ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY REVIEW ARTICLE
DOI: 10.24292/01.OT.270623.3

Wpływ laserowej korekcji starczowzroczności metodą Presbyond® Laser Blended Vision (LBV) na poczucie kontrastu

Influence of laser correction of presbyopia using the Presbyond® Laser Blended Vision (LBV) method on the contrast sensitivity

Joanna Wierzbowska[1, 2], Zofia Pniakowska[2, 3]

[1] Klinika Okulistyki, CSK MON, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Marek Rękas

[2] Kliniki Okulistyczne Optegra Polska
Kierownik Medyczny: dr n. med. Jolanta Oficjalska

[3] Klinika Okulistyki i Rehabilitacji Wzroku, Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralny Szpital Weteranów, Łódź
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Piotr Jurowski

NAJWAŻNIEJSZE

Z dotychczas opublikowanych badań wynika, że zastosowanie metody Presbyond® LBV w korekcji wad refrakcji nie powoduje zmniejszenia wrażliwości na kontrast.

HIGHLIGHTS

The studies published so far have shown that the use of the Presbyond® LBV method in the correction of all refractive errors does not reduce the contrast sensitivity.

STRESZCZENIE

Metoda Presbyond® Laser Blended Vision (LBV), oparta na technice zabiegu FemtoLASIK, jest obecnie najczęściej wykonywaną laserową procedurą refrakcyjną mającą za cel korekcję starczowzroczności. Metoda ta polega na nieliniowej asferycznej ablacji rogówki i kontrolowanym wyindukowaniu aberracji sferycznych w obojgu oczach oraz wytworzeniu mikromonowizji od -0,75 do -1,50 D w oku niedominującym. W artykule przedstawiono wyniki opublikowanych prac analizujących wpływ laserowej korekcji starczowzroczności metodą Presbyond® LBV na poczucie kontrastu. Dotychczasowe badania wskazują, że zabieg Presbyond® LBV nie wpływa istotnie na czułość na kontrast.

Słowa kluczowe: starczowzroczność, laser in situ keratomileusis, monowizja, aberracje sferyczne, czułość na kontrast

ABSTRACT

Presbyond® Laser Blended Vision (LBV) method, based on the FemtoLASIK technique, is currently the most frequently performed laser refractive procedure to correct presbyopia. This method involves the non-linear aspheric ablation of the cornea with controlled induction of spherical aberrations in both eyes and the induction of micromonovision of -0.75 to -1.50 D in the non-dominant eye. The article presents the results of published studies analyzing the effect of laser correction of presbyopia using the Presbyond® LBV method on the contrast sensitivity. The studies published so far indicate that the Presbyond® LBV treatment does not significantly affect contrast sensitivity.

Key words: presbyopia, laser in situ keratomileusis, monovision, spherical aberration, contrast sensitivity

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 12:42,09

WSTĘP

Metoda Presbyond® Laser Blended Vision

Starczowzroczność, czyli prezbiopia, polega na stopniowej, związanej z wiekiem utracie zdolności akomodacji oka i pojawianiu się narastających w czasie objawów astenopii do bliży i odległości pośrednich. Prezbiopia najczęściej ujawnia się między 42. a 44. r.ż. [1] i obecnie dotyka ok. 2,1 mld ludzi na świecie [2]. Starczowzroczność może być korygowana za pomocą metod zachowawczych (okulary, soczewki kontaktowe), laserowych i chirurgicznych. Rosnące od lat wymagania społeczeństw dotyczące jakości życia oraz intensywna aktywność osób w wieku dojrzałym i podeszłym wpływa na coraz większą popularność technik inwazyjnych w korekcji prezbiopii. Skuteczne leczenie starczowzroczności, której często towarzyszy wada refrakcji, jest wyzwaniem dla chirurga refrakcyjnego. Pacjent po zabiegu refrakcyjnym oczekuje zarówno dobrego widzenia do dali, bliży i odległości pośrednich, jak i wysokiej jakości widzenia z zachowaniem kontrastu i widzenia obuocznego. Istotne są także komfort i wysoki profil bezpieczeństwa zabiegu, szybka rehabilitacja wzrokowa oraz stabilność i możliwa odwracalność efektu zabiegu.

Do laserowych metod wykorzystywanych obecnie w korekcji starczowzroczności zalicza się monowizję, ablację wieloogniskową oraz nieliniowy asferyczny profil ablacji z mikromonowizją (metoda Presbyond® Laser Blended Vision, LBV). Najstarsza z ww. metod – tradycyjna monowizja – polega na umiarowieniu oka dominującego do dali, zaś oka niedominującego do bliży, poprzez wyindukowanie w nim krótkowzroczności od -1,25 do -2,5 Dsph, w zależności od wieku pacjenta. W taki sposób wyindukowana anizometropia może wiązać się z poważnymi ograniczeniami, wśród których można wymienić pogorszenie ostrości wzroku w odległościach pośrednich i do dali, obniżenie poczucia kontrastu oraz utratę stereopsji, co w efekcie prowadzi do niskiej tolerancji monowizji i obniżonej satysfakcji po zabiegu [3–5].

Metoda Presbyond® LBV łączy nieliniową asferyczną ablację rogówki i kontrolowane wyindukowanie aberracji sferycznych w obojgu oczach z mikromonowizją do -1,50 D w oku niedominującym (ND). Protokół Presbyond® oparty jest na technice zabiegu FemtoLASIK i został zarejestrowany przez Europejską Agencję ds. Leków dla osób w wieku około 40 lat i powyżej, z krótkowzrocznością do -8,0 D, emmetropią, nadwzrocznością do +4,0 D oraz z astygmatyzmem do 2,5 D i z pozytywnym wynikiem testu tolerancji monowizji *cross-blur* [6].

Aberracja sferyczna (SA, *spherical aberration*) jest naturalnie występującą w ludzkim układzie wzrokowym aberracją wyższego rzędu (HOA, *higher order aberration*), która rozprasza punkt skupienia na siatkówce oka. Zwiększony, toksyczny poziom SA jest przyczyną krótkowzroczności zmierzchowej oraz efektu *halo* i wiąże się z pogorszeniem jakości widzenia i obniżeniem poczucia kontrastu. Rocha i wsp. [7] z Cole Eye Institute w Cleveland w badaniach z wykorzystaniem symulatorów optyki adaptacyjnej wykazali, że kontrolowane zwiększenie SA do poziomu nieprzekraczającego 0,56 µm w obojgu oczach powoduje zwiększenie głębi mocy refrakcyjnej rogówki do 1,5 D przy możliwym przefiltrowaniu zakłóceń obrazu przez mózg. W metodzie Presbyond® LBV wyindukowanie SA poprawia ponadto ostrość widzenia przy towarzyszącym rozogniskowaniu w oku niedominującym, nie powodując utraty ostrości wzroku w odległościach pośrednich (*blend zone*). Dodatkowo technika ta uwzględnia wpływ takich mechanizmów jak zwężenie źrenicy podczas akomodacji, przebudowa nabłonka rogówki i różnica w indeksie refrakcyjnym nabłonka i stromy rogówki (1,401 vs 1,377), wreszcie – sumowanie obuoczne w korze wzrokowej po kilkumiesięcznym okresie neuroadaptacji i zachowanie widzenia obuocznego.

Innowacyjny, nieliniowy asferyczny profil ablacji uwzględnia rodzaj i wielkość korygowanej wady refrakcji, wiek pacjenta i przedoperacyjny poziom SA. Protokół Presbyond® LBV w oczach krótkowzrocznych kontroluje indukcję aberracji pozytywnych, w nadwzroczności indukuje negatywne SA, zaś u pacjentów normowzrocznych zwiększa liczbę aberracji negatywnych na oku do bliży, jednocześnie zwiększając liczbę aberracji pozytywnych na oku do dali. Metoda Presbyond® LBV umożliwia wydłużenie zarówno głębi ostrości widzenia (*depth of focus*), jak i zakresu dobrego widzenia. Zwiększenie głębi widzenia i kontrolowane wyindukowanie SA poniżej progu wpływającego na pogorszenie jakości widzenia powodują, że widzenie przedmiotów dalekich w oku z addycją (niedominującym) jest znacznie lepsze niż w tradycyjnej monowizji i nie dochodzi do utraty kontrastu ani do zaburzenia korespondencji siatkówkowej.

Badanie czułości na kontrast

Kluczowe dla oceny funkcji wzrokowych po zabiegach korekcji starczowzroczności, zarówno rogówkowych, jak i soczewkowych, są badania ostrości wzroku i czułości na kontrast (CS, *contrast sensitivity*). Kontrast to różnica luminacji, czyli maksymalnej i minimalnej intensywności światła, umożliwiająca postrzeganie każdego obiektu, zaś czułość kontrastowa to odwrotność najmniejszego kontrastu, przy którym obiekt jest zauważalny. Badanie czułości na kontrast polega na analizie obrazu zawierającego powtarzalne elementy, dla których łatwo wyznaczyć minimalne i maksymalne natężenia światła, np. siatki sinusoidalne. Liczba par (cykli) jasnych i ciemnych prążków przypadających na stopień (cpd, *cycles per degree*) określana jest jako częstotliwość (lub częstość) przestrzenna, która odpowiada grubości linii lub przerw w optotypach literowych na tablicy do badania ostrości wzroku. Zakres częstotliwości przestrzennych stosowanych w testach wrażliwości na kontrast waha się od 0,5 cpd (co odpowiada ostrości wzroku

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 12:42,09

6/320) do 30 cpd (co odpowiada ostrości wzroku 6/6). Wykazano, że wady refrakcji wpływają na poczucie kontrastu. Wady sferyczne obniżają poczucie kontrastu proporcjonalnie do wielkości wady – niewielkie wady obniżają czułość na kontrast w wysokich częstotliwościach przestrzennych, umiarkowane – w częstotliwościach wysokich i średnich, zaś wady wysokie – w pełnym spektrum częstotliwości, od wysokich poprzez średnie aż do niskich. Z kolei astygmatyzm powoduje obniżenie czułości na kontrast w zakresie częstotliwości średnich. W badaniach pacjentów poddanych zabiegom PRK i LASIK obserwowano przejściowe obniżenie czułości na kontrast w różnych częstotliwościach przestrzennych, które ulegało poprawie po 6 miesiącach od zabiegu [8, 9]. Potwierdzono także wpływ wieku i procesów starzenia na poczucie kontrastu. Obniżenie kontrastu w wieku podeszłym jest skumulowanym efektem zmian zachodzących w ośrodkach optycznych (gł. soczewki), w siatkówce oraz na poziomie neuronalnym. Zauważono, że u osób powyżej 50. r.ż. obniżenie czułości na kontrast dotyczyło głównie wysokich i średnich częstotliwości przestrzennych, zaś u osób powyżej 60. r.ż. – wszystkich częstotliwości przestrzennych [10, 11].

Badania ostrości wzroku i czułości na kontrast mają charakter dopełniający, gdyż pełna ostrość wzroku, mierzona za pomocą tablic Snellena lub skali logMAR, w których wykorzystywane są optotypy o wysokim kontraście, nie wyklucza niskiej ostrości wzroku przy zmniejszonym kontraście. Kontrastometria jest badaniem subiektywnym, umożliwiającym uzyskanie informacji o jakości widzenia pacjenta w życiu codziennym, w którym występuje postrzeganie obiektów o różnym, także niskim, poziomie kontrastu. Upośledzenie rozpoznawania obiektów o niskim kontraście wiąże się z subiektywnym poczuciem słabszego widzenia i gorszym funkcjonowaniem wzrokowym w życiu codziennym, problemami z rozpoznawaniem twarzy i znaków drogowych czy poruszaniem się o zmierzchu, w deszczu, we mgle. Potwierdzono, że poczucie kontrastu ma wpływ na ocenę satysfakcji widzenia i jakość życia pacjenta [12].

PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

Na podstawie przeglądu baz danych Pubmed, Scopus i Web of Science przeanalizowano wyniki opublikowanych badań prospektywnych i retrospektywnych, oceniających wpływ laserowej korekcji starczowzroczności metodą Presbyond® LBV na poczucie kontrastu. W strategii przeszukiwania baz zastosowano terminy: *presbyopia correction*, *presbyond*, *aspheric monovision LASIK*, *laser blended vision*, *contrast*, *contrast sensitivity*, które połączono odpowiednimi operatorami logicznymi. Z analizy wykluczono opisy przypadku, prace przeglądowe, metaanalizy, przeglądy systematyczne, listy do autora, doniesienia zjazdowe, streszczenia oraz prace opublikowane w językach innych niż angielski.

Przeanalizowano łącznie 8 prac, opublikowanych w latach 2009–2023. Czas obserwacji wynosił od 3 do 12 miesięcy. We wszystkich pracach wrażliwość na kontrast mierzono za pomocą testu CSV-1000 (VectorVision, Inc.) z odległości 2,5 m. Test CSV-1000 zawiera 4 rzędy bodźców (pionowe siatki sinusoidalne) dla częstotliwości przestrzennych 3, 6, 12 i 18 cpd. Skalę wrażliwości na kontrast wyrażono w wartościach liczbowych od 0,10 do 1,70.

Reinstein i wsp. [6] analizowali zmianę wrażliwości na kontrast u 129 pacjentów z nadwzrocznością i starczowzrocznością. Mediana wieku uczestników badania wynosiła 56 lat (zakres: 44–66 lat), a średni przedoperacyjny ekwiwalent sferyczny (SE, *spherical equivalent*) wynosił +2,54 (±1,16) D (zakres od +0,25 do +5,75). Wyindukowana mikromonowizja w oku ND mieściła się w zakresie od -1,00 do -1,50 D. Pacjenci byli monitorowani przez średnio 12,5 miesiąca po operacji. Średnia przedoperacyjna CS wynosiła 0,96 przy 3 cpd, 0,94 przy 6 cpd, 0,95 przy 12 cpd i 0,90 przy 18 cpd, podczas gdy pooperacyjna CS wynosiła 0,99 przy 3 cpd, 0,96 przy 6 cpd, 0,97 przy 12 cpd i 0,92 przy 18 cd. Badanie wykazało istotny wzrost pooperacyjnego mezopowego poczucia kontrastu przy częstotliwościach przestrzennych 3 cpd ($p = 0,008$) i 6 cpd ($p = 0,037$) w porównaniu z wartościami przedoperacyjnymi oraz brak zmian CS przy 12 cpd ($p = 0,181$) i 18 cpd ($p = 0,292$).

Kolejne badanie Reinsteina i wsp. [13] objęło 155 pacjentów z astygmatyzmem krótkowzrocznym i prezbiopią. Średni przedoperacyjny SE wyniósł -3,59 (± 1,79) D, a średni astygmatyzm 0,84 (± 0,63) D. Mikromonowizja w oku ND mieściła się w zakresie od -0,75 do -2,00 D, śr. -1,27 (± 0,31) D. Pacjenci byli monitorowani średnio przez 12,5 miesiąca po operacji. Wykazano brak różnicy między wrażliwością na kontrast przed operacją a wrażliwością po operacji, dla częstotliwości przestrzennych 3 cpd, 6 cpd, 12 cpd i 18 cpd.

W innym badaniu Reinsteina i wsp. [14], obejmującym 148 pacjentów z emmetropią, przedoperacyjny SE wynosił ≥ -0,88 D i ≤ +1,00 D, a pooperacyjna mikromonowizja w oku ND mieściła się w zakresie od -1,00 do -1,88 D, śr. -1,52 (± 0,09) D. Wykazano istotny statystycznie wzrost pooperacyjnego mezopowego poczucia kontrastu przy częstotliwościach przestrzennych 3 cpd w stosunku do wartości przedoperacyjnych. Nie stwierdzono zmian poczucia kontrastu przy 6 cpd, 12 cpd i 18 cpd.

W badaniu dotyczącym wyników funkcjonalnych zabiegu Presbyond® LBV przeprowadzonym u pilotów komercyjnych i wojskowych Reinstein i wsp. [15] oceniali parametry jakości widzenia, w tym mezopową wrażliwość na kontrast. Badaniem objęto 23 pilotów ze starczowzrocznością (średni wiek 55,0 lat, zakres od 42 do 68 lat) i średnim przedoperacyjnym SE wynoszącym -0,54 (± 2,55) D (zakres od -6,50 do +4,88 D). W oku ND zastosowano monowizję -1,50 D, jednak w razie potrzeby zmniejszano ją do akceptowalnego przez pilota zakresu. Pacjenci byli monitorowani średnio

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 12:42,09

12 miesięcy po zabiegu. Wykazano istotny statystycznie wzrost pooperacyjnego poczucia kontrastu przy częstotliwościach przestrzennych 3 cpd (+0,09), 6 cpd (+0,11), 12 cpd (+0,10) i 18 cpd (+0,12) w porównaniu z poziomami przedoperacyjnymi.

Badanie Lim i wsp. [16] objęło 27 pacjentów w wieku średnio 50,2 (± 7,5) roku i średnim przedoperacyjnym SE wynoszącym -2,14 (± 2,91) D (zakres od -7,50 do +3,25 D), poddanych zabiegowi Presbyond® LBV. Wyindukowana mikromonowizja w oku ND mieściła się w zakresie od -1,00 do -1,50 D, śr. -1,44 (± 0,21) D. Pacjenci byli monitorowani średnio 22 miesiące po operacji. Nie wykazano istotnych statystycznie zmian poczucia kontrastu do dali przy częstotliwościach przestrzennych 3 cpd, 6 cpd, 12 cpd i 18 cpd. Wykazano natomiast istotny statystycznie wzrost pooperacyjnego poczucia kontrastu do bliży przy częstotliwościach przestrzennych 12 cpd i 18 cpd. Średnia przedoperacyjna CS do bliży wynosiła 1,601 przy 3 cpd, 1,567 przy 6 cpd, 1,116 przy 12 cpd i 0,337 przy 18 cpd, podczas gdy pooperacyjna CS wynosiła 1,647 przy 3 cpd, 1,697 przy 6 cpd, 1,313 przy 12 cpd ($p = 0,002$) i 0,729 przy 18 cpd ($p = 0,008$).

Celem badania Zhanga i wsp. [17] była prospektywna analiza wyników funkcjonalnych korekcji astygmatyzmu krótkowzrocznego i starczowzroczności metodą Presbyond® LBV. Do badania zakwalifikowano 40 pacjentów w wieku średnio 43,4 (± 4,9) roku (zakres od 38 do 63 lat) i średnim przedoperacyjnym SE wynoszącym -5,68 (± 1,98) D (zakres od -1,25 do -11,13 D). Mikromonowizja w oku ND mieściła się w zakresie od -0,75 do -2,25 D, śr. -1,41 (± 0,28) D. Pacjenci byli monitorowani przez 3 miesiące po operacji. Nie wykazano istotnych statystycznie zmian poczucia kontrastu do dali przy częstotliwościach przestrzennych 3 cpd, 6 cpd, 12 cpd i 18 cpd w warunkach mezopowych (AULSF [*the area under the log contrast sensitivity function*] 1,38 vs 1,41, $p > 0,05$) i fotopowych (AULSF 1,42 vs 1,43; $p > 0,05$).

W badaniu dotyczącym wyników funkcjonalnych zabiegu Presbyond® LBV Brar i wsp. [18] oceniali parametry jakości widzenia, w tym CS oraz szybkość czytania. Do badania włączono 30 pacjentów, w tym 18 osób z nadwzrocznością (śr. SE +1,28 [± 1,38] D) i 12 osób z krótkowzrocznością (śr. SE -2,84 [± 1,86] D). Czas obserwacji wynosił 6 miesięcy. Średni pooperacyjny SE w oku dominujacym wynosił -0,03 [± 0,29] D, a w oku ND wynosił -1,26 [± 0,40] D. Nie wykazano istotnych statystycznie zmian poczucia kontrastu do dali przy częstotliwościach przestrzennych 3 cpd, 6 cpd, 12 cpd i 18 cpd.

Do badania Romero i wsp. [19] zakwalifikowano 50 pacjentów ze starczowzrocznością, średni wiek 46,8 (± 4,2) roku, których podzielono na 3 grupy badawcze w zależności od refrakcji przedoperacyjnej. Grupa 1 obejmowała osoby z nadwzrocznością (śr. SE +1,71 [± 0,62] D, zakres od +0,50 do +3,0 D), grupa 2 obejmowała pacjentów z krótkowzrocznością i SE niższym niż -3,0 D (śr. SE -2,11 [± 0,85] D, zakres od -1,0 do -3,0 D), a grupa 3 – osoby z krótkowzrocznością i SE większym niż -3,0 D (śr. SE -3,93 [± 0,87] D, zakres od -3,0 do -6,0 D). U wszystkich pacjentów przeprowadzono zabieg Presbyond® LBV, w oku ND wyindukowano mikromonowizję od -0,75 do -1,50 D. Czas obserwacji wynosił 6 miesięcy. Wykazano istotną statystycznie poprawę czułości na kontrast w grupie osób z krótkowzrocznością do -3,0 D przy częstotliwości przestrzennej 18 cpd ($p = 0,021$); nie odnotowano natomiast zmian CS w innych grupach po zabiegu.

PODSUMOWANIE

Większość dotychczas opublikowanych badań wykazała, że korekcja starczowzroczności metodą Presbyond® LBV nie wpływa istotnie na czułość na kontrast. Nieliczne badania kliniczne wykazały, że w wybranych grupach pacjentów lub warunkach badania procedura Presbyond® LBV poprawia poczucie kontrastu względem stanu sprzed operacji. Istnieje konieczność dalszych badań ze standaryzacją grup badanych, metod badawczych oraz okresu obserwacji celem weryfikacji dotychczasowych wyników.

ADRES DO KORESPONDENCJI
dr hab. n. med. Joanna Wierzbowska, prof. WIM
Klinika Okulistyki, Centralny Szpital Kliniczny Ministerstwa Obrony Narodowej, Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy
04-141 Warszawa, ul. Szaserów 128
e-mail: j.wierzbowska@optegra.com.pl

ORCID
Joanna Wierzbowska – ID – http://orcid.org/0000-0002-6993-7518
Zofia Pniakowska – ID – http://orcid.org/0000-0003-0144-4394

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 12:42,09

Piśmiennictwo

1. Kleinstein RN. Epidemiology of presbyopia. In: Stark L, Obrecht G (ed). Presbyopia: recent research and reviews from the third international symposium. Professional Press Books, New York 1987: 12-8.
2. WHO. Vision 2020. Global initiative for the elimination of avoidable blindness. Fact Sheet No 1213. Geneva: WHO, 2000.
3. Reilly CD, Lee WB, Alvarenga L et al. Surgical monovision and monovision reversal in LASIK. Cornea. 2006; 25(2): 136-8. http://doi.org/10.1097/01.ico.0000178722.19317.7b.
4. Levinger E, Trivizki O, Pokroy R et al. Monovision surgery in myopic presbyopes: visual function and satisfaction. Optom Vis Sci. 2013; 90(10): 1092-7. http://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000002.
5. Garcia-Gonzalez M, Teus MA, Hernandez-Verdejo JL. Visual outcomes of LASIK-induced monovision in myopic patients with presbyopia. Am J Ophthalmol. 2010; 150(3): 381-6. http://doi.org/10.1016/j.ajo.2010.03.022.
6. Reinstein DZ, Couch DG, Archer TJ. LASIK for hyperopic astigmatism and presbyopia using micro-monovision with the Carl Zeiss Meditec MEL80 platform. J Refract Surg. 2009; 25(1): 37-58. http://doi.org/10.3928/1081597X-20090101-07.
7. Rocha KM, Vabre L, Chateau N et al. Expanding depth of focus by modifying higher-order aberrations induced by an adaptive optics visual simulator. J Cataract Refract Surg. 2009; 35(11): 1885-92. http://doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.05.059.
8. Montés-Micó R, Charman WN. Mesopic contrast sensitivity function after excimer laser photorefractive keratectomy. J Refract Surg. 2002; 18(1): 9-13. http://doi.org/10.3928/1081-597X-20020101-01.
9. Lackner B, Pieh S, Funovics MA et al. Influence of spectacle-related changes in retinal image size on contrast sensitivity function after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2004; 30(3): 626-32. http://doi.org/10.1016/j.jcrs.2003.08.032.
10. Elliott DB. Contrast sensitivity decline with ageing: a neural or optical phenomenon? Ophthalmic Physiol Opt. 1987; 7(4): 415-9.
11. Nomura H, Ando F, Niino N et al. Age-related change in contrast sensitivity among Japanese adults. Jpn J Ophthalmol. 2003; 47(3): 299-303. http://doi.org/10.1016/s0021-5155(03)00011-x.
12. Datta S, Foss AJ, Grainge MJ et al. The importance of acuity, stereopsis, and contrast sensitivity for health-related quality of life in elderly women with cataracts. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008; 49(1): 1-6. http://doi.org/10.1167/iovs.06-1073.
13. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. LASIK for Myopic Astigmatism and Presbyopia Using Non-Linear Aspheric Micro-Monovision with the Carl Zeiss Meditec MEL 80 Platform. J Refract Surg. 2011; 27(1): 23-37. http://doi.org/10.3928/1081597X-20100212-04.
14. Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ et al. LASIK for presbyopia correction in emmetropic patients using aspheric ablation profiles and a micro-monovision protocol with the Carl Zeiss Meditec MEL 80 and VisuMax. J Refract Surg. 2012; 28(8): 531-41. http://doi.org/10.3928/1081597X-20120723-01.
15. Reinstein DZ, Ivory E, Chorley A et al. PRESBYOND Laser Blended Vision LASIK in Commercial and Military Pilots Requiring Class 1 Medical Certification. J Refract Surg. 2023; 39(1): 6-14. http://doi.org/10.3928/1081597X-20221129-02.
16. Lim DH, Chung ES, Kim MJ et al. Visual quality assessment after presbyopic laser in-situ keratomileusis. Int J Ophthalmol. 2018; 11(3): 462-9. http://doi.org/10.18240/ijo.2018.03.17.
17. Zhang T, Sun Y, Weng S et al. Aspheric Micro-monovision LASIK in Correction of Presbyopia and Myopic Astigmatism: Early Clinical Outcomes in a Chinese Population. J Refract Surg. 2016; 32(10): 680-5. http://doi.org/10.3928/1081597X-20160628-01.
18. Brar S, Sute SS, Bagare SN et al. Functional Outcomes and Reading Speeds following PRESBYOND LBV Using Nonlinear Aspheric Ablation Profiles Combined with Micro-Monovision. J Ophthalmol. 2021; 2021: 2957443. http://doi.org/10.1155/2021/2957443.
19. Romero M, Castillo A, Carmona D at al. Visual quality after presbyopia correction with excimer laser ablation using micromonovision and modulation of spherical aberration. J Cataract Refract Surg. 2019; 45(4): 457-64. http://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.10.048.

Wkład autorów:
Joanna Wierzbowska: koncepcja manuskryptu, przegląd i wybór literatury, napisanie manuskryptu, nadzór merytoryczny, poprawki redakcyjne; Zofia Pniakowska: przegląd i wybór literatury, pisanie manuskryptu.

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:
Joanna Wierzbowska: concept of the manuscript, literature review and selection, writing of the manuscript, content supervision, editorial corrections; Zofia Pniakowska: literature review and selection, writing of the manuscript.

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.

© Medical Education. For private and non-commercial use only. Downloaded from https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/index: 03.08.2025; 12:42,09