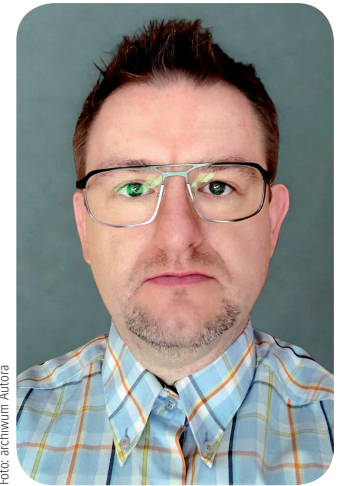


Filtry medyczne (krawędziowe) – zastosowania, cz. I



Mgr SEBASTIAN NOWAKOWSKI
Ophtalmica Nowakowski

Foto: archiwum Autora

W przypadku wielu schorzeń związanych z siatkówką, często spotykamy się z problemem nadwrażliwości na światło. Zazwyczaj problem ten obserwujemy u osób cierpiących na takie schorzenia jak AMD, jaskra, retinopatia cukrzycowa, retinopatia barwnikowa, a zwłaszcza achromatopsja. W każdym z tych schorzeń, nadwrażliwość objawia się nieco inaczej; od pogorszenia widzenia kontrastowego aż po brak możliwości otwarcia oczu. W każdym z nich światło widzialne prowadzi do znacznego pogorszenia ostrości wzroku i wymagają specjalnego podejścia i rehabilitacji. W niniejszym artykule chciałbym, w oparciu o moje dwudziestoletnie doświadczenie w pracy z pomocami dla osób słabowidzących, zwrócić uwagę czytelników na jedno z rozwiązań stosowanych z powodzeniem w wielu z tych schorzeń, a mianowicie na filtr krawędziowe zwane też filtrami selektywnymi czy też filtrami medycznymi.

Filtry krawędziowe, o których mowa są opisane w normie ISO 4007:2018 jako „Soczewki mające chronić oko przed incydentalnym promieniowaniem poprzez osłabienie tego promieniowania” [1].

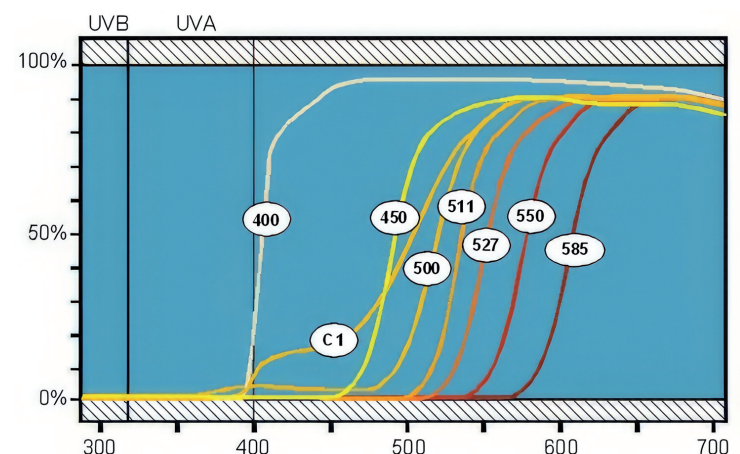
Mówiąc o filtrach krawędziowych, najczęściej mamy na myśli filtry eliminujące światło niebieskie, stąd też często spotykana ich nazwa – *blue blocker*, jednakże filtry, o których mowa w niniejszym artykule mają dużo szerszy zakres działania niż tylko światło niebieskie, ponieważ rozpiętość ich działania obejmuje zakres od 450 do 585 nanometrów. Światło widzialne jako część spektrum fali elektromagnetycznej charakteryzuje się tym, że im mniejsza długość fali tym większa jej energia. Proporcjonalnie światło niebieskie ma większą energię niż pozostałe długości światła widzialnego. W związku z tym obserwujemy, że fale o mniejszej długości załamują się silniej, co w przypadku światła widzialnego obserwowane jest np. jako aberracja chromatyczna, a także powoduje powstawanie szumu świetlnego wskutek rozpraszania w kontakcie z różnymi „przeszkodami”. W zależności od rozmiaru cząstek powodujących rozpraszanie wyróżniamy ich kilka typów, z których najczęściej obserwujemy rozpraszanie Rayleigh’a wynikające z załamania się światła na cząsteczkach powietrza i powodujące w naturze efekt niebieskiego nieba oraz czerwonych zachodów i wschodów słońca czy rozpraszanie wg. Mie, obserwowane jako np. biały kolor chmur czy biały kolor zaćmy w lampie szczelinowej [2].

Efekty, jakie można uzyskać dzięki filtrom medycznym to poprawa komfortu, kontrastu i ochrona oka.

Redukcja olśnienia

Działanie ochronne filtrów polega na wyeliminowaniu światła niebieskiego, które powoduje powstawanie aberracji na siatkówce odbieranych przez człowieka jako szum świetlny zwany też światłem błędzącym. Filtr krawędziowy można porównać do nowoczesnego aparatu słuchowego, który wycinając szum głosów lub otoczenia przepuszcza tylko mowę, którą chcemy usłyszeć.

Niekomfortowe oślepienie może zostać ograniczone bez usunięcia nadmiaru informacji wizualnej. Filtry selektywne usuwają tylko niechciane fale przepuszczając 90% pozostałego światła, dzięki czemu mogą być jaśniejsze niż inne okulary przeciwsłoneczne bez wystąpienia efektu oślepienia znacznie ułatwiając adaptację do zmiennych warunków oświetleniowych. W ten sposób filtry światła widzialnego różnią się od innych klasycznych metod barwienia soczewek, wliczając w to fotochrom, które to działając w całym zakresie światła widzialnego, zmniejszają jego natężenie. Ponieważ wyeliminowanie częstotliwości światła najsilniej wzbudzających siatkówkę prowadzi do zdecydowanego zmniejszenia oślepienia, filtr krawędziowy jest bardzo skutecznym rozwiązaniem dla osób z nawet bardzo silnym światłowstrętem. Niemniej jednak korzyści z zastosowania filtrów są obserwowane zarówno przez osoby z problemami ze wzrokiem, jak i osoby zdrowe.

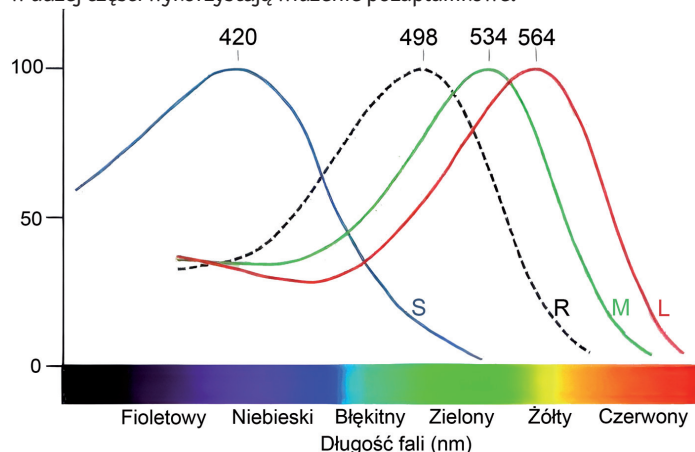


Rys. 1. Zakresy odcięcia filtrów krawędziowych [3]

Znając specyfikę działania filtra, musimy zwrócić uwagę na jedną z głównych wad tego typu rozwiązań mianowicie przekłamanie kolorów. Eliminując światło widzialne odbierane przez nasz mózg jako określona barwa, uniemożliwiamy widzenie kolorów, za które dana częstotliwość odpowiada. Dotyczy to w szczególności osób zdrowych, które filtry krawędziowe będą używały (najczęściej w połączeniu z dodatkowym filtrem polaryzacyjnym lub fotochromowym) jako okularów przeciwsłonecznych. Jest to istotna informacja zwłaszcza dla osób pracujących z kolorami, niemniej jednak nie utrudnia to wykonywania większości czynności takich jak turystyka czy prowadzenie samochodu. Wprawdzie największe korzyści z użycia tego typu rozwiązania zaobserwują osoby z różnego typu problemami z widzeniem.

Działanie filtra bardzo przyjazny sposób opisuje teoria funkcjonalna Dr. L. Hyvarinena [4]. Teoria ta zwraca uwagę, że pręciki są bardziej wrażliwe na światło niż czopki i aktywność pręcików jest hamowana poprzez sprzężenie zwrotne od czopków, w reakcji na światło (widzenie fotopowe). Wraz z utratą czopków w centralnej części siatkówki, sprzężenie zwrotne zostaje osłabione, prowadząc do niekomfortowego oślepienia. Ponieważ pręciki są szczególnie wrażliwe na światło niebieskie, to jego wyeliminowanie zmniejszy poziom oślepienia, dzięki czemu, jak już wspomniano, zastosowanie filtrów krawędziowych pozwala na użycie jaśniejszych okularów przeciwsłonecznych, poprawiając jakość widzenia.

Mając wiedzę o poziomach wrażliwości receptorów na siatkówce, możemy łatwo zauważyć, że ze względu na maksymalny poziom czułości pręcików przy 498 nanometrach, wyeliminowanie światła o fali krótszej niż 500 nanometrów powinno ograniczyć oślepienie pacjentów cierpiących na AMD, którzy w dużej części wykorzystują widzenie pozaplamkowe.



Rys. 2. Znormalizowana wrażliwość spektralna pręcików i czopków [5]

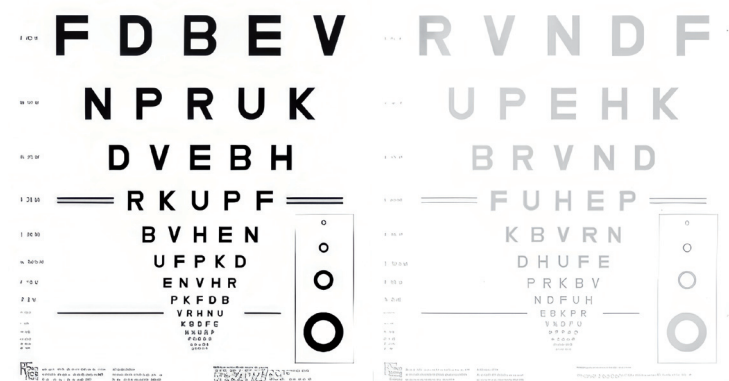
Ochrona

Medyczne filtry krawędziowe całkowicie eliminują każdą falę światła o długości krótszej niż im właściwa i tak filtr 450 nanometrów eliminuje szkodliwe wysokoenergetyczne światło niebieskie (HEV) oraz oczywiście promieniowanie UV.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę na różnicę w działaniu pomiędzy filtrami krawędziowymi a popularnymi powłokami do komputera. Powłoki takie mają niebieskawy odcień wynikający z faktu, iż są to powłoki refleksyjne, więc ich kolor jest efektem odbicia światła niebieskiego. Najczęściej spotykane rozwiązania mają redukcję światła niebieskiego na poziomie około 20% co w porównaniu ze stuprocentowym odcięciem filtrów powoduje, że mniej przekłamują kolory, ale też będą mniej efektywne, zwłaszcza gdy mamy do czynienia z ochroną pacjenta bardziej wrażliwego na światło. Ważne jest też, aby pamiętać, że filtr niebieski w formie powłoki refleksyjnej jest czymś zupełnie innym niż niebieski filtr, który filtruje światło czerwone i jest wykorzystywany na przykład przez osoby z padaczką fotogenną. Kolor absorbcyjnych filtrów krawędziowych, jaki widzimy to efekt działania samego filtra i odpowiada kolorom dopełniającym dla danej barwy. Inaczej mówiąc pomarańczowy kolor filtra eliminującego całe światło niebieskie (511nm) widzimy jako taki, ponieważ pochłania on całe światło niebieskie i jest to reakcja naszego mózgu na jego brak.

Kontrast

W większości schorzeń prowadzących do powstawania słabowidzenia, takich jak zwyrodnienie plamki żółtej, zaćma, retinopatia cukrzycowa,



Rys. 3. Tablice SZB Bailey-Lovie (LogMar) [7] 100% kontrast i 10% kontrast

jaskra, atrofia nerwu wzrokowego, retinopatia barwnikowa i wielu innych schorzeń występuje pogorszenie widzenia kontrastowego. Problem ten dotyczy również osób zdrowych i nasila się wraz z wiekiem [6]. Z tego powodu zarówno podczas badania osób ze schorzeniami siatkówki, katarakty, jak i osób po pięćdziesiątym roku życia ważne jest sprawdzenie ich wrażliwości na kontrast. W przypadku prawidłowego widzenia kontrastowego, pacjent powinien czytać dwa lub trzy rzędy (w skali LogMAR) większy optotyp przy kontraście obniżonym do 10% niż przy kontraście 100%.

Jeśli różnica w wielkości czytanych optotypów jest większa niż 2–3 rzędy oznacza to pogorszenie się widzenia kontrastowego u pacjenta. W celu i jego poprawy najprostszymi narzędziami, jakie przychodzą nam z pomocą są – dobre oświetlenie i zastosowanie filtrów krawędziowych.

W porównaniu ze zwykłymi okularami przeciwsłonecznymi soczewki z filtrem krawędziowym przepuszczają więcej światła bez powstawania efektu osłepienia, dzięki czemu następuje poprawa widzenia kontrastowego.

Dobór filtra krawędziowego wymaga posiadania odpowiedniego zestawu filtrów. Ze względu na różnice w subiektywnym odbiorze widzanego obrazu przy zmiennych warunkach oświetleniowych wybierany filtr może różnić się pomiędzy poszczególnymi przypadkami z tym samym schorzeniem.

Dr. Jörgen Gustafsson (PhD, FAAO) – na podstawie swojej wieloletniej pracy jako optometrysta w klinice przy Uniwersytecie Linnaeus (Kalmar, Szwecja) sporządził listę najczęściej stosowanych filtrów w najbardziej popularnych schorzeniach, która może stanowić ułatwienie podczas doboru filtrów.

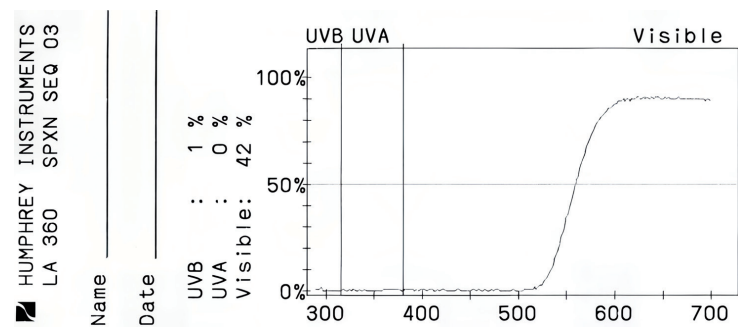
- | | |
|--------------------------|---------------|
| • AMD i atrofia nerwu | 450nm – 511nm |
| • Jaskra i zaćma | 511nm – 527nm |
| • Retinopatia cukrzycowa | 527nm |
| • Zwrodnienie barwnikowe | 511nm – 550nm |

W przypadku powyższego zestawienia należy pamiętać o tym, że w przypadku zmiennych warunków oświetleniowych, a w szczególności przy silnym świetle, filtry te mogą być łączone z powłokami polaryzacyjnymi lub fotochromem. Pozwoli to na uzyskanie optymalnego widzenia zarówno pod względem długości fal, jak i natężenia światła. W przypadku innych schorzeń niewymienionych powyżej, a również objawiających się czy to pogorszeniem widzenia kontrastowego, czy nadwrażliwością na światło wliczając w to nawet bardzo silny światłowstręt, ogólną zasadą jest znalezienie optymalnej kombinacji filtra i powłok dodatkowych. Ponieważ w przypadku światłowstrętu najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest zalecenie soczewek fotochromowych, pragnę zwrócić uwagę, że dla osób wrażliwych na światło zazwyczaj krawędziowy będzie znacznie skuteczniejszy ze względu na różnicę w działaniu. Aby wykazać różnicę, przytoczę kilka badań naukowych, które pozwolą wykazać obiektywną skuteczność tego typu rozwiązań.

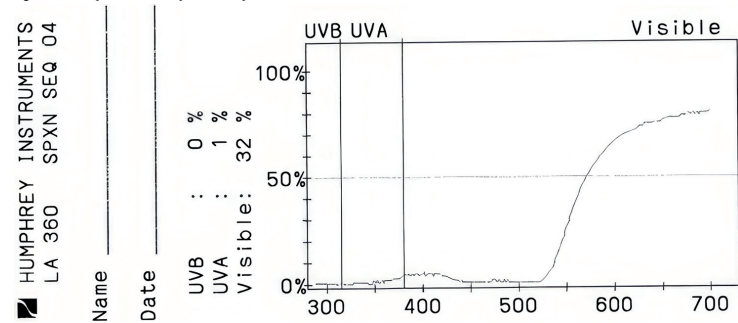
Jak już wcześniej wspomniano, wrażliwość pręcików jest tak duża, że nawet bardzo mała ilość światła w wysoko energetycznym zakresie fal będzie miała wpływ na widzenie pacjentów. Dobrym przykładem będzie tu badanie [8] dwóch filtrów o zakresie 527 nanometrów, organicznego LVI 527 i mineralnego Corning 527. Uzyskane wyniki:

- Ostrość przy kontraście 100%:
 - ◊ Mała poprawa z filtrem LVI 527 (p=0,14)
 - ◊ Małe pogorszenie z filtrem Corning 527 (p=0,09)
- Ostrość przy kontraście 10%:
 - ◊ Znacząca poprawa z filtrem LVI 527 (p=0,03)
 - ◊ Bardzo mała poprawa z filtrem Corning 527 (p=0,79)

Aby zrozumieć różnice, należy porównać obrazy spektralne obu filtrów.



Rys. 4A. Krzywa transmisji/absorpcji soczewki LVI



Rys. 4B. Krzywa transmisji/absorpcji soczewki Corning

Filtr Corning 527 ma nie tylko mniej stromą krzywą absorpcji i przepuszcza mniej światła chcianego, ale również nie pochłania całego światła wysokoenergetycznego. Nawet tak mała transmisja może mieć już megapozytywny wpływ na funkcje wizualne.

Dodatkowym wnioskiem, jaki można wysunąć, jest to, że aby stwierdzić, który z filtrów dla pacjenta będzie najbardziej odpowiedni, najlepiej jest korzystać z tablic o obniżonym kontraście lub też w warunkach naturalnych, ponieważ poza gabinetem bardzo rzadko mamy do czynienia sytuacją pełnego kontrastu, jaką oferują tablice do badania wzroku.

Istnieje wiele badań w większości wskazujących, że w przypadku osób ze schorzeniami siatkówki a w szczególności AMD i retinopatii cukrzycowej [9] badani pacjenci wykazywali poprawę widzenia kontrastowego [10] lub zwiększoną prędkość czytania [11].

Podsumowując:

- filtry krawędziowe w wielu przypadkach poprawiają jakość widzenia,
- w przypadku światłowstrętu są z reguły skuteczniejsze niż zwykłe okulary przeciwsłoneczne czy fotochromowe,
- u osób słabo widzących warto sprawdzić ich wpływ na widzenie nie tylko dodali, ale również do bliży,
- ponieważ mają wpływ na widzenie barw nie są przeznaczone do wykorzystania w każdej sytuacji ani do ciągłego noszenia a tylko wtedy, gdy ich użycie przynosi największe korzyści,
- dobór właściwego filtra powinien polegać na subiektywnym odbiorze przez pacjenta.

Piśmiennictwo i przypisy

1. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/94b34439-550c-41f-902f38b06cde58f5/iso-4007-2018>
2. <http://zto.mchtr.pw.edu.pl/download/144.pdf>
3. Źródło: www.multiliens.com
4. Teoria ta nie została opublikowana ani naukowo udowodniona naukowo, ale tłumaczy w prosty sposób, dlaczego filtry krawędziowe są tak efektywne w np. AMD
5. 7: Normalized spectral sensitivity of retinal rod and cone cells. Download Scientific Diagram (researchgate.net)
6. R. Sekuler et al. Assessing spatial vision of older people. *American Journal of Optometry and Physiological Optics* 1982 7. www.schweizer-optik.de
8. U. Langagergaard, H. J. Ganer, K. Baggesen. Age-related macular degeneration: filter lenses help in certain situations. *Acta Ophthalmol Scand* 2003; Oct; 81(5): 455–8. doi: 10.1034/j.1600-0420.2003.00142.x. PMID: 14510791.)
9. N. Sadeghpour, A. A. Altshiri, R. Ajudani, M. H. Khosravi, M. A. Amiri, O. Sadeghpour. Quantity and quality of vision using tinted filters in patients with low vision due to diabetic retinopathy. *J Ophthalmic Vis Res* 2015; Oct-Dec;10(4): 429–32. doi: 10.4103/2008-322X.158893. PMID: 27051488; PMCID: PMC4795393
10. J. S. Wolffsohn, C. Dinardo and A. J. Vingrys. Benefit of coloured lenses for age-related macular degeneration. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2002 22: 300–311 <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2002.00036.x>
11. F. Eperjesi, L. E. Agelits. Effects of yellow filters on visual acuity, contrast sensitivity and reading under conditions of forward light scatter. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011; May;249(5): 709–14. doi: 10.1007/s00417-010-1488-5. Epub 2010 Aug 25. PMID: 20737161