

Kąty kappa i alfa w diagnostyce przedoperacyjnej pacjentów nadwzrocznych kwalifikowanych do wszczepienia soczewki wieloogniskowej z użyciem technologii iTrace™

Kappa and alpha angles in preoperative diagnostics of hyperopic patients qualified for multifocal lens implantation using iTrace™ analyser

Adam Cywiński, Olaf Szyja

Śląski Ośrodek Leczenia Chorób Oczu w Żorach
Kierownik: dr n. med. Adam Cywiński



NAJWAŻNIEJSZE

Wartości kątów kappa (κ) oraz alfa (α) powinny być wzięte pod uwagę przy kwalifikacji przedoperacyjnej do implantacji soczewek klasy premium, szczególnie w oczach nadwzrocznych.

HIGHLIGHTS

The values of the kappa (κ) and alpha (α) angles should be taken into account in the preoperative qualification for the implantation of premium class lenses, especially in hyperopic eyes.

STRESZCZENIE

Ocenie poddano wielkości oraz lokalizację kątów kappa (κ) i alfa (α) w oczach ze stwierdzoną nadwzrocznością, kwalifikowanych do wszczepienia soczewek klasy premium. Badaniem objęto 67 pacjentów, 101 oczu w zakresie wady nadwzroczności od +0,5 Dsph do +10,62 Dsph. Zarówno w przypadku kątów α , jak i κ najczęstsza lokalizacja to kwadranty skroniowe dolne, a w następnej kolejności skroniowe górne. Stwierdzono statystycznie znamiennej zależność między wielkością kątów α oraz κ a wielkością wady nadwzroczności. Badanie wielkości kątów wykonano w każdym przypadku z użyciem analizatora iTrace™.

Słowa kluczowe: kąt alfa, kąt kappa, nadwzroczność, zaćma, refrakcyjna wymiana soczewki, iTrace™

ABSTRACT

The value and location of angles alpha (α) and kappa (κ) in the eyes diagnosed with hyperopia, qualified for premium class lens implantation were subject to evaluation. 67 patients, 101 eyes with hyperopia ranging from +0.5 Dsph to +10.62 Dsph were included into the study. For both angles, α and κ , their most common location is in the inferior temporal quadrant, followed by the superior temporal quadrant. A statistically significant correlation was observed between the value of angles alpha and kappa and the range of hyperopia. In each case the angle value was examined using the iTrace™ analyser.

Key words: angle alpha, angle kappa, hyperopia, cataract, clear lens extraction, iTrace™

WSTĘP

Przedoperacyjna ocena wielkości kątów kappa (κ) oraz alfa (α), obok oceny stanu rogówki pod względem obecności aberracji wyższego rzędu (HOA, *higher order aberrations*), powoli staje się nieodłącznym standardem kwalifikacyjnym do wszczęcia soczewek klasy premium. Dotyczy to zarówno pacjentów z zaćmą, jak i osób ze stwierdzoną wadą wzroku, które chcą się jej pozbyć.

Jeżeli u pacjentów kwalifikowanych do tzw. refrakcyjnej wymiany soczewki (RWS) nie weźmie się pod uwagę tych elementów budowy oka, które w znacznym stopniu mogą wpłynąć na jakość widzenia oraz ostrość wzroku, może dojść do implantacji źle dobranej soczewki klasy premium, co miewa katastrofalne skutki zarówno dla pacjenta, jak i dla lekarza. Przedoperacyjna oraz pooperacyjna jakość widzenia to parametr, który obecnie jeszcze się rzadko ocenia, a lekarze skupiają się głównie na ocenie ostrości wzroku.

Udokumentowany wpływ wielkości powyższych kątów na widzenie był tematem wielu prac i potwierdza ich niepodważalne znaczenie w procesie kwalifikacji do implantacji soczewek klasy premium zarówno o budowie koncentrycznej, jak i asymetrycznej [1–3].

Ocena HOA generowanych przez rogówkę to jeden ze stałych elementów kwalifikacji do zabiegu z soczewką o budowie złożonej [4]. Warto wspomnieć, iż wartość HOA generowanych przez rogówkę znacznie wzrasta po zabiegach laserowej korekcji wady, przez co możliwości użycia soczewek wewnątrzgałkowych o złożonej budowie znacznie się zmniejszają [5]. Większa tolerancja oczu z wyższymi wartościami HOA dotyczy wszczęcia soczewek klasy premium o czystej budowie EDOF, przy czym ważnym czynnikiem kwalifikacyjnym w tym przypadku jest odpowiednio duża średnica źrenicy [6].

Osoby z nadwzrocznością są tą grupą pacjentów, w której wartości kątów κ są statystycznie o wiele wyższe niż te stwierdzane u osób normowzrocznych lub u pacjentów z krótkowzrocznością [7].

Ciekawe spostrzeżenie dotyczy pacjentów poddanych implantacji soczewek o wartości powyżej +28,0 Dsph. W grupie tej zaobserwowano zmiany zarówno siły załamywania światła (mocy soczewki), jak i wielkości aberracji optycznych, które towarzyszą ruchom gałki ocznej [8]. Następstwa te można wziąć pod uwagę jako jedną z przyczyn mogących tłumaczyć spostrzeżenia własne autorów pracy. Spostrzeżenie dotyczy umiejętności czytania do bliży ze standardowej odległości, tj. 30–40 cm, bez konieczności stosowania dodatkowej korekcji pomimo implantacji soczewki jednoogniskowej. Umiejętność tę nabywa część pacjentów z przedoperacyjną wysoką nadwzrocznością, którzy po zabiegu stają się normowzroczni. Duże, przedoperacyjne wartości kątów κ i/lub α to kolejna prawdopodobna przyczyna powyższego fenomenu.

Duże wartości kątów κ oraz α to także przyczyna nasilenia się zmian typu *halo* i *glare* po implantacji soczewek klasy premium, co znacznie obniża jakość widzenia pooperacyjnego, a dodatkowo, w przypadku pominięcia tych parametrów, może przysporzyć wielu kłopotów pacjentowi oraz lekarzowi.

CEL PRACY

Celem pracy jest ocena wielkości kątów κ oraz α oraz ich osiowej lokalizacji. Badania wykonano rutynowo przy użyciu analizatora iTrace™ u pacjentów kwalifikowanych do usunięcia soczewki z powodu jej zmętnienia lub stwierdzonej wady wzroku. Do grupy badanych włączono pacjentów z nadwzrocznością oraz towarzyszącym astygmatyzmem w procesie kwalifikacji do implantacji wewnątrzgałkowych soczewek klasy premium.

Badaniem objęto 67 pacjentów, 101 oczu. W 36 oczach stwierdzono astygmatyzm powyżej 0,75 D. Wielkość przedoperacyjna nadwzroczności mieściła się w zakresie od +0,5 Dsph do +10,62 Dsph. Astygmatyzm rogówkowy wynosił od -0,12 Dcyl do -4,37 Dcyl. Powyższe wartości uzyskano w badaniu z użyciem autorefraktometru, podając dodatkowo wartości keratometryczne rogówki.

TECHNIKA BADANIA

Ocenę wartości kątów κ oraz α wykonano trzykrotnie w krótkich odstępach czasowych przy użyciu wspomnianego już analizatora iTrace™. Urządzenie to oprócz oceny powyższych parametrów pozwala m.in. na ocenę wielkości HOA układu optycznego oraz rozdzielenie wartości HOA uzyskanych z rogówki od tych uzyskanych z wnętrza oka, co niewątpliwie zwiększa jego atrakcyjność jako urządzenia diagnostycznego (ryc. 1).

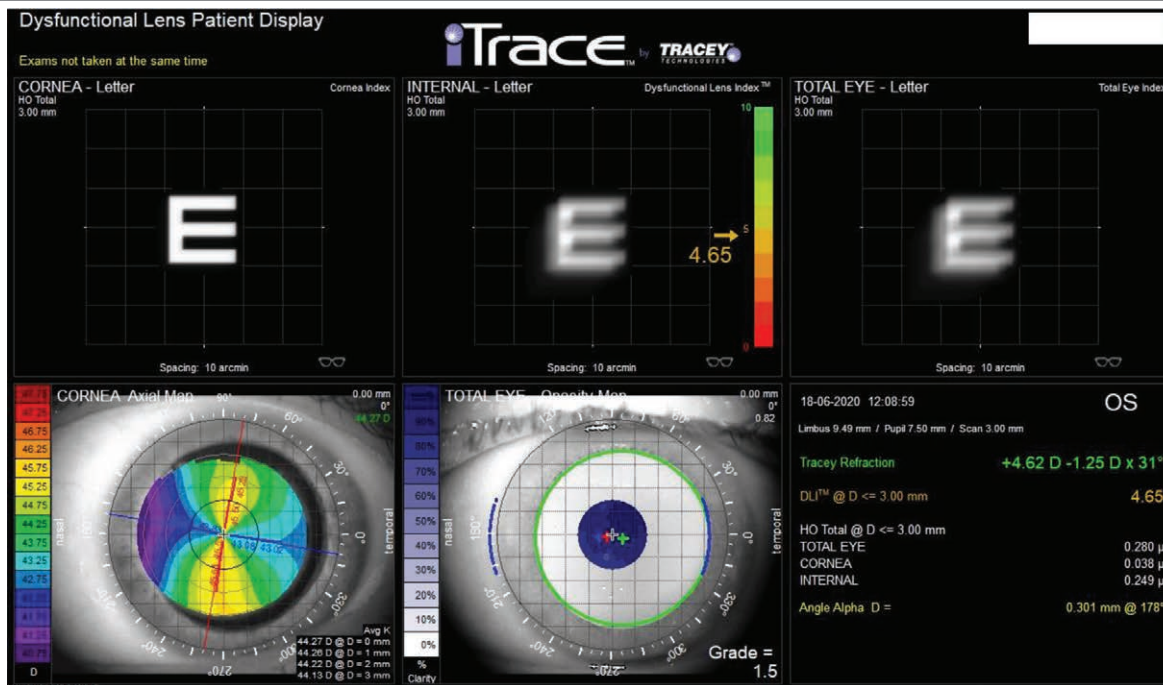
Autor pracy, wykorzystując tę unikatową funkcję, zwrócił uwagę na dotychczas nieopisywaną jednostkę chorobową, jaką jest wrodzona dysfunkcja soczewki własnej [9]. Uzyskane wartości kątów κ oraz α przeanalizowano pod względem ich lokalizacji osiowej (ryc. 2).

Kolejna analiza dotyczyła oceny tego, czy istnieje zależność między wielkością uzyskanych kątów a wielkością wady nadwzroczności. W analizie nie uwzględniono ekwiwalentu sferycznego towarzyszącego astygmatyzmu układu optycznego oraz rogówki oka, które w wielu przypadkach różnią się od siebie.

Schemat oka został podzielony na cztery kwadranty, dwa skroniowe (T) oraz dwa nosowe (N), górny (S) i dolny (I), gdzie centrum stanowi oś widzenia. Analizy dokonano rozdzielnie w stosunku do oka prawego i do oka lewego (ryc. 3).

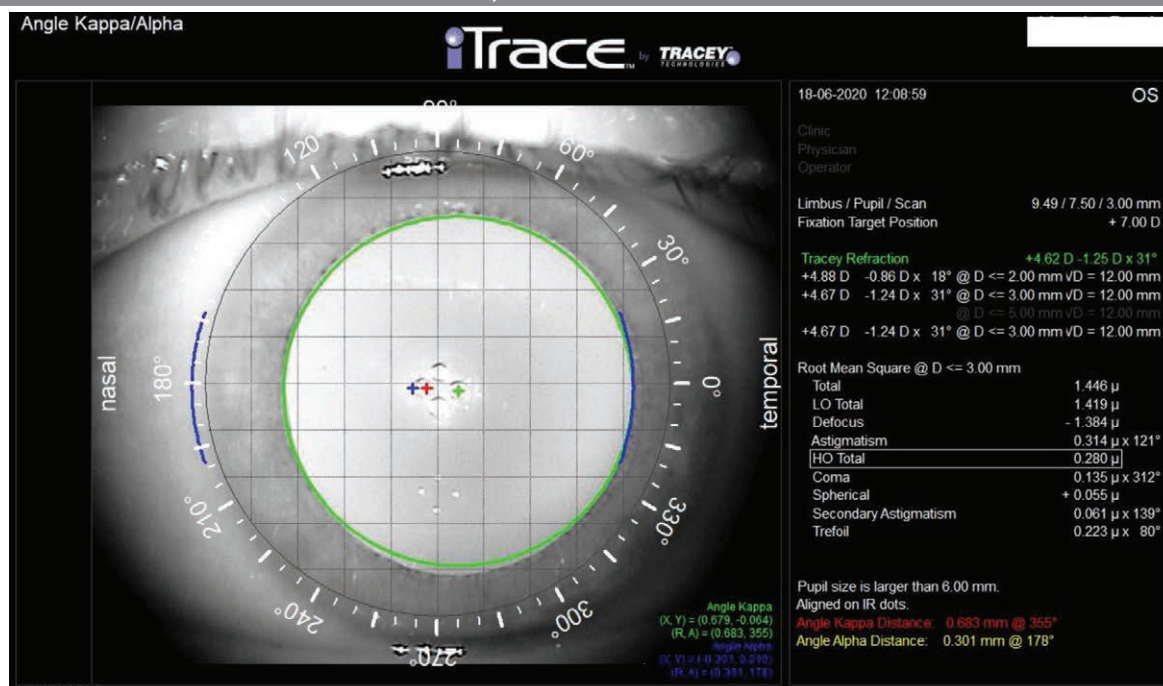
RYCINA 1

Typowy wynik z urządzenia iTrace™ pokazujący w sposób graficzny (litera „E”) obecność aberracji wyższego rzędu w oku nadwzrocznym z towarzyszącym astygmatyzmem. Wartości aberracji wyższego rzędu uzyskane z rogówki są analizowane rozdzielnie w stosunku do aberracji w wnętrza oka, co daje zarówno pacjentowi, jak i lekarzowi dodatkowe informacje o stanie rogówki i soczewki.



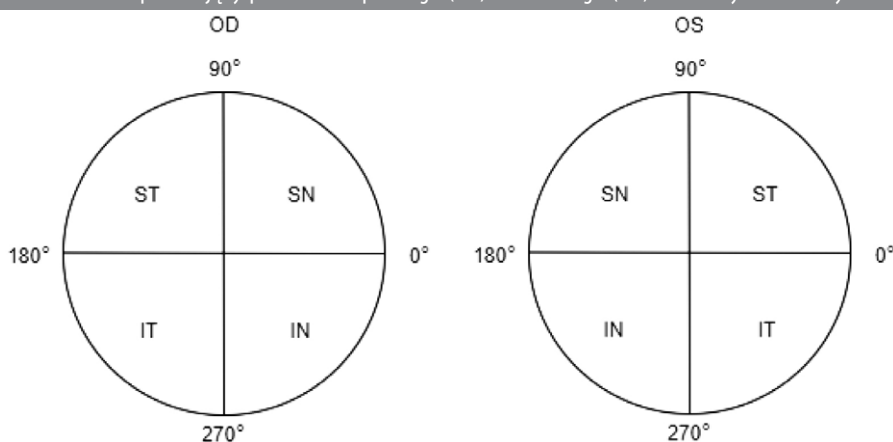
RYCINA 2

Analiza kątów κ oraz α pod względem lokalizacji oraz osiowego ustawienia. Kolor czerwony świadczy o wartości kąta powyżej 0,500 mm, kolor żółty to wartości w zakresie 0,300–0,499 mm.



RYCINA 3

Schemat pokazujący podział oka prawego (OP) oraz lewego (OS) na cztery kwadranty.



WYNIKI

Kąt κ

Jego wartość określa położenie środka źrenicy względem osi widzenia. Wartości mieściły się w zakresie od 0,924 mm do 0,103 mm, średnia wartość dla wszystkich oczu to 0,415 mm. Średnie wartości dla obojga oczu badane rozdzielnie były porównywalne i wyniosły dla oka prawego 0,410 mm, a dla oka lewego 0,422 mm.

Biorąc pod uwagę poszczególne kwadranty oka, największy odsetek procentowy uzyskanych wartości mieścił się:

- dla oka prawego – w kwadrancie skroniowym dolnym, tj. 83,01% (39 oczu), w dalszej kolejności w kwadrancie skroniowym górnym – 11,32% (6 oczu), a tylko 5,67% (2 oczu) w kwadrancie nosowym dolnym
- dla oka lewego – w kwadrancie skroniowym dolnym, tj. 82,98% (44 oczu), oraz w kwadrancie skroniowym górnym – 17,02% (9 oczu).

Uzyskane wyniki wskazują, iż środek źrenicy w oczach nadwzrocznych najczęściej jest położony obwodowo (skroniowo) w stosunku do osi widzenia, w większości przypadków w kwadrancie skroniowym dolnym.

Analiza zależności między wielkością kąta a wielkością wady nadwzroczności

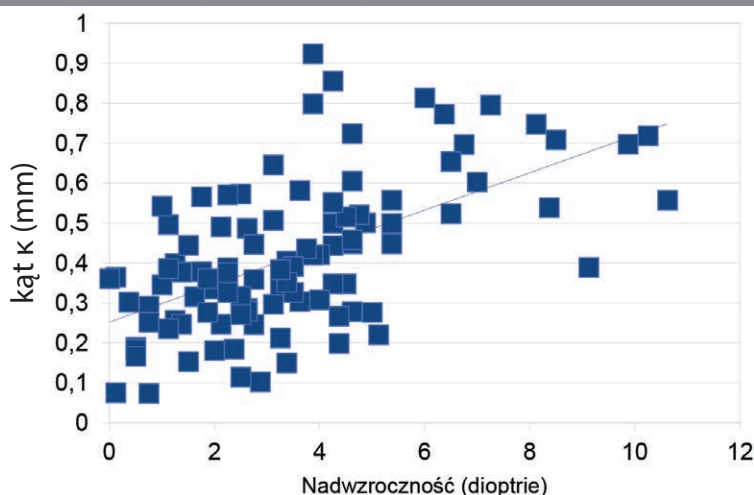
Współczynnik korelacji między wadą sferyczną a kątami κ wyniósł 0,5798. Przy poziomie istotności 0,05 są podstawy do odrzucenia hipotezy mówiącej o tym, że współczynnik korelacji między zmiennymi jest nieistotny. Oznacza to, że współczynnik korelacji między tymi zmiennymi jest statystycznie istotny. Korelacja jest statystycznie istotna.

W przypadku wartości nadwzroczności powyżej 6,0 DspH wartości kątów były wyższe niż 0,5 mm. Ta grupa stanowiła ok. 15% przebadanych oczu.

Zależność między wielkością wady nadwzroczności a wielkością kąta κ przedstawiono w formie graficznej (wyk. 1).

WYKRES 1

Zależność między wielkością wady nadwzroczności a wielkością kąta κ .



Liczbę oczu w zależności od wielkości kąta ujęto w tabeli 1.

TABELA 1

Liczba oczu w zależności od wielkości kąta κ .

Kąt κ (mm)	Liczba oczu
0–0,200	12
0,201–0,400	44
0,401–0,600	29
0,601–0,800	13
powyżej 0,800	3
Całkowita liczba	101

Kąt α

Jego wartość określa położenie osi optycznej układu wzrokowego względem osi widzenia. Można by napisać, iż wartość kąta α wskazuje na to, czy oko jest ustawione w zezie. Średnia wartość dla całej grupy to 0,478 mm, w zakresie od 0,130 mm do 0,810 mm. Nie stwierdzono statystycznych różnic w wielkości kąta dla oka prawego i lewego. Jego średnia wartość dla oka prawego to 0,478 mm, a dla lewego 0,476 mm.

Jeżeli chodzi o lokalizację, to – podobnie jak w przypadku kąta κ – osie kątów α były zlokalizowane głównie w kwadrancie skroniowym dolnym. W tej lokalizacji dla oka prawego stwierdzono 83,01% wszystkich badanych oczu, a dla oka lewego 82,98%. W pozostałych przypadkach kąt był położony w kwadrancie skroniowym górnym: 11,32% dla oka prawego, 17,02% dla lewego.

Także w przypadku kątów α zaobserwowano statystycznie znamiennej zależność między wzrastającymi wartościami

kąta a wielkością wady nadwzroczności. Współczynnik korelacji między wadą sferyczną a kątami α wyniósł 0,4356. Przy poziomie istotności 0,05 są podstawy do odrzucenia hipotezy mówiącej o tym, że współczynnik korelacji między zmiennymi jest statystycznie istotny. Oznacza to, że współczynnik korelacji między tymi zmiennymi jest statystycznie istotny. Korelacja jest więc statystycznie istotna. Zależność między wielkością wady nadwzroczności a wielkością kąta α przedstawiono w formie graficznej (wyk. 2). Liczbę oczu w zależności od wielkości kąta ujęto w tabeli 2.

TABELA 2

Liczba oczu w zależności od wielkości kąta α .

Kąt α (mm)	Liczba oczu
0–0,200	4
0,201–0,400	30
0,401–0,600	48
0,601–0,800	14
powyżej 0,800	5
Całkowita liczba	101

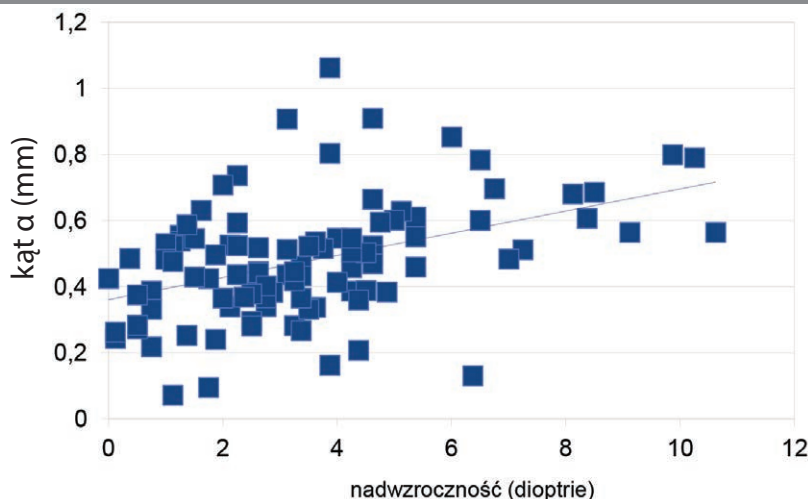
Podobnie jak w przypadku kątów κ oczu, w których wartość kąta przekraczała 0,6 mm, stanowiły ok. 15% grupy.

DYSKUSJA

Jaką wartość przedstawiają uzyskane wyniki? W przypadku chęci implantowania soczewek o budowie złożonej mają ogromne znaczenie. W ok. 15% oczu stwierdzono kąty κ i α o wartościach wyższych niż 0,6 mm, co stwarza znaczne

WYKRES 2

Zależność między wielkością wady nadwzroczności a wielkością kąta α .



problemy pod względem jakości widzenia pooperacyjnego, głównie z powodu nasilenia objawów ubocznych, w tym *halo* i *glare*. W ok. 50% oczu wartości kąta α były wyższe niż 0,4 mm. Jeśli weźmiemy pod uwagę, iż wielu producentów soczewek wewnątrzgałkowych wskazuje wartość 0,5 mm jako graniczną, której nie powinno się przekraczać, to badanie to powinno być standardowo wykonywane w grupie osób nadwzrocznych. W ponad 40% kąt κ miał wartość wyższą niż 0,4 mm.

Na temat przydatności pomiarów kątów κ oraz α oraz ich wpływu na jakość widzenia napisano już wiele prac. Kąt κ jest wartością, której nie można pominąć w kwalifikacji zarówno do laserowej korekcji wady, jak i do wszczepienia soczewek wieloogniskowych [10, 11]. Lokalizacja kąta κ względem osi widzenia została już opisana przez innych autorów, a jej położenie względem osi widzenia określono jako pozytywne, jeżeli refleks z powierzchni rogówki był zlokalizowany skroniowo względem środka źrenicy, jako negatywne zaś, jeżeli refleks był zlokalizowany nosowo od środka źrenicy oka [12]. W przypadku badanej grupy skroniowa lokalizacja pozytywna kąta κ wystąpiła w każdym przypadku, niezależnie od badanego oka. Podobnie jak w przypadku kąta κ , lokalizacja kąta α to także kwadrant skroniowy dolny. W obu przypadkach stwierdzono także statystycznie znamiennej zależność pomiędzy zwiększającym się kątem κ i α a wielkością wady nadwzroczności. Znaczna asymetria w położeniu centrum źrenicy może mieć wpływ na jakość widzenia nie tylko w przypadku soczewek wieloogniskowych o budowie koncentrycznej, ale i – przede wszystkim – soczewek o budowie asymetrycznej. W przypadku implantacji modeli złożonych o budowie asymetrycznej informacja o położeniu kąta κ może być przydatna w sytuacji braku akceptowalnej przez pacjenta wartości ostrości wzroku w zakresie określonych odległości. Znając oś kąta κ , można dokonać przesunięcia soczewki sztucznej, a tym samym zmienić nieco ekspozycję części odpowiedzialnej za widzenie do dali lub bliży, co może mieć m.in. znaczenie w oczach z wąską źrenicą, której wielkość dodatkowo się zmniejsza w przypadku patrzenia do bliży [6].

Biorąc pod uwagę uzyskane wartości w zakresie kątów α , spośród których prawie połowa osiągnęła wartość większą niż 0,5 mm, i znając negatywny wpływ dużych kątów na jakość widzenia, implantacja soczewki wewnątrzgałkowej o budowie złożonej jest wielce ryzykowna w oczach z dużą

nadwzrocznością i według autorów tej pracy nie powinna być stosowana. Znaczna asymetria źrenicy w połączeniu z nieosiowym ustawieniem gałki ocznej, co stwierdzono w blisko 15% oczu, może być przyczyną nie tylko słabej jakości widzenia, ale i obniżenia ostrości wzroku, głównie do dali. W przypadku chęci wszczepienia soczewki klasy premium u pacjenta ze stwierdzoną nadwzrocznością średniego lub dużego stopnia przedoperacyjne badanie wielkości obu kątów powinno być wymaganym standardem.

To, na co coraz częściej się zwraca uwagę w przypadku oceny widzenia, to nie tylko ostrość wzroku, ale i jakość widzenia. Ostrość wzroku ocenia się głównie przy użyciu optotypów, badając widzenie z różnych odległości. Badanie z użyciem analizatora iTrace™, poprzez graficzne przedstawienie wartości HOA rozdzielnie dla rogówki oraz wnętrza oka oraz ich sumaryczną wartość, umożliwia ocenę jakości widzenia. Informacja w formie graficznej pozwala uzmysłowić zarówno pacjentowi, jak i lekarzowi, jak dość dobra ostrość wzroku niekiedy towarzyszy słabej jakości widzenia, wynikającej m.in. ze zmętnienia soczewki (ryc. 4).

Słaba jakość widzenia to także możliwe następstwo implantacji soczewki klasy premium w oczach z dużymi wartościami kątów κ i α .

PODSUMOWANIE

Statystyczną zależność między wzrastającą wielkością wady nadwzroczności stwierdzono dla rosnących wartości zarówno kąta α , jak i kąta κ . W ponad 15% przypadków wartości obu kątów przewyższyły 0,6 mm. Takie wartości wykluczają implantację większości soczewek wewnątrzgałkowych o budowie złożonej. W ponad 50% oczu kąt κ był większy niż 0,4 mm. Duża wartość kąta ma wpływ zarówno na jakość, jak i na ostrość wzroku do dali i do bliży, jeżeli część centralna soczewki w swojej budowie jest w dominujący sposób odpowiedzialna za któryś z powyższych parametrów widzenia. Informacja o skroniowo dolnej lokalizacji dla obu kątów w ponad 80% badanych przypadków bywa użyteczna, gdy dokonuje się implantacji soczewki o budowie asymetrycznej, dodatkowo w oczach z wąską źrenicą.

Źródło rycin: Wszystkie ryciny pochodzą z materiałów własnych autorów.

ADRES DO KORESPONDENCJI

dr n. med. Adam Cywiński

Śląski Ośrodek Leczenia Chorób Oczu

44-240 Żory, ul. Okrężna 11

tel.: (+48 32) 469-60-31

e-mail: adam.cywinski@solcho.pl

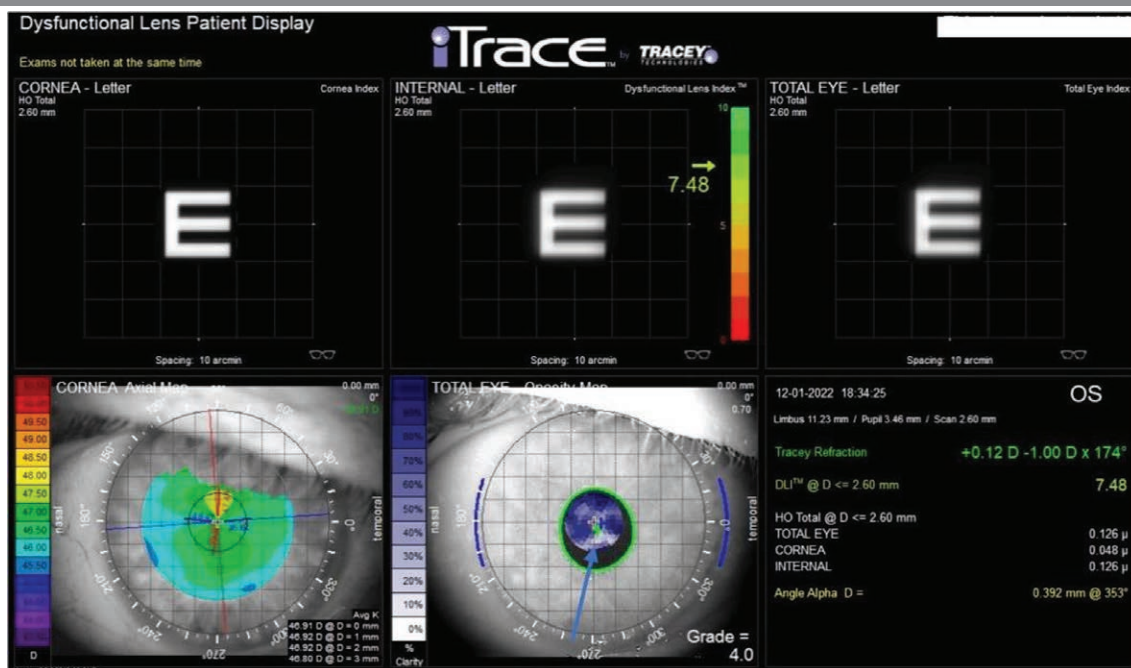
ORCID

Adam Cywiński – ID – <http://orcid.org/0000-0001-8732-7396>

Olaf Szyja – ID – <http://orcid.org/0000-0002-4510-073X>

RYCINA 4

Mężczyzna (lat 56) uskarża się na utratę w zakresie jakości widzenia. Ostrość wzroku do dali to 0,2 (logMar), ale litera „E” (środkowa) odzwierciedlająca wielkość aberracji wyższego rzędu z wnętrza oka (a więc i soczewki) jest zamazana, podobnie jak całkowita wielkość aberracji wyższego rzędu z tego oka (litera „E” po prawej stronie). Wynik ten jest efektem obecności zmętnienia soczewki, co także zostało uchwycone przez analizator iTrace™ w formie nieregularnego zbieżenia (okno środkowe w dolnym rzędzie – oznaczone strzałką).



Piśmiennictwo

1. Fu Y, Kou J, Chen D et al. Influence of angle kappa and angle alpha on visual quality after implantation of multifocal intraocular lenses. JCRS. 2019; 45(9): 1258-64. <http://doi.org/10.1016/j.jcrs.2019.04.003>.
2. Piracha A. Using angle alpha in premium IOL screening. Cataract and Refractive Surgery Today. 2016 March: 24-6.
3. Bonaque-González S, Jaskulski MT, Carmona-Ballester D et al. Influence of angle Kappa on the optimal intraocular orientation of asymmetric multifocal intraocular lenses. J Optom. 2021; 14(1): 78-85. <http://doi.org/10.1016/j.optom.2020.07.004>.
4. Goto S, Maeda N. Corneal Topography for Intraocular Lens Selection in Refractive Cataract Surgery. Ophthalmology. 2021; 128(11): e142-52. <http://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.11.016>.
5. Jung HH, Ji YS, Oh HJ et al. Higher order aberrations of the corneal surface after laser subepithelial keratomileusis. Korean J Ophthalmol. 2014; 28(4): 285-91. <http://doi.org/10.3341/kjo.2014.28.4.285>.
6. Cywinski A. The Influence of Angles Kappa and Alpha and Pupil Size on Vision after Implantation of Soleko Evolve and Lucidis Lenses with a "Pure" EDOF Structure. J Ophthalmol Adv Res. 2021; 2(2): 1-12.
7. Sivakumar S, Sivakumar R. Angle kappa in myopes and hyperopes and its role in multifocal lens implantation. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2019; 60(9): 516.
8. Devgan U. Angle alpha, angle kappa play role in good IOL centration. Ocular Surgery News. 2021. <https://www.healio.com/news/ophthalmology/20210115/angle-alpha-angle-kappa-play-role-in-good-iol-centration>.
9. Cywinski A. Usefulness of Itrace in Diagnosing Unclear Cases of the Deterioration in Visual Acuity. Congenital Lens Dysfunction as a New Disease Entity. Preliminary Reports. J Biosci Biomed Engin. 2020; 1(3).
10. Moshirfar M, Hoggan RN, Muthappan V. Angle Kappa and its importance in refractive surgery. Oman J Ophthalmol. 2013; 6(3): 151-8. <http://doi.org/10.4103/0974-620X.122268>.
11. Prakash G, Prakash DR, Agarwal A et al. Predictive factor and kappa angle analysis for visual satisfactions in patients with multifocal IOL implantation. Eye (Lond). 2011; 25(9): 1187-93. <http://doi.org/10.1038/eye.2011.150>.
12. Wang R, Long T, Gu X et al. Changes in angle kappa and angle alpha before and after cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2020; 46(3): 365-71. <http://doi.org/10.1097/j.jcrs.000000000000063>.

Wkład autorów:

Adam Cywiński: koncepcja pracy, opracowanie statystyczne danych, napisanie pracy;
Olaf Szyja: zebranie danych.

Konflikt interesów:

Nie występuje.

Finansowanie:

Nie występuje.

Etyka:

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

Authors' contributions:

Adam Cywiński: idea of the manuscript, statistical compilation of data, writing the manuscript; Olaf Szyja: collecting data.

Conflict of interest:

None.

Financial support:

None.

Ethics:

The content presented in the article complies with the principles of the Helsinki Declaration, EU directives and harmonized requirements for biomedical journals.