

Soczewki wewnątrzgałkowe o wydłużonej ogniskowej, czyli teraźniejszość i przyszłość w chirurgii zaćmy

Extended depth of focus intraocular lenses – the present and future in cataract surgery

Andrzej Grąbczewski^{1,2}, Martyna Jendrzejczyk¹

¹Samodzielny Publiczny Kliniczny Szpital Okulistyczny w Warszawie

Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Jacek P. Szaflik

²Świat Oka Centrum Okulistyczne

Dyrektor naukowa Centrum: dr n. med. Anna M. Ambroziak

Dyrektor medyczna Centrum: dr. hab. n. med. Joanna Gołębowska



NAJWAŻNIEJSZE

Soczewki o wydłużonej ogniskowej zapewniają dobre widzenie z daleka oraz z odległości pośrednich, bez efektów *halo*, *glare* lub *starburst*.

HIGHLIGHTS

Extended depth of focus intraocular lenses provide good far and intermediate vision without halo, glare or starburst effects.

STRESZCZENIE

Cel artykułu stanowią: przyjrzenie się technologii soczewek wewnątrzgałkowych o wydłużonej ogniskowej, wyjaśnienie zasady ich działania, analiza korzyści dla pacjentów wynikających z zastosowania tego rodzaju soczewek oraz podsumowanie własnych wstępnych doświadczeń.

Słowa kluczowe: soczewki wewnątrzgałkowe, soczewki o wydłużonej ogniskowej

ABSTRACT

The purpose of this article is to evaluate the technology behind intraocular lenses with extended depth of focus, explain how they work, assess their benefits for patients, and summarize our own early experience.

Key words: intraocular lens, Extended Depth of Focus lenses

WSTĘP

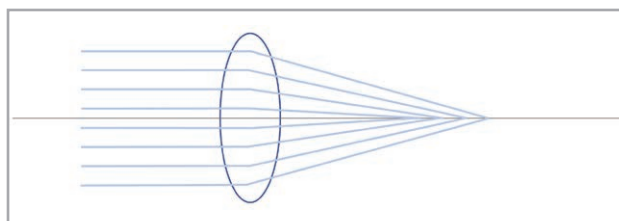
Soczewki wewnątrzgałkowe o wydłużonej ogniskowej (EDoF, *Extended Depth of Focus*) to stosunkowo nowa, niejednorodna grupa soczewek wewnątrzgałkowych o właściwościach, które wydają się dobrze odpowiadać na potrzeby wzrokowe pacjentów oraz dająca dobre rezultaty pooperacyjne. Pierwsza soczewka o wydłużonej ogniskowej została wprowadzona na rynek w 2014 r. (Symfony, Johnson & Johnson). Od tego czasu systematycznie pojawiają się kolejne soczewki wykorzystujące nowe technologie i zasady działania. Soczewki o wydłużonej ogniskowej zapewniają dobre, porównywalne z soczewkami jednoogniskowymi, widzenie do dali [1] oraz lepsze niż w przypadku soczewek jednoogniskowych i wieloogniskowych widzenie do odległości pośrednich [2]. Widzenie do blizy u większości pacjentów również jest bardzo zadowalające [3]. Z naszych doświadczeń wynika, że chorzy do większości codziennych czynności nie wymagają dodatkowej korekcji okularowej. Tego rodzaju soczewki można zastosować zarówno podczas zabiegu refrakcyjnej wymiany soczewki, jak i podczas operacji zaćmy. Starczowzroczność jest bardzo istotną przyczyną pogorszenia jakości widzenia w Europie [4] i na świecie [5]. Odpowiada również za znaczne pogorszenie jakości życia [6, 7]. Istnieje duże zapotrzebowanie na metodę mogącą bezpiecznie i bez działań niepożądanych poprawić komfort życia pacjentów. Zaćma, ze względu na starzenie się społeczeństwa, również jest bardzo częstym powodem pogorszenia widzenia i jakości życia [7]. W przypadku obu grup pacjentów zastosowanie dobrze tolerowanych soczewek o wydłużonej ogniskowej stanowi szansę na poprawę jakości widzenia i życia.

DEFINICJA SOCZEWKI O WYDŁUŻONEJ OGNISKOWEJ ORAZ ZASADA JEJ DZIAŁANIA

Soczewki o wydłużonej ogniskowej to niejednorodna grupa soczewek wewnątrzgałkowych. Na rynku jest dostępnych wiele soczewek tego rodzaju różnych producentów, np. Zeiss AT LARA, Alcon Vivivity, TECNIS Eyhance, TECNIS Symfony, Swiss Advanced Vision Lucidis, SIFI Mini Well Ready. Budowa oraz technologia zastosowana w soczewkach poszczególnych firm różnią się od siebie. Zasada działania zawsze polega na wytworzeniu pseudoakomodacji poprzez zastosowanie pojedynczego wydłużonego ogniska dającego większą głębię ostrości [8] i lepsze widzenie do odległości pośrednich [2] przy zachowaniu dobrego widzenia do dali [1] (ryc. 1).

RYCINA 1

Zasada działania soczewki o wydłużonej ogniskowej.

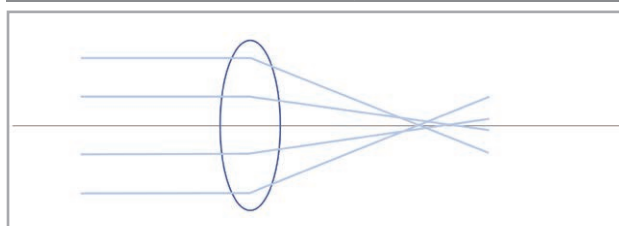


Działanie soczewek o wydłużonej ogniskowej polega na wykorzystaniu zaprojektowanej niedoskonałości układu optycznego soczewki, który deformuje uzyskiwany obraz. Aberracje wyższego rzędu, takie jak np. aberracje sferyczne lub koma, w większości przypadków niepożądane, odpowiadają za powstanie głębi ostrości w soczewkach o wydłużonej ogniskowej.

Aberracja sferyczna to cecha soczewki lub układu optycznego polegająca na odmiennym załamaniu wiązki światła, a tym samym różnym ogniskowaniu ze względu na jej położenie pomiędzy środkiem a brzegiem soczewki (ryc. 2). Zastosowanie soczewek asferycznych powoduje powstawanie wyraźniejszego obrazu bez zniekształceń dla jednej odległości, np. do dali, i jest wykorzystywane w soczewkach jednoogniskowych.

RYCINA 2

Aberracje sferyczne.

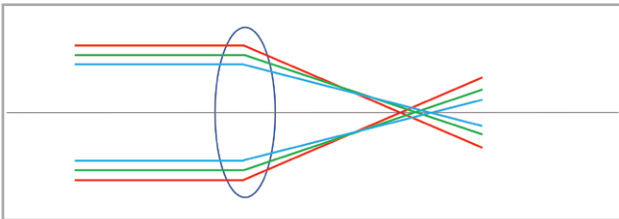


Aberracja chromatyczna to cecha soczewki lub układu optycznego polegająca na różnym ogniskowaniu fali światła ze względu na różny współczynnik załamania dla fali światła o różnej długości (ryc. 3). Aberracje chromatyczne są przyczyną gorszego widzenia kontrastu. Achromatyczność nie poprawia głębi ostrości soczewek, ale polepsza komfort widzenia poprzez poprawę widzenia kontrastu [9]. Efekt przejścia światła przez otwór stenopeiczny polega na eliminowaniu z wiązki światła promieni, które nie przechodzą przez niego idealnie prostopadle (ryc. 4). Zapobiega to w znacznym stopniu powstawaniu niepożądanych aberracji

sferycznych. Fizjologicznie efekt ten odpowiada za gorsze widzenie w warunkach skotopowych oraz zapewnia widzenie większej głębi ostrości z ograniczeniem pola widzenia przy zwężeniu źrenicy.

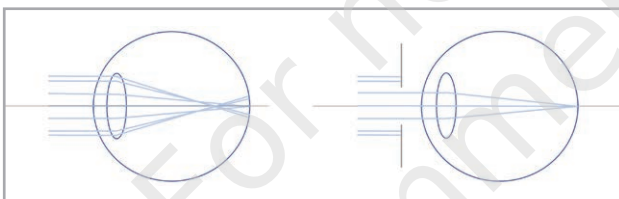
RYCINA 3

Aberracje chromaticzne.



RYCINA 4

Zasada działania otworu stenopeicznego.



Soczewki o wydłużonej ogniskowej z definicji powinny wykorzystywać aberracje sferyczne oraz mogą wykorzystywać dodatkowo efekt otworu stenopeicznego w celu uzyskania płynnego wydłużenia ogniska i poprawy głębi ostrości. Niektórzy autorzy sugerują, że soczewki dyfrakcyjne lub wykorzystujące dodatkowo aberracje chromaticzne nie są czystymi soczewkami o wydłużonej ogniskowej, i rekomendują nazywanie ich soczewkami hybrydowymi [8]. Wydłużenie ogniska ma za zadanie zlikwidować nakładanie się obrazów z fragmentu soczewki odpowiadającej za widzenie z daleka oraz fragmentu odpowiadającego za widzenie z odległości pośredniej [9], co występuje w soczewkach multifokalnych. Wykorzystanie niedyfrakcyjnego wydłużenia ogniska poprzez płynne przejście między strefami optycznymi nie daje rozszczepienia promieni świetlnych na granicy stref, tym samym zmniejszając lub całkowicie niwelując dysfotopsje pozytywne takie jak *halo*, *glare* lub *starburst*. Jest to obok lepszego widzenia kontrastu największa zaleta soczewek o wydłużonej ogniskowej w porównaniu z soczewkami multifokalnymi.

Jedną z soczewek o wydłużonej ogniskowej dostępnych w Polsce jest soczewka AT LARA firmy ZEISS (ryc. 5). To soczewka wewnątrzgałkowa asferyczna, fabrycznie ładowana do iniektora. Wydłużenie ogniska w soczewce uzyskano dzięki pierścieniom dyfrakcyjnym łączonym poprzez tzw. strefy przejściowe. Technologię nazwano Smooth Microphase (SMP). Strefy te zapewniają znacznie płynniejsze przejście pomiędzy pierścieniami dyfrakcyjnymi, co zapewnia mniejsze rozszczepienie wiązki światła na granicy stref i ogranicza niepożądane efekty świetlne. Według producenta soczewka zapewnia dobre widzenie na poziomie 0,8 lub więcej bez korekcji do odległości 55 cm oraz 0,63 bez korekcji do odległości 45 cm.

RYCINA 5

Dysfotopsje pozytywne.



DOŚWIADCZENIA WŁASNE

W Polsce soczewki o wydłużonej ogniskowej nie cieszą się jeszcze tak dużym zainteresowaniem zarówno pacjentów, jak i okulistów, ale obserwując trendy napływające do nas z innych krajów, można stwierdzić, że ta tendencja będzie ulegała zmianie. Być może soczewki o wydłużonej ogniskowej wymagają znacznie krótszego czasu neuroadaptacji, ale obecnie nie ma badań potwierdzających tę tezę. Soczewki o wydłużonej ogniskowej ze względu na mniejszą liczbę działań niepożądanych [10] wydają się dobrym wyborem dla kilku grup chorych:

- pacjenci z przeciwwskazaniami do zastosowania soczewek wieloogniskowych
- pacjenci o dużych wymaganiach wzrokowych ze względu na lepsze widzenie do dali niż przy soczewkach wieloogniskowych, ale osiągający dodatkowe korzyści

w stosunku do soczewek jednoogniskowych w postaci dobrego widzenia odległości pośrednich

- pacjenci, którzy dużo czasu spędzają, prowadząc pojazdy mechaniczne, szczególnie w warunkach skotopowych, ze względu na mniejsze ryzyko występowania efektów *halo*, *glare* lub *starburst* przy zachowanym dobrym widzeniu na odległość 70–80 cm, w której znajduje się deska rozdzielcza.

Soczewki o wydłużonej ogniskowej mają podobne wskazania do zastosowania jak soczewki jednoogniskowe i dlatego w przyszłości mogą je zastąpić u chorych, u których z powodu istnienia przeciwwskazań nie można zastosować soczewek wieloogniskowych.

Z naszych doświadczeń wynika, że większość pacjentów jest bardzo zadowolona z soczewek o wydłużonej ogniskowej. Widzenie do dali jest zbliżone do ostrości widzenia, jaką można osiągnąć po zastosowaniu soczewek jednoogniskowych. Widzenie do bliży kształtuje się na poziomie Sn 0,5–0,75 bez korekcji lub Sn 0,5 w korekcji +1,0 Dsph. Niepożądane efekty świetlne są zauważalne przez chorych znacznie rzadziej niż w przypadku soczewek wieloogniskowych, a jeśli występują, pacjenci nie opisują ich jako uniemożliwiających normalne funkcjonowanie.

ADRES DO KORESPONDENCJI

Ilek. Andrzej Grąbczewski

Samodzielny Publiczny Kliniczny Szpital Okulistyczny
00-576 Warszawa, ul. Marszałkowska 24/26
e-mail: andrzejgrabczewski@live.com

PODSUMOWANIE

Soczewki o wydłużonej ogniskowej to stosunkowo nowa, ale dobrze przebadana grupa soczewek, których zastosowanie powinno być brane pod uwagę podczas zabiegów chirurgicznych usunięcia zaćmy oraz refrakcyjnej wymiany soczewki. Decyzja o wyborze soczewki powinna być zawsze podejmowana po dokładnym badaniu podmiotowym i przedmiotowym, po ocenie potrzeb wzrokowych chorych oraz poinformowaniu go, jakich rezultatów może oczekiwać po zabiegu. Soczewki o wydłużonej ogniskowej wykazują niewiele działań niepożądanych i dobrą tolerancję przez pacjentów. Soczewki EDoF nie powinny być postrzegane jedynie jako lepsze soczewki jednoogniskowe, ale również dobra alternatywa dla soczewek wieloogniskowych. W naszej ocenie wykorzystanie soczewek o wydłużonej ogniskowej będzie rosło w miarę zwiększania się wiedzy okulistów, ale również chorych na ich temat.

Źródło rycin: Wszystkie ryciny pochodzą z materiałów własnych autorów.

ORCID

Andrzej Grąbczewski – ID – <http://orcid.org/0000-0002-3445-5594>
Martyna Jendrzeczyk – ID – <http://orcid.org/0000-0002-8579-350X>

Piśmiennictwo

1. Xu J, Zheng T, Lu Y. Comparative Analysis of Visual Performance and Astigmatism Tolerance with Monofocal, Bifocal, and Extended Depth-of-Focus Intraocular Lenses Targeting Slight Myopia. *J Ophthalmol.* 2020; 2020: 9283021.
2. Savini G, Schiano-Lomoriello D, Balducci N. Visual Performance of a New Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens Compared to a Distance-Dominant Diffractive Multifocal Intraocular Lens. *J Refract Surg.* 2018; 34(4): 228-35. <http://doi.org/10.3928/1081597X-20180125-01>.
3. Breyer DRH, Kaymak H, Ax T et al. Multifocal intraocular lenses and extended depth of focus intraocular lenses. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2017; 6: 339-49.
4. Bourne RRA, Jonas JB, Bron AM. Prevalence and causes of vision loss in high-income countries and in Eastern and Central Europe in 2015: magnitude, temporal trends and projections. *Br J Ophthalmol.* 2018; 102(5): 575-85.
5. Ajibode HA, Fakolujo VO, Onabolu OO et al. A community-based prevalence of presbyopia and spectacle coverage in Southwest Nigeria. *J West Afr Coll Surg.* 2016; 6: 66-82.
6. McDonnell PJ, Lee P, Spritzer K et al. Associations of presbyopia with vision-targeted health-related quality of life. *Arch Ophthalmol.* 2003; 121(11): 1577-81.

7. Assi L, Chamseddine F, Ibrahim P. A Global Assessment of Eye Health and Quality of Life. A Systematic Review of Systematic Reviews. *JAMA Ophthalmol.* 2021; 139(5): 1-16.
8. Kanclerz P, Toto F, Grzybowski A. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2020; 9(3): 194-202.
9. Artal P, Manzanera S, Piers P et al. Visual effect of the combined correction of spherical and longitudinal chromatic aberrations. *Opt Express.* 2010; 18: 1637-48.
10. Savini G, Balducci N, Carbonara C. Functional assessment of a new extended depth-of-focus intraocular lens. *Eye.* 2018; 33(3). <http://doi.org/10.1038/s41433-018-0221-1>.

For non-commercial use only

Wkład autorów:

Andrzej Grąbczewski: 90%; Martyna Jendrzeczyk: 10%.

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:

Andrzej Grąbczewski: 90%; Martyna Jendrzeczyk: 10%.

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.