Pfeiffer N, Grehn F. Improved suture for fornix-based conjunctival flap in filtering surgery. *Int Ophthalmol*. 1992; 16 (4–5): 391–396
15. Klink T, Rauch N, Klink J, Grehn F. Influence of conjunctival suture removal on the outcome of trabeculectomy. *Ophthalmologica*. 2009; 223 (2): 116–123
16. Żarnowski T, Haszcz D, Rakowska E, et al. Corneal astigmatism after trabeculectomy. *Klin Oczna*. 1997; 99 (5): 313–315
17. Kumari R, Saha B, Puri L. Keratometric astigmatism evaluation after trabeculectomy. *Nepal J Ophthalmol*. 2013; 5 (2): 215–219

Piśmiennictwo

1. Mermoud A, Schnyder CC, Sickenberg M, et al. Comparison of deep sclerectomy with collagen implant and trabeculectomy in open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 1999; 25 (3): 323–331
2. Cunliffe IA, Dapling RB, West J, Longstaff S. The effect of trabeculectomy on corneal topography. *Ophthalmic Surg*. 1993; 24 (2): 135
3. Dietze PJ, Oram O, Kohnen T, et al. Visual function following trabeculectomy: effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma*. 1997; 6 (2): 99–103
4. Willekens K, Pinto LA, Delbeke H, et al. Trabeculectomy with moorfields conjunctival closure technique offers safety without astigmatism induction. *J Glaucoma*. 2016; 25 (5): e531–535
5. Claridge KG, Galbraith JK, Karmel V, Bates AK. The effect of trabeculectomy on refraction, keratometry and corneal topography. *Eye (Lond)*. 1995; 9 (3): 292–288
6. Hong YJ, Choe CM, Lee YG, et al. The effect of mitomycin-C on postoperative corneal astigmatism in trabeculectomy and a triple procedure. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1998; 29 (6): 484–489
7. Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error, and intraocular astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2001; 27 (1): 61–79
8. Egrilmez S, Ates H, Nalcaci S, Andac K. Surgically induced corneal refractive change following glaucoma surgery: nonpenetrating trabecular surgeries versus trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 30 (6): 1232–1239
9. Jaffe NS, Clayman HM. The pathophysiology of corneal astigmatism after cataract extraction. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, 1975; 79: 615–630
10. El-Saied HMA, Foad PH, Eldaly AM, Abdelhakim MASE. Surgically induced astigmatism following glaucoma surgery in Egyptian patients. *J Glaucoma*. 2014; 23 (3): 190–193
11. Kook MS, Kim HB, Lee SU. Short-term effect of mitomycin-C augmented trabeculectomy on axial length and corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2001; 27 (4): 518–523