20 lat doświadczeń z soczewką AcrySof® – jej wpływ na chirurgię zaćmy

Twenty years of experience with AcrySof® – its influence on cataract surgery

Opracowanie na podstawie artykułu „Twenty years of AcrySof. Impact in cataract surgery"

Elżbieta Jadowska[1, 2]

[1] Dział Medyczny, Alcon
[2] Oddział Okulistyczny, Szpital Wojewódzki im. Mikołaja Kopernika w Koszalinie
Ordynator: lek. Maria Liwacz

NAJWAŻNIEJSZE

Innowacyjność w konstrukcji sztucznych soczewek wewnątrzgałkowych, jaką osiągnięto na przestrzeni lat, ma zasadniczy wpływ na komfort życia pacjenta po zabiegu fakoemulsyfikacji zaćmy.

HIGHLIGHTS

Innovation in artificial intraocular lens design, which has been achieved over the years, has a significant impact on patient's quality of life after phacoemulsification cataract surgery.

STRESZCZENIE

Niestety, nie istnieje naturalna soczewka, którą można wszczepić po zabiegu chirurgicznym zaćmy. Dlatego tak ważne jest, żeby sztuczna soczewka wewnątrzgałkowa działała zgodnie z naturalną fizjologią ludzkiego oka, nie tylko naśladując funkcje biologiczne, ale także zapewniając maksymalizację korzyści dla pacjenta. Zakładając, że soczewka wszczepiana jest dożywotnio, w ramach przygotowania pacjenta do operacji powinniśmy wziąć pod uwagę jej konstrukcję, która zapewni stabilność i przewidywalny efekt refrakcyjny, wysoką biokompatybilność z tkankami oka oraz działanie ochronne dla oka. Przywrócenie widzenia funkcjonalnego, jakości obrazu, jego jak najlepszego kontrastu, redukcja aberracji sferycznych pp. to sukces, jaki można osiągnąć dzięki odpowiednio dobranej soczewce.

Słowa kluczowe: platforma AcrySof®, chirurgia zaćmy, biomateriał, biomechanika, biooptyka, filtr światła niebieskiego

ABSTRACT

Unfortunately, there is no such thing as an organic replacement lens to be implanted after cataract surgery. That is why intraocular lens (IOL) must work with the eye's natural physiology not only to mimic the biological functions of the crystalline lens, but also to maximize patient outcomes. While preparing a patient for surgery, we should take into account some factors which can determine the outcomes, such as: the IOL design, which will ensure stability and predictable refractive effect, a high biocompatibility with the tissues of the eye, and the protective effect to the eye. Properly selected lens can ensure restoration of functional vision, image quality, the best possible contrast or the reduction of spherical aberration, which all testify to the cataract surgery success.

Key words: AcrySof® platform, cataract surgery, biomaterial, biomechanics, biooptics, blue light filter

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

WSTĘP

Soczewek AcrySof® zaprojektowanych ze zwijalnego materiału po raz pierwszy użyto do wszczepu wewnątrzgałkowego do oka ludzkiego w 1994 r. W tym samym roku zostały zatwierdzone przez Agencję Żywności i Leków (FDA). Ze względu na wiarygodne wyniki, w ciągu ostatnich 20 lat wszczepiono 80 milionów tych soczewek na całym świecie (dane firmy Alcon z 2014 r.), a w bazie medycznej (PubMed, Medline, Scopus itp.) można znaleźć ponad 750 prac na ich temat.

PLATFORMA ACRYSOF®

Platforma AcrySof®, oparta na miękkim akrylu o wysokim współczynniku załamania światła, zapewnia pełną ochronę przed promieniowaniem ultrafioletowym (UV). Dodanie chromoforu filtrującego światło niebieskie w zakresie długości fali 400–475 nm, działającego podobnie jak soczewka ludzka redukująca transmisję krótkiej fali światła niebieskiego, nadaje soczewce żółty kolor.

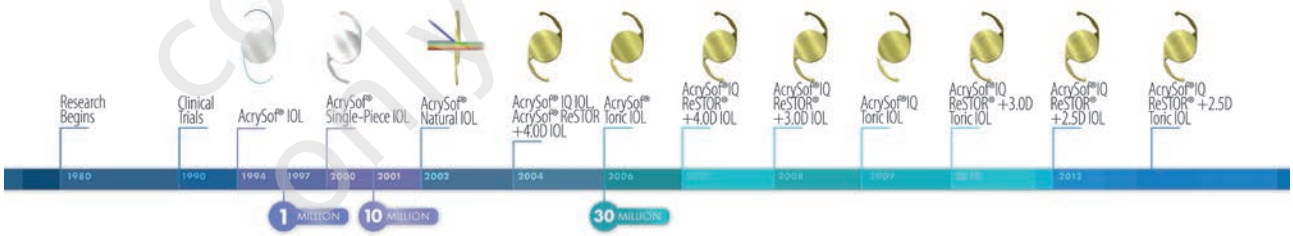
Pierwotnie tylko trzyczęściowa, obecnie soczewka ta występuje również w wersji jednoczęściowej, a jej konstrukcję oparto na tym samym hydrofobowym akrylu. Model jednoczęściowy został wprowadzony i ogólnie przyjęty w 2000 r. Jego główną zaletą jest łatwość implantacji za pomocą kartridża. Stopniowe rozwijanie się soczewki umożliwia lepsze ułożenie części optycznej w torebce soczewki. Obecnie dostępne są oba modele.

W 2003 r. firma Alcon wprowadziła do sprzedaży soczewkę AcrySof® Natural z filtrem światła niebieskiego, a w 2005 r. – AcrySof® ReSTOR® do korekcji presbiopii, stworzoną z zastosowaniem technologii dyfrakcyjnej apodyzacji. Do 2014 r. wszczepiono na świecie ponad 1,8 mln tych soczewek (dane firmy Alcon z 2014 r.). W 2006 r. rozpoczęto produkcję torycznej soczewki AcrySof® do korekcji astygmatyzmu u pacjentów z zaćmą. Kolejne lata przynosiły następne rozwiązania:

- w 2007 r. pojawiła się asferyczna soczewka AcrySof® IQ ReSTOR®
- w 2008 r. AcrySof® IQ ReSTOR® + 3,0 D – skonstruowana w celu zapewnienia szerokiego zakresu widzenia funkcjonalnego
- w 2010 r. AcrySof® IQ ReSTOR® Toric – łącząca zalety AcrySof ReSTOR® i AcrySof® Toric
- w 2012 r. AcrySof® IQ ReSTOR® + 2,5 i AcrySof® IQ ReSTOR® + 2,5 Toric – dla pacjentów z dominacją dobrego widzenia na odległość, jak również korzystających z korekcji wieloogniskowej.

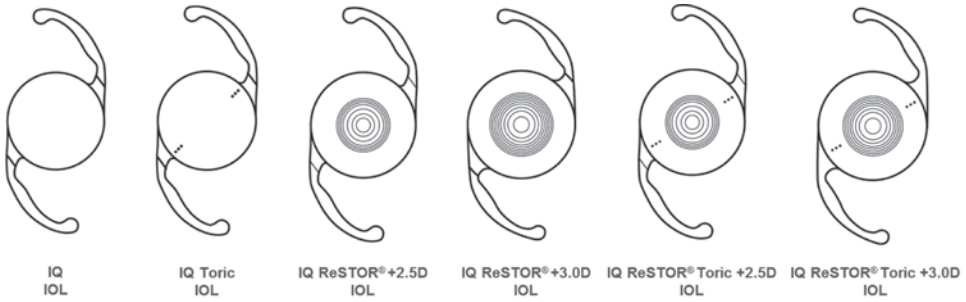
RYCINA 1

Rodzina soczewek wewnątrzgałkowych AcrySof®. Z materiałów firmy Alcon.



RYCINA 2

Rozwój soczewek AcrySof® w czasie. Z materiałów firmy Alcon.



© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

Platforma AcrySof® jest rozwijana w 3 podstawowych kierunkach:

1. materiał i jego oddziaływanie z tkankami oka (biomateriał)
2. biomechanika – stabilność w oku różnych modeli AcrySof® i ich skuteczność w korygowaniu wad refrakcji w przewidywalny sposób
3. biooptyka zapewniająca bezpieczeństwo narządu wzroku oraz jak najlepsze widzenie funkcjonalne.

Biomateriał

Materiał AcrySof® powstał dzięki stworzeniu chemicznej kombinacji polimerów akrylowych. Prace nad materiałem doprowadziły do wynalezienia unikatowej technologii, dostosowanej do potrzeb ludzkiego oka. Zaletą materiału jest wiązanie fibronektyny do torebki tylnej, silniejsza adhezja, co daje stabilność położenia soczewki, jak również zmniejszenie ryzyka zmętnienia torebki tylnej (PCO), co przekłada się na mniejszą liczbę zabiegów kapsulotomii tylnej laserem Nd:YAG. Pomimo ciągłego udoskonalania soczewek po ich wszczepieniu nadal występuje skurcz torebki przedniej, który może wpływać na pooperacyjny efekt ostrości widzenia [1]. Liczne badania pokazują, że skurcz torebki przedniej może wystąpić wcześniej u pacjentów ze schorzeniami ocznymi, takimi jak pseudoeksfoliacja, retinopatia barwnikowa i retinopatia cukrzycowa [2, 3]. Kształt i materiał, z którego wykonana jest soczewka, odgrywają kluczową rolę. W publikacjach naukowych stwierdzono, że skurcz torebki przedniej jest znacznie częstszy w przypadku wszczepienia soczewki silikonowej niż akrylowej. Nagata i wsp. [4] opisali znaczny skurcz torebki przedniej w soczewce silikonowej (AQ31ON Canon) w porównaniu z akrylowymi hydrofobowymi soczewkami wewnątrzgałkowymi, jak również różne współczynniki skurczu torebki przedniej między testowanymi soczewkami akrylowymi (AR40e Abbott Medical Optics, AcrySof® model MA60MB, SA60AT, YA60BBR Hoya). Wyniki przedstawione przez Nagatę i wsp. [4] wskazują na korzyści z wszczepienia soczewki z dużą powierzchnią przylegania i kwadratową, ściętą krawędzią [5, 6]. Tłumaczy to teoria kompresji – ciśnienie powstałe na skutek kontaktu torebki tylnej soczewki z układem optycznym zapobiega migracji komórek w sposób mechaniczny (kwadratowa krawędź wywiera większy nacisk). Takie rozwiązanie skutecznie blokuje powstanie PCO i hamuje skurcz torebki przedniej.

Zmętnienie torebki tylnej pozostaje wciąż najczęstszym powikłaniem nowoczesnej chirurgii zaćmy [7]. Patofizjologia PCO jest wieloczynnikowa, niemniej jednak zaobserwowanie jej poszczególnych elementów w praktyce klinicznej jest bardzo trudne. Hydrofobowy materiał akrylowy wykazuje mniejszy wskaźnik PCO niż inne biomateriały [5–11], a wskaźnik kapsulotomii laserowej tylnej (LPC) jest niższy w soczewkach asferycznych aniżeli w sferycznych [12]. Kapsulotomii tylnej YAG wymaga 30% operowanych, ok. 2 lat po zabiegu (zależnie od materiału i konstrukcji soczewki).

Soczewki hydrofobowe wykazują wysoką biokompatybilność, czyli adhezję do kolagenu błony komórkowej [13], co prowadzi do lepszego przylegania poprzez fibronektynę w porównaniu z innymi materiałami [9, 14]. W rezultacie przestrzeń między soczewką a torebką, gdzie mogłyby migrować komórki nabłonka (LEC), jest znacznie mniejsza [15]. Według niektórych doniesień właściwości powierzchni hydrofilowej usposabiają do proliferacji i migracji LEC od równika soczewki w kierunku części centralnej [16]. W jednym z badań prospektywnych porównano dwie soczewki hydrofobowe w obojgu oczach tego samego pacjenta. W przypadku wszczepionej soczewki Hoya AF-1YA-60BB zaobserwowano większy spadek ostrości widzenia i rozwój PCO niż w przypadku wszczepienia soczewki AcrySof®SN60AT. Podczas oceny w mikroskopie elektronowym w soczewkach AcrySof® zauważono znacznie ostrzejszy i cieńszy profil krawędzi tylnej [19], co również zapobiega migracji komórek nabłonka. W innym badaniu autorzy zaobserwowali, że ostre ścięcie krawędzi zapobiega LEC i w sposób mechaniczny zmniejsza wskaźnik rozwoju PCO w różnych soczewkach [17]. Im dłuższy czas obserwacji, tym wyraźniej można dostrzec wpływ samej soczewki (właściwości materiału, z jakiego została wykonana, i jej kształtu) na rozwój zmętnienia torebki tylnej. Niektóre badania wskazują na różnice w rozwoju PCO w różnych soczewkach wewnątrzgałkowych po upływie roku od operacji zaćmy [11, 18], podczas gdy inne – na znacząco różne wyniki już w pierwszym roku obserwacji [6, 19].

Glisteningi to odbicia światła z małych mikrowakuoli tworzących się w soczewkach na skutek ich przebywania w wilgotnym środowisku. Tworzą się one w części optycznej soczewki [22], a mechanizm ich powstawania został dokładnie opisany [15]. Ich średnica zwykle nie przekracza 10 µm [21] i mogą być obserwowane w różnego rodzaju soczewkach [22–24]. Wzrost częstości występowania i nasilenie odbić światła występują ok. 3 lat po zabiegu. Rozsądna jest również hipoteza, że częstość występowania i stopień nasilenia odbijania światła może się zwiększyć w warunkach całkowitego nawilżenia soczewki i wpływu fluktuacji temperatury [25]. Nie bez znaczenia pozostają czas po operacji, większa moc wszczepianej soczewki, zabiegi łączone z operacją zaćmy [26], wpływ współistniejącej choroby oczu, np. jaskry [27], oraz jednoczesnego stosowania kropli okulistycznych [28]. Redukcja średniej gęstości mikrowakuoli dla AcrySof® wyprodukowanych w 2012 r. wynosi 87% w porównaniu z soczewkami wprowadzonymi w 2003 r. [29].

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

Biomechanika

Projekt soczewki w znacznej mierze wpływa na jej stabilność w oku. Soczewka może się poruszać w różnych kierunkach; wykonać ruch obrotowy, przemieścić się osiowo lub przesunąć w przód albo w tył. Na jej stabilność mogą wpływać różne czynniki, a każdy ruch rzutuje na końcowy wynik operacji. W celu równomiernego rozłożenia sił, osiągnięcia stabilności mechanicznej oraz centralnego położenia części optycznej dla szerokiego zakresu średnic torebki soczewki zaprojektowano hapteny STABLEFORCE®.

RYCINA 3

Stabilna pozycja IOL dla szerokiego zakresu średnic torebki soczewki. Z materiałów firmy Alcon.

Aby można było osiągnąć pełne korzyści korekty ostrości wzroku z zastosowaniem soczewki torycznej, jej stabilność obrotowa musi być trwale utrzymywana. Viestenz i wsp. [30] szacują, że przesunięcie osi soczewki o 11,5 stopnia doprowadza do pozostawienia 40% początkowej wartości astygmatyzmu, a tym samym każde 3 stopnie prowadzą do pozostawienia 10% początkowej wartości astygmatyzmu. Dla jednoczęściowej soczewki AcrySof® SA60AT Weinand i wsp. [31] podają średni obrót pooperacyjny 0,7 stopnia (zakres od 0,1 do 1,8 stopnia) u 17 pacjentów, a Mendicute i wsp. [32] – średnio od 3,63 ± 3,11 stopnia, a mniej niż 10 stopni u 96,7 % pacjentów w przypadku wszczepienia soczewek jednoczęściowych. Stabilność obrotowa soczewki jest uwarunkowana m.in. wielkością torebki [33] oraz materiałem i modelem wszczepu. Początkowe ułożenie, spowodowane grawitacją, ma również wpływ na wczesny obrót. Miyake i wsp. [34] donoszą o obrocie soczewki AcrySof® IQ Toric o 4–5 stopni 2 lata po operacji, z dobrą stabilnością obrotową w długim okresie. Jednak u 6 pacjentów obrót sztucznej soczewki wewnątrzgałkowej przekroczył 20 stopni. We wszystkich przypadkach stwierdzono, że długość osiowa gałki wynosiła 25 mm lub więcej, astygmatyzm rogówkowy był zgodny z regułą, a rotacja następowała względnie szybko po zabiegu operacyjnym. Istnieje kilka czynników wpływających na stabilność obrotową, takich jak niekompletne wypłukanie wiskoelastyku, ułożenie haptenów i skurcz torebki w ciągu 3 pierwszych miesięcy po zabiegu [35]. Tak więc niewielkie przesunięcie IOL jest klinicznie niemożliwe do uniknięcia. W badaniu przeprowadzonym przez Ferreirę i wsp. [36] rotacja obrotowa po wszczepieniu AcrySof® IQ ReSTOR® Toric wyniosła średnio 2,97 stopnia ± 2,33 stopnia. Podobne wyniki uzyskali Alfonso i wsp. [37]. Czynniki wpływające na stabilność obrotową w przypadku tego typu soczewki są podobne jak wymienione wyżej. Kim i wsp. [38] wykazali redukcję astygmatyzmu o 85,6% po wszczepieniu AcrySof® IQ Toric w oczach z małym astygmatyzmem, wynoszącym 0,5–1,0 D. Zabiegi uznano za bezpieczne, przewidywalne i skuteczne.

Na pooperacyjne przemieszczenie soczewki wpływają: zwłóknienie torebki, jej przyleganie do implantowanej soczewki oraz właściwości mechaniczne wszczepu [39–42]. Nejima i wsp. [43] wskazują na wyższą stabilność wszczepionej soczewki jednoczęściowej niż trzyczęściowej. Według Nagamoto i in. [44] całkowita optymalna długość wszczepianej soczewki powinna się mieścić w przedziale 12,0–12,5 mm.

Biooptyka

Część optyczna soczewek asferycznych jest tak zmodyfikowana, aby promienie świetlne przechodzące przez obwodową część optyczną ogniskowały się w tym samym miejscu, co przechodzące przez część centralną. Jakość optyczna asferycznej powierzchni soczewki wprowadzona w rodzinie AcrySof® zmniejsza aberracje sferyczne, naśladuje widzenie oczu młodych ludzi i poprawia jakość oraz wyrazistość obrazu. Właściwościom optycznym, jak i funkcji przenoszenia modulacji fali świetlnej (MTF) dla różnych modeli AcrySof®, poświęcono znaczną część literatury. Aberracje sferyczne są nierozerwalnie związane z soczewką sferyczną i przyczyniają się do znacznego pogorszenia jakości obrazu odbieranego przez siatkówkę [45]. Dodatnie

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

aberracje sferyczne powstają, gdy załamanie obwodowych promieni światła jest większe niż centralnych. Soczewki sferyczne charakteryzują się aberracjami dodatnimi. Jeśli zsumują się one z również dodatnimi aberracjami sferycznymi rogówki oka ludzkiego, spada jakość obrazu powstającego na siatkówce. Naturalna soczewka ludzka wykazuje ujemne aberracje sferyczne, co pozwala rekompensować aberracje sferyczne rogówki [46]. AcrySof® IQ, podobnie jak naturalna soczewka ludzka, wykazuje ujemne aberracje sferyczne, dzięki czemu po jej wszczepieniu zachowane są warunki na poziomie fizjologicznym [47]. Madrid-Costa i wsp. [48] w badaniu *in vitro* porównali soczewkę AcrySof® IQ z soczewkami asferycznymi innych producentów: Bi-Flex1.8 677AB i Z-Flex HB 860FAB (Medicontour, Genewa, Szwajcaria), EnVista (Bausch+ Lomb, Rochester, Nowy Jork). Obie krzywe MTF oraz uzyskane punkty funkcji rozproszenia wykazały najlepszą redukcję aberracji sferycznych również w zakresie aberracji rogówkowych wyższego rzędu w oczach z AcrySof® IQ.

Toryczne soczewki AcrySof®, zarówno sferyczne, jak i asferyczne, wykazują dobrą jakość optyczną mierzoną *in vitro* [49]. Perez-Vives i wsp. stwierdzili porównywalne wyniki jakości optycznej dla źrenic o średnicy 3 mm, ale lepszą jakość optyczną soczewki sferycznej ze średnicą 5 mm [49]. Jeśli jednak weźmiemy tu pod uwagę aberrację sferyczną rogówki, znacznie lepszą jakością optyczną będą się charakteryzowały soczewki asferyczne. Ferreira i Almeida [50] ogłosili wyniki badań ostrości widzenia u pacjentów ze wszczepionymi soczewkami AcrySof® IQ Toric, u których poziom aberracji sferycznych był bardzo niski, praktycznie nieobecny. Wyniki były porównywalne z wynikami analizy Perez-Vives.

Na efekty operacji zaćmy z implantacją soczewki mogą wpływać różne czynniki. Decentracja związana z przechyleniem soczewki może zupełnie anulować zalety asferyczności soczewki [51–53] oraz zmniejszyć pooperacyjną ostrość widzenia.

Badania *in vitro* wykazały, że dystrybucja światła między punktem bliży a punktem dali zależy od średnicy źrenicy i zmienia się w zakresie 40–90% jego wykorzystania. Wieloogniskowe soczewki AcrySof® są zależne od wielkości źrenicy, co tłumaczy ich refrakcyjno-dyfrakcyjną apodyzowaną konstrukcję ze stopniowym zmniejszaniem się wysokości pierścieni w kierunku obwodu. Dodatkowo obwód soczewki jest strefą przeznaczoną do widzenia dali. Zatem refrakcyjno-dyfrakcyjny apodyzowany model wykazuje pewien wpływ na średnicę źrenicy. Przypuszcza się, że soczewki wieloogniskowe dają większe rozproszenie światła niż jednoogniskowe. Jakkolwiek Dick i wsp. [54] nie znaleźli statystycznie znaczących różnic w zakresie funkcji rozproszenia między nimi, zauważyli jednak większy efekt halo w grupie pacjentów powyżej 70. r.ż. ze wszczepioną soczewką wieloogniskową. Ogura i wsp. [55] doszli do wniosku, że powierzchniowe rozproszenie światła nie wpływa na rozdzielczość obrazu docelowego (na wartość MTF), a tylko minimalnie zależy od wielkości jego transmisji.

SOCZEWKI TORYCZNE

Ferrer-Blasco i wsp. [56] określili częstość występowania astygmatyzmu na podstawie wyników przebadania 4540 oczu, spośród których 2415 z zaćmą kwalifikowało się do leczenia chirurgicznego (pacjenci byli w wieku między 32. a 87. r.ż.). W 13,2% oczu nie stwierdzono astygmatyzmu, w 64,4% astygmatyzm rogówki kształtował się między 0,25 a 1,25 dioptrii, a w 22,2 % – wynosił 1,5 dioptrii lub więcej. Statham i wsp. [57] uzyskali 2 linie poprawy u pacjentów z nieskorygowaną ostrością wzroku przed zabiegiem operacyjnym i astygmatyzmem mniejszym niż 1,0 dioptria po wszczepieniu soczewki AcrySof® Toric SN60T3 w porównaniu z AcrySof® SA60AT. Istnieją zatem korzyści zarówno w korygowaniu małego astygmatyzmu do 1,0 dioptria, jak i większego [58, 59]. Kim i wsp. [38] po wszczepieniu AcrySof® Toric osiągnęli ostrość widzenia 20/40 u 93,3% i 20/25 u 73,3% pacjentów podczas obserwacji w średnim czasie 13,3 miesiąca. Dobre wyniki odnotowano również w przypadkach wysokiego astygmatyzmu [60, 61].

SOCZEWKI WIELOOGNISKOWE

Przeprowadzono wiele badań oceniających kliniczne i funkcjonalne zalety zastosowania soczewek wieloogniskowych, znacznie poprawiających widzenie do dali, z dodatkową funkcją dobrego widzenia bliży [62–71], po wszczepieniu których pacjenci nie muszą używać żadnych okularów korekcyjnych do dali i bliży. Dodatek sfery umożliwiający widzenie do bliży odpowiada addycji +3,0 dioptrii. W najnowszych modelach soczewek refrakcyjno-dyfrakcyjnych AcrySof® ReSTOR® i AcrySof® Toric ReSTOR® zastosowano opcjonalnie mniejszy dodatek do bliży +2,5 dioptrii, poprawiający ostrość wzroku do odległości pośrednich. Blaylock i wsp. [64] oraz Ferrer-Blasco i wsp. [68] oceniali próg czułości kontrastu w fotopowych i mezopowych warunkach przed wszczepieniem oraz po wszczepieniu AcrySof® ReSTOR® i wykazali redukcję progu czułości kontrastu w warunkach mezopowych w porównaniu z fotopowymi, ale był on kompatybilny z wynikami przedoperacyjnymi. Wyniki uzyskane przez Ferrer-Blasco i wsp. były podobne dla oczu krótkowzrocznych i nadwzrocznych [68]. Alfonso i wsp. [37] odnotowali dobrą ostrość widzenia do dali, odległości pośredniej i bliży po implantacji soczewki AcrySof® ReSTOR® Toric +3. Pacjenci na wizycie w szóstym miesiącu po operacji byli w stanie odczytywać mniejszy druk niż przed operacją. Podobnych wyników dostarczyły inne badania [71–73].

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

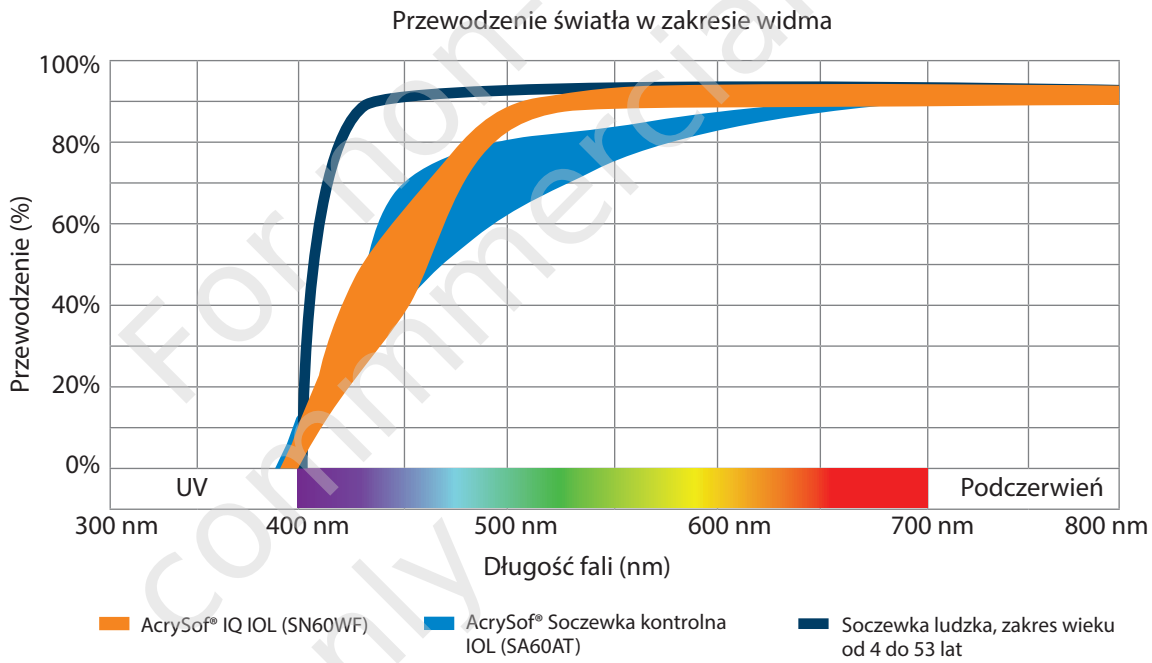
FILTROWANIE ŚWIATŁA NIEBIESKIEGO

Chromofor soczewki AcrySof® Natural filtrujący światło niebieskie jest zastrzeżonym produktem firmy Alcon. Zaprojektowano go tak, aby nadać soczewkom wewnątrzgałkowym profil przepuszczalności światła zbliżony do profilu naturalnej soczewki młodego człowieka [73, 74]. Pomaga on zmniejszyć przepuszczalność szkodliwych długości fal światła niebieskiego o wysokiej energii bez pogorszenia postrzegania barw [75–77].

nym i tydzień po nim w oczach z soczewką AcrySof® filtrującą światło niebieskie (SN60AT) i z soczewką AcrySof® pochłaniającą tylko promieniowanie UV (SA60AT) [82]. W porównaniu z pacjentami mającymi soczewki filtrujące tylko promieniowanie UV u pacjentów z soczewkami AcrySof® IQ obserwowano znamiennie mniejszą wrażliwość na blask i krótszy czas powrotu sprawności widzenia po olśnieniu [83]. W starszym wieku komórki nabłonka barwnikowego siatkówki (RPE) są narażone na szkodliwe

RYCINA 4

Transmisja widma światła przez soczewkę naturalną, AcrySof® IQ IOL (SN60WF) i AcrySof® IOL (SA60AT). Z materiałów firmy Alcon.



Wiele napisano o zaletach i wadach filtrowania światła niebieskiego. W przekonujący sposób wykazano pozytywny wpływ filtrowania światła niebieskiego na żywotność komórek siatkówki *in vitro*. Złożoność patogenezy zwyrodnienia plamki związanego z wiekiem czyni znacznie trudniejszym potwierdzenie tych korzystnych efektów *in vivo*, niemniej jednak badanie Nolan i wsp. [80] wskazuje na poprawę czynności siatkówki przez chromofor AcrySof® IQ. Kluczową rolę dla zdrowia i ostrości wzroku, czucia kontrastu i postrzegania barw, może odgrywać gęstość optyczna barwnika plamki. Wykazano, że soczewki AcrySof® IQ wzmacniają gęstość optyczną barwnika plamki poprzez zapobieganie niszczeniu indukowanemu fotochemicznie [81, 80]. Stwierdzono wysoce znamienną dodatnią korelację między całkowitą gęstością optyczną barwnika plamki zarejestrowaną tydzień przed zabiegiem chirurgicz-

działanie światła niebieskiego, które doprowadza do ich apoptozy. Wyniki potwierdzają, że światło niebieskie jest toksyczne dla ludzkich komórek RPE, nawet przy nieobecności fluoroforu A2E [82].

W warunkach laboratoryjnej hodowli ludzkich komórek nabłonka barwnikowego siatkówki (RPE) chromofor soczewki AcrySof® zmniejszał śmiertelność komórek RPE obciążonych A2E po narażeniu na światło niebieskie, białe i zielone [84]. Soczewki filtrujące światło niebieskie mogą chronić przed proliferacją komórek czerniaka błony naczyniowej narażonych na ww. światło. Zaleca się stosowanie materiału filtrującego UV i światło niebieskie do soczewek wewnątrzgałkowych, przynajmniej u pacjentów z czynnikami ryzyka rozwoju czerniaka błony naczyniowej; są to słabo wysycone pigmentem tęczówki, starszy wiek, ekspozycja na światło słoneczne [85].

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from
https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

PODSUMOWANIE

Opublikowane dotychczas piśmiennictwo wskazuje na sukces soczewek AcrySof®. Od czasu rozpoczęcia ich produkcji wykorzystuje się ten sam, nieustannie doskonalony, rodzaj materiału. Poszukuje się nowych rozwiązań związanych z ochroną oczu, jak również ze zwiększeniem bezpieczeństwa oraz przewidywalności operacji. Materiał soczewki i kształt jej krawędzi przekładają się na mniejszą częstość występowania PCO, a tym samym – na mniejszą liczbę zabiegów kapsulotomii. Adhezja do fibronektyny i system haptenów STABLEFORCE® zapewniają stabilność mechaniczną. Filtr światła niebieskiego chroni siatkówkę, a przez to zapobiega rozwojowi zwyrodnienia plamki. Optyka ewoluowała do innowacyjnego projektu asferyczności, wynikiem czego jest redukcja aberracji sferycznych. Na uwagę zasługuje rozszerzenie oferty modeli oraz duży wybór w zakresie mocy soczewek. Nową dyfrakcyjną soczewkę trójogniskową PanOptix® opracowano z wykorzystaniem zalet biomateriału i biomechaniki wykazanych w wielu badaniach naukowych oraz modyfikacji technologii optycznych w celu osiągnięcia jak najlepszego widzenia do bliży, pośredniego i do dali. Skupiono się na jeszcze skuteczniejszym wykorzystaniu światła niż w soczewkach ReSTOR. Nowa trójogniskowa IOL będzie łączyła wszystkie zalety platformy AcrySof® IQ w nowym projekcie trójogniskowym, który przy preferowanym współcześnie przez wiele osób trybie życia (praca przy komputerze) pozwala na jeszcze lepsze widzenie pośrednie.

Nowoczesnym rozwiązaniem na bazie platformy AcrySof® IQ jest wstępnie załadowany system implantacji UltraSert™, który zapewnia płynną kontrolowaną implantację, zwiększając komfort pracy chirurga. Konstrukcja końcówki z ograniczeniem głębokości minimalizuje ryzyko rozciągnięcia rany, zachowując cięcie 2,2 mm.

ADRES DO KORESPONDENCJI
lek. Elżbieta Jadowska
Alcon Polska, Sp. z o.o.
02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15
e-mail: elzbieta.jadowska@alcon.com

For non-commercial use only

Piśmiennictwo

1. Davison JA. Capsule contraction syndrome. J Cataract Refract Surg 1993; 19(5): 582-589.
2. Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Areareduction in the anterior capsule opening in eyes of diabetes mellitus patient. J Cataract Refract Surg 1998; 24(8): 1105-1110.
3. Hayashi K, Hayashi H, Matsuo K, et al. Anterior capsule contraction and intraocular lens dislocation after implant surgery in eyes with retinitis pigmentosa. Ophthalmology 1998; 105(7): 1239-1243.
4. Nagata M, Matsushima H, Mukai K, et al. Comparison of anterior capsule contraction between 5 foldable intraocular lens models. J Cataract Refract Surg 2008; 34(9): 1495-1498.
5. Ursell PG, Spalton DJ, Pande MV, et al. Relationship between intraocular lens biomaterials and posterior capsule opacification. J Cataract Refract Surg 1998; 24(3): 352-360.
6. Vasavada AR, Raj SM, Shah A, et al. Comparison of posterior capsule opacification with hydrophobic acrylic and hydrophilic acrylic intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2011; 37(6): 1050-1059.
7. Schaumberg DA, Dana MR, Christen WG, Glynn RJ. A systematic overview of the incidence of posterior capsule opacification. Ophthalmology 1998; 105(7): 1213-1221.
8. Bender LE, Spalton DJ, Meacock W, et al. Predicting posterior capsule opacification: value of early retroillumination imaging. J Cataract Refract Surg 2003; 29(3): 526-531.
9. Heatley CJ, Spalton DJ, Kumar A, et al. Comparison of posterior capsule opacification rates between hydrophilic and hydrophobic single-piece acrylic intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2005; 31(4): 718-724.
10. Hollick EJ, Spalton DJ, Ursell PG, et al. The effect of polymethylmethacrylate, silicone, and polyacrylic intraocular lenses on posterior capsular opacification 3 years after cataract surgery. Ophthalmology 1999; 106(1): 49-54; discussion 54-45.
11. Iwase T, Nishi Y, Oveson BC, Jo YJ. Hydrophobic versus double-square-edged hydrophilic foldable acrylic intraocular lens: effect on posterior capsule opacification. J Cataract Refract Surg 2011; 37(6): 1060-1068.
12. Biber JM, Sandoval HP, Trivedi RH, et al. Comparison of the incidence and visual significance of posterior capsule opacification between multifocal spherical, monofocal spherical, and monofocal aspheric intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2009; 35(7): 1234-1238.

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

13. Nagata T, Minakata A, Watanabe I. Adhesiveness of AcrySof to a collagen film. J Cataract Refract Surg 1998; 24(3): 367-370.
14. Ong M, Wang L, Karakelle M. Fibronectin Adhesive Properties of Various Intraocular Lens Materials. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013; 54: 819, B0043.
15. Kato K, Nishida M, Yamane H, et al. Glistening formation in an AcrySof lens initiated by spinodal decomposition of the polymer network by temperature change. J Cataract Refract Surg 2001; 27(9): 1493-1498.
16. Dorey MW, Brownstein S, Hill VE, et al. Proposed pathogenesis for the delayed postoperative opacification of the hydroview hydrogel intraocular lens. Am J Ophthalmol 2003; 135(5): 591-598.
17. Morgan-Warren PJ, Smith JA. Intraocular lens-edge design and material factors contributing to posterior-capsulotomy rates: comparing Hoya FY60aD, PY60aD, and AcrySof SN60WF. Clin Ophthalmol 2013; 7: 1661-1667.
18. Kang S, Choy JA, Joo CK. Comparison of posterior capsular opacification in heparin-surface modified hydrophilic acrylic and hydrophobic acrylic intraocular lenses. Jap J Ophthalmol 2009; 53: 204-208.
19. Cleary G, Spalton DJ, Hancox J, et al. Randomized intraindividual comparison of posterior capsule opacification between a microincision intraocular lens and a conventional intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2009; 35(2): 265-272.
20. Dhaliwal DK, Mamalis N, Olson RJ, et al. Visual significance of glistenings seen in the AcrySofintraocular lens. J Cataract Refract Surg 1996; 22(4): 452-457.
21. Waite A, Faulkner N, Olson RJ. Glistenings in the single-piece, hydrophobic, acrylic intraocular lenses. Am J Ophthalmol 2007; 144(1): 143-144.
22. Tognetto D, Toto L, Sanguinetti G, Ravalico G. Glistenings in foldable intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2002; 28(7): 1211-1216.
23. Wilkins E, Olson RJ. Glistenings with longterm follow-up of the Surgidev B20/20 polymethylmethacrylate intraocular lens. Am J Ophthalmol 2001; 132(5): 783-785.
24. Maki T, Izumi S, Ayaki M, Koide R. Glistenings in PMMA intraocular lenses. Showa Univ J Med Sci 2004; 16: 75-82.
25. Werner L. Glistenings and surface light scatteringin intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2010; 36(8):1398-1420.
26. Moreno-Montanes J, Alvarez A, Rodriguez-Conde R, Fernandez-Hortelano A. Clinical factors related to the frequency and intensity of glistenings in AcrySof intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2003; 29(10): 1980-1984.
27. Colin J, Orignac I, Touboul D. Glistenings in alarge series of hydrophobic acrylic intraocularlenses. J Cataract Refract Surg 2009; 35(12): 2121-2126.
28. Ayaki M, Nishihara H, Yaguchi S, Koide R. Effect of ophthalmic solution components on acrylic intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2007; 33(1): 122-126.
29. Minami H, Torii K, Hiroi K, Kazama S. Glistening of the acrylic intraocular lenses. Rinsho Ganka 1999; 53: 991-994.
30. Viestenz A, Seitz B, Langenbucher A. Evaluating the eye's rotational stability during standard photography: effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2005; 31(3): 557-561.
31. Weinand F, Jung A, Stein A, et al. Rotational stability of a single-piece hydrophobic acrylic intraocular lens: new method for high-precision rotation control. J Cataract Refract Surg 2007; 33(5): 800-803.
32. Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, et al. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. J Cataract Refract Surg 2008; 34(4): 601-607.
33. Ruhswurm I, Scholz U, Zehetmayer M, et al. Astigmatism correction with a foldable toric intraocular lens in cataract patients. J Cataract Refract Surg 2000; 26(7): 1022-1027.
34. Miyake T, Kamiya K, Amano R, et al. Long-term clinical outcomes of toric intraocular lens implantation in cataract cases with preexisting astigmatism. J Cataract Refract Surg 2014; 40(10): 1654-1660.
35. Bauer NJ, de Vries NE, Webers CA, et al. Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2008; 34(9): 1483-1488.
36. Ferreira TB, Marques EF, Rodrigues A, Montes- Mico R. Visual and optical outcomes of a diffractive multifocal toric intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2013; 39(7): 1029-1035.
37. Alfonso JF, Knorz M, Fernandez-Vega L, et al. Clinical outcomes after bilateral implantation of an apodized +3.0D toric diffractive multifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2014; 40(1): 51-59.
38. Kim MH, Chung TY, Chung ES. Long-term efficacy and rotational stability of AcrySof toric intraocular lens implantation in cataract surgery. Korean J Ophthalmol 2010; 24(4): 207-212.
39. Cekic O, Batman C. The relationship between capsulorhexis size and anterior chamber depth relation. Ophthalmic Surg Lasers 1999; 30(3): 185-190.
40. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg 1992; 18(2): 125-129.

For non-commercial use only

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from
https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

41. Stifter E, Menapace R, Luksch A, et al. Anterior chamber depth and change in axial intraocular lens position after cataract surgery with primary posterior capsulorhexis and posterior optic buttonholing. J Cataract Refract Surg 2008; 34(5): 749-754.
42. Ursell PG, Spalton DJ, Pande MV. Anterior capsule stability in eyes with intraocular lenses made of poly(methyl methacrylate), silicone, and AcrySof. J Cataract Refract Surg 1997; 23(10): 1532-1538.
43. Nejima R, Miyai T, Kataoka Y, et al. Prospective intrapatient comparison of 6.0-millimeter optic single-piece and 3-piece hydrophobic acrylic foldable intraocular lenses. Ophthalmology 2006; 113(4): 585-590.
44. Nagamoto T, Eguchi G. Morphologic compatibility or intraocular lens haptics and the lens capsule. J Cataract Refract Surg 1997; 23(8): 1254-1259.
45. Packer M, Fine IH, Hoffman RS, Piers PA. Prospective randomized trial of an anterior surface modified prolate intraocular lens. J Refract Surg 2002; 18(6): 692-696.
46. Artal P, Guirao A, Berrio E, Williams DR. Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. J Vis 2001; 1(1): 1-8.
47. Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, et al. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. J Refract Surg 2002; 18(6): 683-691.
48. Madrid-Costa D, Ruiz-Alcocer J, Ferrer-Blasco T, et al. In vitro optical performance of a new aberration-free intraocular lens. Eye (Lond) 2014; 28(5): 614-620.
49. Perez-Vives C, Ferrer-Blasco T, Garcia-Lazaro S, et al. Optical quality comparison between spherical and aspheric toric intraocular lenses. Eur J Ophthalmol. 2014; 24(5): 699-706.
50. Ferreira TB, Almeida A. Alcon Acrysof IQ toric intraocular lenses. J Refract Surg 2012; 28(8): 551-555.
51. Atchison DA. Design of aspheric intraocular lenses. Ophthalmic Physiol Opt 1991; 11(2): 137-146.
52. Carlson AN, Stewart WC, Tso PC. Intraocular lens complications requiring removal or exchange. Surv Ophthalmol 1998; 42(5): 417-440.
53. Gimbel HV, Condon GP, Kohnen T, et al. Late in-the-bag intraocular lens dislocation: incidence, prevention, and management. J Cataract Refract Surg 2005; 31(11): 2193-2204.
54. Dick HB, Krummenauer F, Schwenn O, et al. Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. Ophthalmology 1999; 106(10): 1878-1886.
55. Ogura Y, Ong MD, Akinay A, et al. Optical performance of hydrophobic acrylic intraocular lenses with surface light scattering. J Cataract Refract Surg 2014; 40(1): 104-113.
56. Ferrer-Blasco T, Montes-Mico R, Peixoto-de-Matos SC, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2009; 35(1): 70-75.
57. Statham M, Apel A, Stephensen D. Comparison of the AcrySof SA60 spherical intraocular lens and the AcrySof Toric SN60T3 intraocular lens outcomes in patients with low amounts of corneal astigmatism. Clin Experiment Ophthalmol 2009; 37(8): 775-779.
58. Hayashi K, Manabe S, Yoshida M, Hayashi H. Effect of astigmatism on visual acuity in eyes with a diffractive multifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2010; 36(8): 1323-1329.
59. Fernandez-Vega L, Alfonso JF, Montes-Mico R, Amhaz H. Visual acuity tolerance to residual refractive errors in patients with an apodized diffractive intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2008; 34(2): 199-204.
60. Hoffmann PC, Auel S, Hutz WW. Results of higher power toric intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 2011; 37(8): 1411-1418.
61. Ouchi M. High-cylinder toric intraocular lens implantation versus combined surgery of low-cylinder intraocular lens implantation and limbal relaxing incision for high-astigmatism eyes. Clin Ophthalmol 2014; 8: 661-667.
62. Packer M, Fine IH, Hoffman RS. Refractive lens exchange with the array multifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2002; 28(3): 421-424.
63. Alfonso JF, Fernandez-Vega L, Valcarcel B, et al. Outcomes and patient satisfaction after presbyopic bilateral lens exchange with the ReSTOR IOL in emmetropic patients. J Refract Surg 2010; 26(12): 927-933.
64. Blaylock JF, Si Z, Aitchison S, Prescott C. Visual function and change in quality of life after bilateral refractive lens exchange with the ReSTOR multifocal intraocular lens. J Refract Surg 2008; 24(3): 265-273.
65. Dick HB, Gross S, Tehrani M, et al. Refractive lens exchange with an array multifocal intraocular lens. J Refract Surg 2002; 18(5): 509-518.
66. Fernandez-Vega L, Alfonso JF, Rodriguez PP, Montes-Mico R. Clear lens extraction with multifocal apodized diffractive intraocular lens implantation. Ophthalmology 2007; 114(8): 1491-1498.

For non-commercial use only

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from
https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02

67. Ferrer-Blasco T, Garcia-Lazaro S, Albarran-Diego C, et al. Contrast sensitivity after refractive lens exchange with a multifocal diffractive aspheric intraocular lens. Arq Bras Oftalmol 2013; 76(2): 63-68.
68. Ferrer-Blasco T, Montes-Mico R, Cervino A, et al. Contrast sensitivity after refractive lens exchange with diffractive multifocal intraocular lens implantation in hyperopic eyes. J Cataract Refract Surg 2008; 34(12): 2043-2048.
69. Goes FJ. Refractive lens exchange with the diffractive multifocal Tecnis ZM900 intraocular lens. J Refract Surg 2008; 24(3): 243--250.
70. Leysen I, Bartholomeeusen E, Coeckelbergh T, Tassignon MJ. Surgical outcomes of intraocular lens exchange: five-year study. J Cataract Refract Surg 2009; 35(6): 1013-1018.
71. Alio JL, Grabner G, Plaza-Puche AB, et al. Postoperative bilateral reading performance with 4 intraocular lens models: six -month results. J Cataract Refract Surg 2011; 37(5): 842-852.
72. Alio JL, Plaza-Puche AB, Pinero DP, et al. Optical analysis, reading performance, and quality-of life evaluation after implantation of a diffractive multifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2011; 37(1): 27-37.
73. Augustin AJ. The physiology of scotoptic vision, contrast vision, color vision and circadian rhythmicity. Retina 2008; 28(9): 1179-1187.
74. Patel AS, Dacey DM. Relative effectiveness of a blue-light filtering IOL photoentrainment of the circadian rhythm. JCRS 2009; 35(3): 529-539.
75. Hutz WW, Eckhardt HB, Rohrig B, Grolmus R. Reading ability with 3 multifocal intraocular lens models. J Cataract Refract Surg 2006; 32(12): 2015-2021.
76. Cionni RJ, Tsai JH. Color perception with AcrySofnatural and AcrySof single-piece intraocular lenses under photopic and mesopic conditions. J Cataract Refract Surg 2006; 32(2): 236-242.
77. Marshall J, Cionni RJ, Davison J, et al. Clinical results of the blue-light filtering AcrySof Natural foldable acrylic intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2005; 31(12): 2319-2323.
78. Rodriguez-Galietero A, Montes-Mico R, Munoz G, Albarran-Diego C. Comparison of contrast sensitivity and color discrimination after clear and yellow intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 2005; 31(9): 1736-1740.
79. Miyata A. Neutralization method for detecting the incidence of color perception changes after cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2015; 41(4): 764-770.
80. Nolan JM, O'Reilly P, Loughman J, et al. Augmentation of macular pigment following implantation of blue light-filtering intraocular lenses at the time of cataract surgery. Invest Ophthalmol Vis Sci 2009; 50(10): 4777-4785.
81. Obana A, Tanito M, Gohto Y, et al. Macular pigment changes in pseudophakic eyes quantified with resonance. Raman spectroscopy. Ophthalmology 2011; 118(9): 1852-1858.
82. Rezai KA, Gasyna E, Seagle BL, et al. AcrySof Natural filter decreases blue light-induced apoptosis in human retinal pigment epithelium. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 2008; 246(5): 671.
83. Gray R, Perkins SA, Suryakumar R, et al. Reduced effect of glare disability on driving performance in patients with blue light–filtering intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2011; 37: 38-44.
84. Sparrow JR, Miller AS, Zhou J. Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. J Cataract Refract Surg 2004; 30(4): 873-878.
85. Marshall JC, Gordon KD, McCauley CS, et al. The effect of blue light exposure and use of intraocular lenses on human uveal melanoma cell lines. Melanoma Research 2006; 16(6): 537-541.

For non-commercial use only

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from
https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 03:12,02