



Przegląd

Nowe projekty soczewek okularowych do kontroli postępu krótkowzroczności: przegląd zakresu badań

Marta Lupon ¹ , Carme Nolla ² i Genis Cardona ^{3,*}

¹ Vision, Optometry and Health (VOS), Wydział Optyki i Optometrii, Universitat Politècnica de Catalunya, Violinista Vellsolà 37, 08022 Terrassa, Hiszpania; marta.lupon@upc.edu

² Szkoła Optyki i Optometrii w Terrassie (FOOT), Universitat Politècnica de Catalunya, Violinista Vellsolà 37, 08022 Terrassa, Hiszpania; carmenely.marcelle.nolla@estudiantat.upc.edu

³ Grupa ds. optyki stosowanej i przetwarzania obrazów (GOAPI), Wydział Optyki i Optometrii, Universitat Politècnica de Catalunya, Violinista Vellsolà 37, 08022 Terrassa, Hiszpania

* Korespondencja: genis.cardona@upc.edu

Streszczenie: Kontrola krótkowzroczności za pomocą nowych konstrukcji soczewek okularowych jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną badań. Niniejsza praca stanowi przegląd skuteczności nowych konstrukcji (DIMS, soczewki wielosegmentowe z wbudowanym defokusem; CARE, cylindryczne pierścieniowe elementy refrakcyjne; HAL/SAL, soczewki wysoce/nieznacznie asferyczne; DOT, technologia optyki dyfuzyjnej) mających na celu spowolnienie postępu krótkowzroczności. Przeprowadzono wyszukiwanie w bazie danych PubMed artykułów opublikowanych między 1 stycznia 2003 r. a 28 lutego 2023 r. Uwzględniono publikacje, które dokumentowały dane dotyczące bazowej refrakcji centralnej (SER) i/lub długości osiowej (AL) oraz zmiany tych parametrów u dzieci z krótkowzrocznością noszących nowe konstrukcje soczewek okularowych (grupa badana) w porównaniu z dziećmi z krótkowzrocznością używającymi soczewek jednoogniskowych (grupa kontrolna). W wyniku selekcji wybrano dziewięć odpowiednich artykułów. Porównując średnie wartości i błędy standardowe grup badanych i kontrolnych, największe różnice w zmianach SER i AL wyniosły – 0,80 (1,23) D [95% CI: – 1,053 do – 0,547; $p < 0,001$] oraz 0,35 (0,05) mm [95% CI: 0,252 do 0,448; $p < 0,001$]; efekt leczenia zapewnionego przez konstrukcję HAL, w porównaniu z soczewkami SVL, doprowadził do spowolnienia SER o 54,8% i AL o 50,7%. Jednak heterogeniczność wyników uniemożliwia wyciągnięcie jednoznacznych wniosków na temat skuteczności tych nowych konstrukcji.



Cytat: Lupon, M.; Nolla, C.; Cardona, G.

Nowe projekty soczewek okularowych do kontroli krótkowzroczności

Postęp: przegląd zakresu badań. *J.*

Clin. Med. **2024**, *13*, 1157. <https://doi.org/10.3390/jcm13041157>

Redaktorzy naukowci: Cristina

Alvarez-Peregrina, Clara Martinez-Perez i Miguel Angel Sánchez-Tena

Otrzymano: 26 stycznia 2024 r.

Zmieniono: 9 lutego 2024 r.

Przyjęto: 17 lutego 2024 r.

Opublikowano: 19 lutego 2024 r.



Prawa autorskie: © 2024 r. autorzy.

Licencjodawca MDPI, Bazylea,

Szwajcaria. Niniejszy artykuł jest

artykułem ogólnodostępnym

rozpowszechnianym na warunkach

licencji Creative Commons Attribution

(CC BY) ([https://](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Słowa kluczowe: krótkowzroczność; dzieci; postęp krótkowzroczności; kontrola krótkowzroczności; soczewki okularowe; przegląd zakresu badań

1. Wprowadzenie

Krótkowzroczność ma wieloczynnikową etiologię, w której kluczową rolę odgrywają czynniki genetyczne, środowiskowe i strukturalne [1–3]. W ostatnich dziesięcioleciach częstość występowania krótkowzroczności i wysokiej krótkowzroczności znacznie wzrosła. W metaanalizie opublikowanej w 2016 r. Holden i wsp. oszacowali, że w latach 2000–2050 odsetek ludności świata cierpiącej na krótkowzroczność wzrośnie z 23% (1406 mln osób) do 49,8% (4758 mln osób) [4]. W tym samym okresie przewidywano, że odsetek osób z wysoką krótkowzrocznością wzrośnie z 2,7% (163 mln osób) do 9,8% (938 mln osób). Prognozowana częstość występowania krótkowzroczności w 2020 r. przekroczyła 50% w regionach Azji i Pacyfiku (o wysokich dochodach) oraz Azji Wschodniej, a do 2050 r. przewiduje się, że tylko w niektórych częściach Afryki (środkowej, wschodniej i południowej), Azji Środkowej i Oceanii wartość ta nie zostanie przekroczona [4]. Oczekuje się, że wzrost częstości występowania krótkowzroczności dotknie zarówno dzieci, jak i osoby młode oraz starsze.

Jeśli chodzi o krótkowzroczność u dzieci, to chociaż najwyższą częstość występowania odnotowano w krajach Azji Wschodniej i Południowo-Wschodniej, znaczny wzrost zaobserwowano również w innych regionach. Wang i wsp. odnotowali częstość występowania krótkowzroczności na poziomie 31,8% w badaniu przekrojowym chińskich uczniów, przy czym odsetek ten wynosił 8,6% wśród 6-latków, a wzrastał do 66,2% i 74,9% odpowiednio wśród 12-latków i 14-latków [5]. Yam i wsp. zaobserwowali częstość występowania wynoszącą 12,7%, 24,4% i 36,1% wśród chińskich dzieci w wieku 6, 7 i 8 lat [6]. Priscilla i Verkicharla opisali wzrost częstości występowania krótkowzroczności wśród dzieci w Indiach.

w wieku od 5 do 15 lat wzrosła z 4% do 21% w latach 1999–2019, a do 2050 r. przewiduje się jej wzrost do 48% [7]. W Australii w badaniu obserwacyjnym trwającym 6 lat, obejmującym dwie grupy dzieci w wieku 12 i 17 lat, odnotowano wzrost częstości występowania krótkowzroczności z 1,4% do 14,4% w młodszej grupie i z 13% do 29,6% w starszej grupie [8]. W Hiszpanii, w niedawnym, jeszcze nieopublikowanym badaniu, stwierdzono średnią częstość występowania krótkowzroczności na poziomie 12,3% w próbie 2489 dzieci z dwóch grup wiekowych (6,5% w grupie 6–7-latków i 18,7% w grupie 11–12-latków) [9].

Tendencja ta przewiduje wzrost liczby przypadków upośledzenia wzroku w wyniku zarówno wzrostu liczby nieskorygowanych wad refrakcji, jak i dobrze udokumentowanego związku między wysoką krótkowzrocznością a rozwojem schorzeń oczu, takich jak odwarstwienie siatkówki, jaskra, makulopatia krótkowzroczna lub zaćma [10,11]. Co więcej, niepokojące są nawet niższe wartości krótkowzroczności. Na przykład w australijskim badaniu Blue Mountain Eye Study 43% przypadków makulopatii krótkowzrocznej wystąpiło u osób z krótkowzrocznością poniżej 5,00 D (dioptrii) według skali–, co jest wartością powszechnie uważaną za bezpieczną w przypadku wysokiej krótkowzroczności [12]. Należy również zauważyć, że operacja zaćmy, precyzyjne obliczenie mocy soczewki wewnątrzgałkowej i wszczepienie soczewki są trudniejsze i wiążą się z większym ryzykiem, gdy ametropia jest wysoka, a długość osiowa przekracza zakres wartości normalnych [13]. Wyniki te skłoniły autorów do sugerowania, że spowolnienie postępu krótkowzroczności o zaledwie 1,00 D może zmniejszyć prawdopodobieństwo rozwoju tej choroby o 40%. Dlatego też ostrzeżenie przed postępem krótkowzroczności nie powinno skupiać się wyłącznie na wysokiej krótkowzroczności, ale, jak stwierdzili Bullimore i Brennan, „każda dioptria ma znaczenie” [12].

Wyniki te przemawiają za podjęciem pilnych działań mających na celu zmniejszenie częstości występowania krótkowzroczności i kontrolowanie jej postępu. Do niedawna głównymi metodami klinicznymi stosowanymi w celu spowolnienia postępu krótkowzroczności u dzieci były leki (atropina), specjalnie zaprojektowane miękkie soczewki kontaktowe oraz ortokeratologia (Ortho-K). Natomiast dowody dotyczące skuteczności konwencjonalnych soczewek okularowych (soczewki jednoogniskowe, dwuogniskowe i progresywne) były niejednoznaczne [14–16]. W ostatnich latach pojawiły się jednak nowe konstrukcje soczewek okularowych, które są przedstawiane jako obiecująca alternatywa dla spowolnienia postępu krótkowzroczności. W efekcie soczewki okularowe pozwalają uniknąć zgłaszanych skutków ubocznych stosowania atropiny lub soczewek kontaktowych, takich jak alergie, potencjalne infekcje, ból lub dyskomfort oczu; dodatkowo dzieci mogą korzystać z tej opcji w sposób bardziej samodzielny.

Krótko mówiąc, te nowe konstrukcje soczewek albo powodują obwodowe rozogniskowanie siatkówki związane z krótkowzrocznością, albo zmniejszają kontrast między sąsiednimi czopkami, w oparciu o hipotezę, która łączy ostrość lub kontrast obrazów na obwodowej części siatkówki z początkiem i postępem krótkowzroczności [17]. W tym celu konstrukcje soczewek okularowych mogą mieć na celu wywołanie obwodowego rozogniskowania siatkówki poprzez połączenie strefy jednoogniskowej w centrum soczewki otoczonej strefą korekcyjną o większej mocy, przy stałej mocy (DIMS, konstrukcja wielosegmentowa z wbudowanym rozogniskowaniem [18]; CARE, cylindrical annular refractive-element design [19]) lub zmieniającą się w pewnym stopniu (HALs/SALs, highly/slightly aspherical lenslets designs [20,21]; asymmetric progressive horizontal addition [22]), lub mogą zawierać mikroskopijne dyfuzory do modulowania kontrastu obwodowego (DOT, diffusion optics technology design [23]).

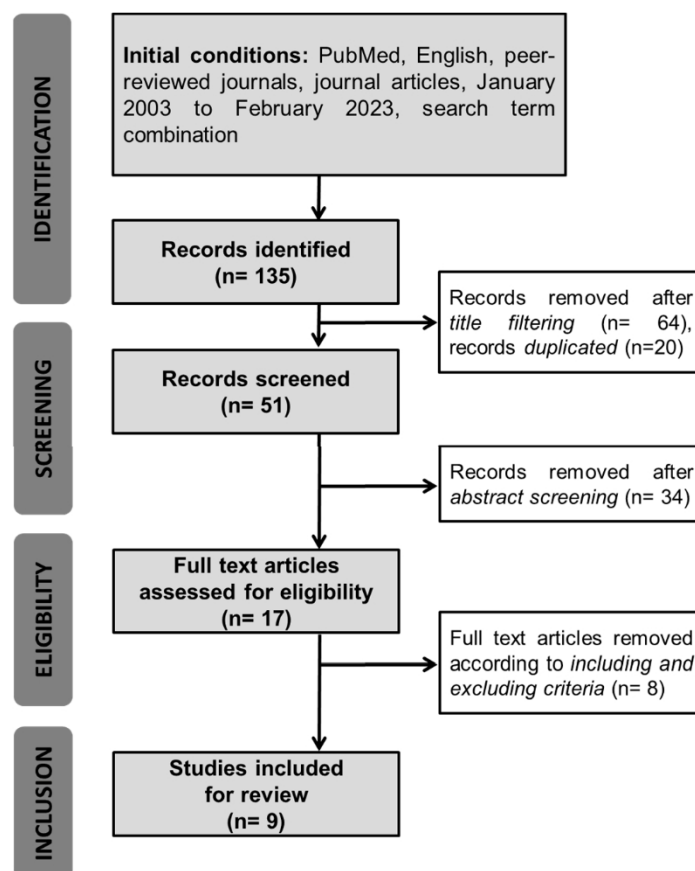
Celem niniejszego badania było podsumowanie opublikowanych dowodów i porównanie obiektywnych danych dotyczących skuteczności tych nowych konstrukcji soczewek okularowych jako alternatywnej strategii kontroli postępu krótkowzroczności w porównaniu z soczewkami jednoogniskowymi (SVL). W celu przedstawienia ogólnego przeglądu pojawiających się dowodów na ten temat, które mogą być interesujące nie tylko dla naukowców, ale także dla praktyków (przy ocenie pacjentów pod kątem opcji kontroli postępu krótkowzroczności), przeprowadzono przegląd zakresu badań [24]. Zgodnie z naszą wiedzą, opublikowana literatura nie poruszała tego tematu z uwzględnieniem tego podejścia. Dlatego artykuł ma strukturę przeglądu zakresu zgodnie z opublikowanymi wytycznymi PRISMA-ScR [25].

2. Materiały i metody

W marcu 2023 r. przeprowadzono wyszukiwanie literatury w bazie danych PubMed w celu znalezienia artykułów napisanych w języku angielskim i opublikowanych w recenzowanych czasopismach w okresie od 1 stycznia 2003 r. do

28 lutego 2023 r. Korzystając z zaawansowanych opcji wyszukiwania, artykuły zostały zidentyfikowane na podstawie słów kluczowych zawartych w tytule lub streszczeniu. Zastosowano następujące równania wyszukiwania: [(progresja krótkowzroczności) LUB (kontrola krótkowzroczności) LUB (postęp krótkowzroczności) LUB (peryferyjna defokusa)] ORAZ [(soczewki okularowe) LUB (defokusa z wbudowanymi wieloma segmentami) LUB [(wysoko LUB nieznacznie) ORAZ (soczewki asferyczne)]]]. Kolejne przeszukiwanie literatury przeprowadzone w bazie danych ProQuest nie ujawniło żadnych dodatkowych artykułów spełniających kryteria.

Kryteria kwalifikacyjne obejmowały badania kliniczne, w których interwencja obejmowała co najmniej jedną grupę terapeutyczną stosującą nowe soczewki okularowe w celu kontroli postępu krótkowzroczności oraz grupę kontrolną stosującą soczewki SVL, a minimalny okres obserwacji wynosił 6 miesięcy. Ponadto do włączenia do badania konieczne było udostępnienie danych klinicznych dotyczących zmian refrakcji centralnej (refrakcja sferyczna równoważna, SER) i/lub długości osiowej (AL) dla grup terapeutycznych i kontrolnych. Badania dostarczające dane dotyczące refrakcji obwodowej, a nie centralnej, oraz badania, w których interwencja kliniczna z użyciem okularów polegała wyłącznie na zastosowaniu konwencjonalnych soczewek okularowych (tj. soczewek SVL, dwuogniskowych lub progresywnych), zostały wykluczone z przeglądu. W wyniku wyszukiwania literatury uzyskano łącznie 135 artykułów, które następnie zostały przeanalizowane przez dwóch niezależnych recenzentów. Po usunięciu zdublikowanych artykułów (n = 20) pozostałe artykuły zostały przejrane i odrzucone, jeśli z tytułu wynikało, że dany temat nie był poruszony w odpowiednim badaniu (n = 64). Gdy analiza tytułu nie dała jednoznacznych wyników, przeczytano streszczenie, biorąc pod uwagę kryteria kwalifikacyjne, po czym wykluczono dodatkowe 34 artykuły. Następnie sprawdzono całą treść pozostałych 17 artykułów, co spowodowało wykluczenie kolejnych 8 artykułów. Na koniec ręcznie przejrano bibliografię pozostałych 9 artykułów w celu zidentyfikowania badań, które nie zostały znalezione w oryginalnym zapytaniu wyszukiwania, nie ujawniając żadnych dodatkowych artykułów (rysunek 1).



Rysunek 1. Proces selekcji artykułów do przeglądu.

Analiza danych

Dla każdego z uwzględnionych artykułów pobrano następujące dane: wyjściowy SER i/lub AL, zmiana SER (Δ SER) i/lub zmiana AL (Δ AL) w każdym punkcie obserwacji (w stosunku do wartości wyjściowej). Ponieważ surowe dane z badań były zazwyczaj niedostępne, wykorzystano wartości średnie i odchylenia standardowe (SD) podane przez autorów (SD obliczono na podstawie błędu standardowego [SE] i wielkości próby [n], jeśli miało to zastosowanie). Na podstawie tych informacji uzyskano następujące parametry:

- Absolutna zmiana międzygrupowa: zdefiniowana jako średnia (i SE) różnica między grupą leczoną a grupą kontrolną w zakresie wskaźnika SER (Δ) i/lub AL (Δ). Istotność statystyczną tych różnic określono za pomocą niezależnego testu t-Studenta przy użyciu oprogramowania MedCalc Software Ltd. (Ostenda, Belgia). Kalkulator porównania średnich (https://www.medcalc.org/calc/comparison_of_means.php, wersja 22.009; dostęp 29 sierpnia 2023 r.). Uzyskano odpowiednie 95-procentowe przedziały ufności (95% CI) i wartości p, przy czym $p < 0,05$ oznaczało istotność statystyczną. W odniesieniu do SER, gdy bezwzględna zmiana międzygrupowa była liczbą ujemną, oznaczało to, że krótkowzroczność postępowała w większym stopniu w grupie kontrolnej niż w grupie leczonej, natomiast w odniesieniu do AL dodatnia bezwzględna zmiana międzygrupowa oznaczała, że AL wzrosło bardziej w grupie kontrolnej niż w grupie leczonej.
- Względna zmiana międzygrupowa (w %): zdefiniowana jako stosunek bezwzględnej zmiany międzygrupowej do wartości SER przed leczeniem (Δ) i/lub AL przed leczeniem (Δ) w grupie kontrolnej. Ujemne wartości tego parametru (odnoszące się zarówno do SER, jak i AL) oznaczały stosunek kontroli postępu krótkowzroczności dzięki leczeniu pod względem zmiany refrakcji lub AL, czyli jego skuteczność (np. wartość -50% oznaczała, że postęp krótkowzroczności był o 50% mniejszy w grupie leczonej niż w grupie kontrolnej).
- Względna zmiana wewnątrzgrupowa (w %): w celu określenia postępu SER i/lub AL dla grupy leczonej i kontrolnej niezależnie, parametr ten zdefiniowano jako stosunek Δ SER i/lub Δ AL do odpowiednich wartości wyjściowych dla każdej grupy. Wartości dodatnie oznaczały wzrost krótkowzroczności w czasie (jako zmiany SER lub AL) dla każdej grupy.

3. Wyniki

W niniejszym przeglądzie zakresu uwzględniono dziewięć artykułów. Chociaż okres poszukiwań obejmował okres od 1 stycznia 2003 r. do 28 lutego 2023 r., wszystkie wybrane artykuły zostały opublikowane od 2020 r. (78% z nich w 2022 lub 2023 r.). W tabeli 1 przedstawiono pełną listę publikacji uwzględnionych w przeglądzie wraz z informacjami dotyczącymi następujących elementów: projektu badania, liczby dzieci uczestniczących w badaniu, które ukończyły wszystkie wizyty kontrolne, przedziału wiekowego dzieci, całkowitego czasu trwania badania i minimalnych okresów obserwacji (jeśli dotyczy) oraz rodzaju soczewek okularowych wydanych w ramach badania (grupa leczona).

Większość uwzględnionych artykułów opisuje prospektywne randomizowane badania kliniczne ($n = 6$, 67%), a etniczność próby jest głównie azjatycka ($n = 8$, 89% artykułów). Biorąc pod uwagę, że celem badania było udokumentowanie skuteczności nowych konstrukcji soczewek okularowych w porównaniu z soczewkami SVL, można było przedstawić dane z obserwacji trwającej od 6 miesięcy do maksymalnie 2 lat (44% artykułów obejmowało obserwację uczestników przez ponad 1 rok, $n = 4$). Soczewki okularowe uwzględnione w poszczególnych badaniach to konstrukcja DIMS ($n = 4$, 44%) [18,26–28], konstrukcje HAL lub SAL (3, 33%) [20,29,30] oraz po jednym badaniu z konstrukcjami CARE (11%) [19] i DOT (11%) [23].

Podczas gdy wszystkie artykuły zawierają informacje na temat wyjściowej wartości SER oraz wartości SER po zabiegu (Δ) dla grup leczonych i kontrolnych, w dwóch artykułach nie zebrano danych dotyczących długości osiowej gałki ocznej (AL) [27,28]. Jak podali autorzy, pomiary SER przeprowadzono przy użyciu autorefrakcji cykloplegicznej, a wszystkie pomiary AL uzyskano za pomocą biometrów opartych na interferencji optycznej. Niektóre publikacje zawierały dane dotyczące wyników drugorzędnych, takich jak ostrość wzroku, foria lub występowanie działań niepożądanych lub dyskomfortu [18–20,23,26,29], które wykraczają poza zakres niniejszego przeglądu.

Tabela 1. Podsumowanie artykułów uwzględnionych w przeglądzie.

1. Autor, Rok (Kraj)	Projekt badania	Uczestnicy (% kobiet)	WiekZakres (średnia± SD)	BadanieCzas trwania (Obserwacja)	Leczenie
Bao [20], 2022 (Chiny)	R/P	161 (54,7)	8–13lat (10,4± 1,2)	1rok (6 miesięcy)	HAL, SAL
Bao [29], 2022 (Chiny)	R/P	157 (54,1)	8–13lat (10,4± 1,2)	2lata (6 miesięcy)	HAL, SAL
Huang [26], 2022 (Chiny)	NieR/RS	107 (46,7)	7–12lat (9,1± 1,0)	1rok (6 miesięcy)	DIMS, DIMS+ A
Lam [18], 2020 (Chiny)	R/P	160(43,8)	8–13 lat (10,1± 1,4)	2 lata (6 miesięcy)	DIMS
Liu J [27], 2023 (Chiny)	NieR/RS	10 477 (48,3)	6–16lat (11,0± 2,5)	2lata (6 miesięcy)	DIMS
Liu X [19], 2023 (Chiny)	R/P	96(51,0)	8–12 lat (10,0± 0,6)	1 rok (6 miesięcy)	CARE
Du [28], 2023 (Chiny)	NieR/RS	180(46,1)	6–15 lat (10,5± 2,1)	1 rok (12 miesięcy)	DIMS
Rampen [23], 2021 (Chiny)	R/P	256 (58,2)	6–10lat (8,2± 1,4)	1rok (12 miesięcy)	DOTa, DOTb
Samadpour [30], 2022 (USA)	R/P	119(45,4)	7–13 lat (brak danych)	1,5 roku (6 miesięcy)	HAL*

SD, odchylenie standardowe; R, randomizowane; P, prospektywne; RS, retrospektywne; HAL, soczewki wysoce asferyczne; SAL, soczewki lekko asferyczne; DIMS, wielosegmentowe soczewki z wbudowanym defokusem; A, atropina; CARE, cylindryczny pierścieniowy element refrakcyjny; DOT, technologia optyki dyfuzyjnej (a i b to dwa modele soczewek DOT, różniące się gęstością elementu dyfuzyjnego); * dane ocenione po 6 miesiącach obserwacji (kolejne okresy obserwacji nie mają zastosowania ze względu na specyfikę projektu badania).

W tabelach 2 i 3 przedstawiono podsumowanie zebranych informacji dotyczących odpowiednio wyjściowego SER i SER w fazie leczenia (Δ), oraz AL i AL w fazie leczenia (Δ), a także odpowiadające im wartości bezwzględnej zmiany międzygrupowej, względnej zmiany międzygrupowej i względnej zmiany wewnątrzgrupowej dla tych parametrów. W niektórych przypadkach porównano więcej niż jedno leczenie (np. Bao [20]: HAL, SAL). W przypadku dostarczenia danych dotyczących kilku punktów kontrolnych, były one przedstawiane niezależnie.

We wszystkich badaniach obejmujących ten okres obserwacji wykazano statystycznie istotne różnice w SER między grupami (bezwzględna zmiana międzygrupowa) po 2 latach obserwacji, przy czym maksymalna wartość wynosiła $-0,80$ D i została uzyskana przy zastosowaniu soczewek HAL [29]. Jednak najlepszy wskaźnik kontroli postępu krótkowzroczności (względna zmiana międzygrupowa) w tym punkcie obserwacji odpowiadał projektowi DIMS (59,14%) [18]. Kontrola krótkowzroczności nie okazała się skuteczna pod względem SER w dwóch z pięciu badań obejmujących 6-miesięczny okres obserwacji (projekt CARE [19], projekt HAL [30]) oraz w przypadku projektu CARE w punkcie obserwacyjnym po 1 roku [19]. Badania wykazujące pozytywny wpływ leczenia przedstawiały bezwzględne wartości zmian międzygrupowych w zakresie od $-0,17$ D do $-0,24$ D po 6 miesiącach, od $-0,27$ D do $-0,54$ D po 1 roku oraz od $-0,25$ D do $-0,80$ D po 2 latach.

W odniesieniu do AL, wszystkie badania obejmujące okres obserwacji wynoszący 1 lub 2 lata wykazały statystycznie istotne różnice między grupami (bezwzględna zmiana międzygrupowa), przy czym maksymalna różnica w przypadku konstrukcji HAL wyniosła $0,35$ mm [29]. Podobnie jak w przypadku SER, najlepszy wskaźnik kontroli wydłużenia gałki ocznej (względna zmiana międzygrupowa) uzyskano również w przypadku projektu DIMS (60,38%) [18]. Po 6 miesiącach obserwacji dwa z pięciu badań nie wykazały pozytywnego wpływu leczenia na AL (projekt CARE [19], projekt SAL [20]). Bezwzględne wartości zmian międzygrupowych w badaniach, w których zaobserwowano znaczący wpływ na długość osiową gałki ocznej, wynosiły od $0,07$ do $0,17$ mm po 6 miesiącach, od $0,11$ do $0,23$ mm po 1 roku i od $0,18$ do $0,35$ mm po 2 latach.

Tabela 2. Analiza SER uwzględnionych artykułów. W przypadku przeprowadzenia wielu obserwacji w ramach tego samego badania dane przedstawiono w oparciu o każdy okres obserwacji.

Autorzy	Obserwacja (m, miesiące)	TX (n)	SVL (n)	Wartość wyjściowa SER (średnia± SD) D		ΔSER podczas obserwacji (średnia± SD) D		Bezwzględna zmiana międzygrupowa Średnia (SE), [95% CI] D	Względna zmiana międzygrup owa	Względna zmiana wewnątrzgrup owa		
				TX	SVL	TX	SVL		p	TX	SVL	
Bao [20]	6 m	HAL (54)	(52)	−2,70± 1,03	−2,46± 0,87	−0,10± 0,29	−0,34± 0,29	−0,24 (0,06), [− 0,35 do − 0,13]	<0,001 *	−70,59	3,70	13,82
		SAL (55)		−2,31± 0,96		−0,17± 0,30		−0,17 (0,06), [− 0,28 do − 0,06]	0,004 *	−50,00	7,36	
Lam [18]	6 m	DIMS (79)	(81)	−2,97± 0,97	−2,76± 0,96	−0,13± 0,27	−0,37± 0,36	−0,24 (0,05), [− 0,34 do − 0,14]	<0,001 *	−64,86	4,38	13,41
Liu X [19]	6 m	CARE (52)	(44)	−2,67± 0,69	−2,56± 0,75	−0,38± 0,35	−0,47± 0,37	−0,09 (0,07), [− 0,24 do 0,06]	0,224	−19,15	14,23	18,36
Sankaridurg [30]	6 m	HAL (54)	(65)	−3,47± 1,16	−3,37± 1,22	−0,20± 0,31	−0,27± 0,42	−0,07 (0,07), [− 0,21 do 0,07]	0,312	−25,93	5,76	8,01
	1 rok	HAL (54)	(52)	−2,70± 1,03	−2,46± 0,87	−0,27± 0,44	−0,81± 0,43	−0,54 (0,08), [− 0,71 do − 0,37]	<0,001 *	−66,67	10,00	32,93
		SAL (55)		−2,31± 0,96		−0,48± 0,37		−0,33 (0,08), [− 0,48 do − 0,18]	<0,001 *	−40,74	20,78	
Huang [26]	1 rok	DIMS (30)	(38)	−2,84± 1,24	−2,60± 0,99	−0,79± 0,47	−1,07± 0,64	−0,28 (0,14), [− 0,56 do − 0,00]	0,049 *	−26,17	27,82	41,15
Lam [18]	1 rok	DIMS (79)	(81)	−2,97± 0,97	−2,76± 0,96	−0,17± 0,44	−0,55± 0,36	−0,38 (0,06), [− 0,51 do − 0,25]	<0,001 *	−69,09	5,72	19,93
Liu X [19]	1 rok	CARE (52)	(44)	−2,67± 0,69	−2,56± 0,75	−0,56± 0,46	−0,71± 0,39	−0,15 (0,09), [− 0,32 do 0,02]	0,091	−21,13	20,97	27,73
Liu J [27]	1 rok	DIMS (2240)	(2240)	−2,88± 1,74	−2,85± 1,87	−0,50± 0,43	−0,77± 0,58	−0,27 (0,01), [− 0,30 do − 0,24]	<0,001 *	−35,06	17,36	27,02
Długie [28]	1 rok	DIMS (90)	(90)	−3,82± 1,57	−3,75± 1,51	−0,51± 0,50	−0,85± 0,51	−0,34 (0,07), [− 0,49 do − 0,19]	<0,001 *	−40,00	13,35	22,67
Rappon [23]	1 rok	DOTa (88)	(93)	−2,00± 0,93	−1,95± 1,02	−0,15± 0,39	−0,53± 0,46	−0,38 (0,06), [− 0,51 do − 0,25]	<0,001 *	−71,70%	7,50	27,18
		DOTb (75)		−1,85± 0,91		−0,23± 0,49		−0,30 (0,07), [− 0,45 do − 0,15]	0,001 *	−56,60	12,43	
Bao [29]	2 lata	HAL (54)	(50)	−2,70± 1,03	−2,44± 0,85	−0,66± 0,66	−1,46± 0,64	−0,80 (0,13), [− 1,05 do − 0,55]	0,001 *	−54,79	24,44	59,84
		SAL (53)		−2,28± 0,95		−1,04± 0,44		−0,42 (0,11), [− 0,63 do − 0,21]	0,002 *	−28,77	45,61	
Lam [18]	2 lata	DIMS (79)	(81)	−2,97± 0,97	−2,76± 0,96	−0,38± 0,53	−0,93± 0,54	−0,55 (0,08), [− 0,72 do − 0,38]	<0,001 *	−59,14	12,79	33,70
Liu J [27]	2 lata	DIMS (735)	(735)	−3,00± 1,64	−2,92± 1,94	−0,88± 0,62	−1,23± 0,76	−0,35 (0,04), [− 0,42 do − 0,28]	<0,001 *	−28,46	29,33	42,12
		DIMS (234)	(234)	−2,92± 1,54	−2,93± 1,99	−0,91± 0,45	−1,16± 0,45	−0,25 (0,04), [− 0,33 do − 0,17]	<0,001 *	−21,55	31,16	39,59

TX, grupa leczona; SVL, grupa z soczewkami jednoogniskowymi; D, dioptria; SER, refrakcja sferyczna równoważna; SD, odchylenie standardowe; SE, błąd standardowy; HAL, soczewki wysoce asferyczne; SAL, soczewki lekko asferyczne; DIMS, soczewki wielosegmentowe z defokusem; CARE, cylindryczny pierścieniowy element refrakcyjny; DOT, technologia optyki dyfuzyjnej (a i b to dwa modele soczewek DOT, różniące się gęstością elementu dyfuzyjnego); * oznacza istotność statystyczną.

Tabela 3. Analiza AL uwzględnionych artykułów. W przypadku przeprowadzenia wielu obserwacji w ramach tego samego badania dane przedstawiono w oparciu o każdy okres obserwacji.

Autorzy	Obserwacja (m, miesiące)	TX (n)	SVL (n)	Wartość wyjściowa AL (średnia± SD) mm		ΔAL podczas obserwacji (średnia± SD) mm		Bezwzględna zmiana międzygrupowa Średnia (SE), [95% CI] mm	Względna zmiana międzygrup owa	Względna zmiana wewnątrzgrup owa		
				TX	SVL	TX	SVL		p	TX	SVL	
Bao [20]	6 m	HAL (54)	(52)	24,76± 0,66	24,77± 0,65	0,08± 0,07	0,20± 0,07	0,12 (0,01), [0,09 do 0,15]	<0,001 *	−60,00	0,32%	0,81%
		SAL (55)		24,43± 0,74		0,14± 0,07		0,06 (0,10), [0,13 do 0,25]	0,540	−30,00	0,57	
Lam [18]	6 m	DIMS (79)	(81)	24,70± 0,82	24,60± 0,83	0,03± 0,09	0,20± 0,09	0,17 (0,01), [0,14 do 0,20]	<0,001 *	−85,00	0,12	0,81

Tabela 3. Kontynuacja.

Autorzy	Obserwacja (m, miesiące)	TX (n)	SVL (n)	Wartość wyjściowa AL (średnia± SD) mm		ΔAL podczas obserwacji (średnia± SD) mm		Bezwzględna zmiana międzygrupowa Średnia (SE), [95% CI] mm		Względna zmiana międzygrupowa	Względna zmiana wewnątrzgrupowa	
				TX	SVL	TX	SVL		p		TX	SVL
Liu X [19]	6 m	CARE (52)	(44)	24,65± 0,67	24,66± 0,63	0,19± 0,12	0,23± 0,12	0,04 (0,03), [0,01 do 0,02]	0,107	−17,39	0,77	0,93
Sankaridurg [30]	6 m	HAL (54)	(65)	25,10± 0,80	24,90± 0,80	0,06± 0,15	0,13± 0,15	0,07 (0,03), [0,01 do 0,12]	0,013 *	−53,85	0,24	0,52
Bao [20]	1 rok	HAL (54)	(52)	24,76± 0,66	24,77± 0,65	0,13± 0,15	0,36± 0,14	0,23 (0,03), [0,17 do 0,29]	<0,001 *	−63,89	0,53	1,45
		SAL (55)		24,43± 0,74		0,25± 0,15		0,11 (0,03), [0,05 do 0,17]	0,002 *	−30,56%	1,02	
Huang [26]	1 rok	DIMS (30)	(38)	24,62± 0,87	24,60± 0,71	0,41± 0,22	0,52± 0,22	0,11 (0,05), [0,00 do 0,22]	0,045 *	−21,15	1,67	2,11
Lam [18]	1 rok	DIMS (79)	(81)	24,70± 0,82	24,60± 0,83	0,11± 0,18	0,32± 0,18	0,21 (0,03), [0,15 do 0,27]	<0,001 *	−65,63	0,45	1,30
Liu X [19]	1 rok	CARE (52)	(44)	24,65± 0,67	24,66± 0,63	0,26± 0,18	0,36± 0,16	0,10 (0,03), [0,03 do 0,17]	0,005 *	−27,78	1,05	1,46
Liu J [27]	1 rok	DIMS (2240)	(2240)	-	-	-	-	Brak danych dotyczących AL	-	-	-	-
Długi [28]	1 rok	DIMS (90)	(90)	-	-	-	-	Brak danych dotyczących AL	-	-	-	-
Rappon [23]	1 rok	DOTa (88)	(93)	24,09± 0,82	24,03± 0,70	0,15± 0,15	0,30± 0,17	0,15 (0,02), [0,10 do 0,20]	<0,001 *	−50,00	0,62	1,25
		DOTb (75)		23,94± 0,70		0,18± 0,21		0,12 (0,03), [0,06 do 0,18]	0,001 *	−40,00	0,75	
Bao [29]	2 lata	HAL (54)	(50)	24,76± 0,66	24,77± 0,64	0,34± 0,22	0,69± 0,28	0,35 (0,05), [0,25 do 0,45]	<0,001 *	−50,72	1,37	2,79
		SAL (53)		24,44± 0,73		0,51± 0,29		0,18 (0,06), [0,07 do 0,29]	0,002 *	−26,09	2,09	
Lam [18]	2 lata	DIMS (79)	(81)	24,70± 0,82	24,60± 0,83	0,21± 0,18	0,53± 0,27	0,32 (0,04), [0,25 do 0,39]	<0,001 *	−60,38	0,85	2,15
Liu J [27]	2 lata	DIMS (735)	(735)	-	-	-	-	Brak danych dotyczących AL	-	-	-	-
		DIMS (234)	(234)	-	-	-	-	Brak danych dotyczących AL	-	-	-	-

TX, grupa leczona; SVL, grupa z soczewkami jednoogniskowymi; AL, długość osiowa; SD, odchylenie standardowe; SE, błąd standardowy; HAL, soczewki wysoce asferyczne; SAL, soczewki lekko asferyczne; DIMS, soczewki wielosegmentowe z defokusem; CARE, cylindryczny pierścieniowy element refrakcyjny; DOT, technologia optyki dyfuzyjnej (a i b to dwa modele soczewek DOT, różniące się gęstością elementu dyfuzyjnego); * oznacza istotność statystyczną.

4. Dyskusja

Celem niniejszego przeglądu było podsumowanie opublikowanych badań dotyczących skuteczności soczewek okularowych o nowych konstrukcjach w kontroli krótkowzroczności w porównaniu z soczewkami jednoogniskowymi pod względem zmian refrakcji centralnej i długości osiowej. W opublikowanych badaniach klinicznych metody stosowane przez badaczy do określenia skuteczności konkretnej konstrukcji soczewki często nie są w pełni opisane i pozostają niejednorodne. W celu zapewnienia jasności i jednolitości prezentacji wprowadzono trzy nowe parametry, a mianowicie bezwzględną zmianę międzygrupową, względną zmianę międzygrupową i względną zmianę wewnątrzgrupową.

Wcześniejsze badania dotyczące strategii kontroli krótkowzroczności skupiały się głównie na atropinie, miękkich soczewkach kontaktowych i ortokorekcji [31,32], a tylko kilka projektów soczewek okularowych zostało uwzględnionych, biorąc pod uwagę ich niedawny rozwój, co uniemożliwia długoterminową obserwację ich skuteczności. W rzeczywistości 78% badań uwzględnionych w niniejszym przeglądzie zostało opublikowanych w ciągu ostatnich 14 miesięcy, co sugeruje, że jest to stosunkowo nowa i owocna dziedzina badań.

Obecne wyniki wykazały, że chociaż po 6 miesiącach różnice między nowymi modelami okularów a soczewkami SVL nie zawsze były znaczące, tendencja ta uległa odwróceniu po 1 i 2 latach obserwacji zarówno w przypadku SER, jak i AL. Było to szczególnie widoczne w przypadku modeli DIMS i HAL, w których stwierdzono różnice między 50% a 60% w tych parametrach. Jednak wyniki przedstawione przez autorów różnych badań uwzględnionych w niniejszym przeglądzie nie były jednolite, co jest zgodne z poprzednim przeglądem systematycznym porównującym atropinę, miękkie soczewki kontaktowe, Ortho-K oraz modele okularów DIMS i HAL, w którym odnotowano dużą zmienność w działaniu modeli DIMS i HAL [32].

W niniejszym przeglądzie uwzględniono wyłącznie artykuły porównujące konstrukcje soczewek okularowych stosowanych w kontroli krótkowzroczności z soczewkami SVL. Dostępne są wcześniejsze badania, w których grupa kontrolna stosowała inną strategię kontroli krótkowzroczności. W ten sposób Du i wsp. porównali konstrukcję HAL z łącznym leczeniem soczewkami SVL i atropiną oraz z Ortho-K. Po roku obserwacji SER wzrósł o 23,1% w przypadku HAL, o 8,6% w przypadku soczewek SVL i atropiny, co autorzy przypisali działaniu atropiny, oraz o 13,6% w przypadku Ortho-K [33]. W jednym z artykułów uwzględnionych w niniejszym przeglądzie również stwierdzono zwiększony efekt leczenia łączonego z użyciem soczewek DIMS i atropiny w porównaniu z samymi soczewkami DIMS (54% w porównaniu z 26% w przypadku SER i 46% w porównaniu z 21% w przypadku AL) [26]. Z kolei Guo i wsp. porównali dwie strategie kontroli krótkowzroczności z użyciem soczewek okularowych, a mianowicie konstrukcje DIMS i HAL [34]. Po roku obserwacji stwierdzili lepsze wyniki w przypadku konstrukcji HAL, z bezwzględną zmianą międzygrupową wynoszącą $-0,29$ D [95% CI: $-0,44$ do $-0,13$; $p < 0,001$] w SER i $0,11$ mm [95% CI: $0,02$ do $0,20$; $p = 0,03$] w AL.

Inne badania długoterminowe, w których obserwacja trwała dłużej niż 2 lata, nie porównywały metod kontroli krótkowzroczności z soczewkami SVL po upływie tego okresu. Na przykład Lam i współpracownicy kontynuowali swoje wstępne badania (opisane powyżej w niniejszym przeglądzie, [18]), obejmujące 3-letnią [35] i 6-letnią obserwację [36], chociaż grupa kontrolna, która do 2. roku obserwacji stosowała soczewki SVL, po tym okresie przeszła na soczewki DIMS. Podobnie Bao i współpracownicy kontynuowali swoje wstępne badania [29] przez kolejny rok, ale od dwóch lat obserwacji wszyscy uczestnicy (w tym poprzednia grupa kontrolna stosująca soczewki SVL) nosili soczewki HAL [37]. Wreszcie badania Sankaridurga i współpracowników składały się z pierwszej fazy (6 miesięcy), w której projekt HAL porównano z grupą kontrolną korzystającą z SVL, uwzględnioną w niniejszym przeglądzie, oraz drugiej fazy trwającej 12 miesięcy, w której grupa kontrolna również korzystała z projektu HAL [30]. Wyniki tej drugiej fazy nie zostały uwzględnione w niniejszym przeglądzie. Należy również zauważyć, że aby kwalifikować się do przeglądu, artykuły musiały zawierać kompletne informacje. przynajmniej SER (wartość wyjściowa i zmiany w czasie) oraz, jeśli to możliwe, te same dane dotyczące AL. Jednak w dwóch z uwzględnionych artykułów (z dziewięciu) nie podano zmian w AL [27,28]. Wstępne badania literatury ujawniły co najmniej dwa kolejne badania porównujące nowe projekty soczewek okularowych do kontroli krótkowzroczności z soczewkami SVL, ale niekompletność danych uniemożliwiła ich uwzględnienie w niniejszym przeglądzie [38,39].

Na koniec należy podkreślić, że spośród dziewięciu artykułów tylko w jednym z nich badana grupa nie była pochodzenia azjatyckiego. Dlatego też brak danych dotyczących populacji nieazjatyckiej nie pozwala nam stwierdzić, czy pochodzenie etniczne może być czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę

przy ocenie skuteczności nowych projektów soczewek okularowych do kontroli postępu krótkowzroczności.

Badanie to nie jest pozbawione ograniczeń, wynikających głównie z dostępności oryginalnych zasobów kwalifikujących się do analizy. W związku z tym analiza została ograniczona do podsumowania wyników (średnia i odchylenie standardowe lub SE), ponieważ autorzy zazwyczaj nie udostępnili surowych danych. Jednak konkretne wskazania do przeprowadzenia przeglądu zakresu [24] uznano za optymalne do przedstawienia kompleksowych wyników opisujących ogólny przegląd wszystkich dostępnych dowodów. Ponadto heterogeniczność projektów badań, okresów obserwacji, konstrukcji soczewek, prezentacji danych i innych aspektów zadecydowała o formacie niniejszego przeglądu zakresu badań, a nie o bardziej rzetelnym badaniu, takim jak metaanaliza, która jest uważana za najwyższy poziom dowodów naukowych. Ponadto badania nad najnowszymi konstrukcjami soczewek okularowych są z definicji ograniczone czasowo, co szczególnie widoczne jest w krótkich okresach obserwacji (6 miesięcy) niektórych z uwzględnionych artykułów. Można założyć, że nowe dowody wynikające z badań z dłuższym okresem obserwacji zostaną opublikowane w najbliższej przyszłości. W związku z tym, biorąc pod uwagę względną nowość tego tematu badań, praktykom zainteresowanym strategiami kontroli krótkowzroczności zdecydowanie zaleca się śledzenie najnowszych publikacji.

5. Wnioski

W niniejszym przeglądzie, który obejmował ograniczoną liczbę kwalifikujących się artykułów porównujących nowe konstrukcje soczewek okularowych do kontroli krótkowzroczności z soczewkami SVL, wykazano, że niektóre z tych konstrukcji okazały się skuteczne w kontrolowaniu postępu krótkowzroczności u dzieci. Chociaż potrzebne są dalsze badania z dłuższym okresem obserwacji, aby wyciągnąć bardziej miarodajne wnioski, potencjalną przewagę stosowania tych nowych konstrukcji soczewek okularowych nad innymi opcjami, takimi jak stosowanie atropiny, miękkie soczewki kontaktowe lub Ortho-K, należy rozpatrywać w ogólnym kontekście takich aspektów, jak bezpieczeństwo, komfort, koszt i autonomia dziecka. Informacje te powinny być bardzo istotne dla lekarzy doradzających zaniepokojonym rodzicom dzieci z krótkowzrocznością w zakresie najlepszych alternatyw dla kontroli krótkowzroczności.

Wkład autorów: Koncepcja: M.L. i C.N.; metodologia: M.L., C.N. i G.C.; analiza formalna, M.L., C.N. i G.C.; kuracja danych, M.L. i G.C.; pisanie — przygotowanie pierwotnego projektu, M.L. i C.N.; pisanie — przegląd i edycja, M.L. i G.C.; wizualizacja, M.L. i G.C.; nadzór, M.L. i G.C.; pozyskanie funduszy, G.C. Wszyscy autorzy przeczytali i wyrazili zgodę na opublikowaną wersję manuskryptu.

Finansowanie: Badania zostały sfinansowane przez hiszpańską agencję Agencia Estatal de Investigación (numer projektu PID2020-114582RB-I00).

Oświadczenie komisji bioetycznej: Nie dotyczy.

Oświadczenie o świadomej zgodzie: Nie dotyczy.

Oświadczenie o dostępności danych: Dane mogą być udostępnione na uzasadniony wniosek skierowany do autorów.

Konflikt interesów: Autorzy oświadczają, że nie występuje konflikt interesów. Fundatorzy nie mieli wpływu na projekt badania, gromadzenie, analizę ani interpretację danych, napisanie manuskryptu ani decyzję o opublikowaniu wyników.

Referencje

1. Huang, H.M.; Chang, D.S.; Wu, P.C. Związek między pracą z bliska a krótkowzrocznością u dzieci — przegląd systematyczny i metaanaliza. *PLoS ONE* **2015**, *10*, e0140419. [[CrossRef](#)]
2. Yu, M.; Hu, Y.; Han, M.; Song, J.; Wu, Z.; Xu, Z.; Liu, Y.; Shao, Z.; Liu, G.; Yang, Z.; et al. Globalna analiza czynników ryzyka wystąpienia krótkowzroczności u dzieci: przegląd systematyczny i metaanaliza. *PLoS ONE* **2023**, *18*, e0291470. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Żski, G.; Matysik-Woźniak, A.; Pankowska, A.; Pietura, R.; Rejdak, R.; Jonak, K. Wysoka krótkowzroczność a grubość mięśni pozagałkowych i żucia – wstępne badanie MRI 7T. *J. Clin. Med.* **2023**, *12*, 4166. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Holden, B.A.; Fricke, T.R.; Wilson, D.A.; Jong, M.; Naidoo, K.S.; Sankaridurg, P.; Wong, T.Y.; Naduvilath, T.J.; Resnikoff, S. Globalna częstość występowania krótkowzroczności i wysokiej krótkowzroczności oraz trendy czasowe w latach 2000–2050. *Okulistyka* **2016**, *123*, 1036–1042. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

5. Wang, J.; Liu, J.; Ma, W.; Zhang, Q.; Li, R.; He, X.; Liu, L. Częstość występowania krótkowzroczności u chińskich dzieci w wieku 3–14 lat: przekrojowe badanie przeprowadzone w szkołach w Chengdu. *BMC Ophthalmol.* **2021**, *21*, 318. [\[CrossRef\]](#)
6. Yam, J.C.; Tang, S.M.; Kam, K.W.; Chen, L.J.; Yu, M.; Law, A.K.; Yip, B.H.; Wang, Y.M.; Cheung, C.Y.L.; Ng, D.S.C.; i in. Wysoka częstość występowania krótkowzroczności u dzieci i ich rodziców w chińskiej populacji Hongkongu: badanie wzroku dzieci w Hongkongu. *Acta Ophthalmol.* **2020**, *98*, e639–e648. [\[CrossRef\]](#)
7. Priscilla, J.J.; Verkicharla, P.K. Trendy czasowe dotyczące częstości występowania krótkowzroczności w Indiach — model prognostyczny na rok 2050. *Ophthalmic Physiol. Opt.* **2021**, *41*, 466–474. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
8. French, A.N.; Morgan, I.G.; Burlutsky, G.; Mitchell, P.; Rose, K.A. Częstość występowania oraz 5- i 6-letnia zapadalność i progresja krótkowzroczności i dalekowzroczności u australijskich uczniów. *Ophthalmology* **2013**, *120*, 1482–1491. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
9. Amires. Dostępne online: <https://estudioprevalencia.miopiamagna.org/> (dostęp 23 sierpnia 2023 r.).
10. Haarman, A.E.G.; Enthoven, C.A.; Tideman, J.W.L.; Tedja, M.S.; Verhoeven, V.J.M.; Klaver, C.C.W. Powikłania krótkowzroczności: przegląd i metaanaliza. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* **2020**, *61*, 49. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
11. Saw, S.M.; Gazzard, G.; Shih-Yen, E.C.; Chua, W.H. Krótkowzroczność i związane z nią powikłania patologiczne. *Ophthalmic Physiol. Opt.* **2005**, *25*, 381–391. [\[CrossRef\]](#)
12. Bullimore, M.A.; Brennan, N.A. Kontrola krótkowzroczności: dlaczego każda dioptria ma znaczenie. *Optom. Vis. Sci.* **2019**, *96*, 463–465. [\[CrossRef\]](#)
13. Yao, Y.; Lu, Q.; Wei, L.; Cheng, K.; Lu, Y.; Zhu, X. Skuteczność i powikłania operacji zaćmy w przypadku wysokiej krótkowzroczności. *J. Cataract Refract. Surg.* **2021**, *47*, 1473–1480. [\[CrossRef\]](#)
14. Wildsoet, C.F.; Chia, A.; Cho, P.; Guggenheim, J.A.; Polling, J.R.; Read, S.; Sankaridurg, P.; Saw, S.M.; Trier, K.; Walline, J.J.; i in. IMI–Interventions Myopia Institute: Interventions for Controlling Myopia Onset and Progression Report. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* **2019**, *60*, M106–M131. [\[CrossRef\]](#)
15. Weiss, R.S.; Park, S. Najnowsze informacje dotyczące kontroli krótkowzroczności: zapobieganie postępowi o 1 dioptrię na raz. *Curr. Opin. Ophthalmol.* **2019**, *30*, 215–219. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
16. Kaiti, R.; Shyangbo, R.; Sharma, I.P. Rola atropiny w kontroli postępu krótkowzroczności — przegląd. *Beyoglu Eye J.* **2022**, *7*, 157–166. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Arias, A.; Ohlendorf, A.; Artal, P.; Wahl, S. Dogłębna charakterystyka optyczna soczewek okularowych stosowanych w leczeniu postępującej krótkowzroczności. *Optica* **2023**, *10*, 594–603. [\[CrossRef\]](#)
18. Lam, C.S.Y.; Tang, W.C.; Tse, D.Y.; Lee, R.P.K.; Chun, R.K.M.; Hasegawa, K.; Qi, H.; Hatanaka, T.; To, C.H. Soczewki okularowe Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spowalniają postęp krótkowzroczności: 2-letnie randomizowane badanie kliniczne. *Br. J. Ophthalmol.* **2020**, *104*, 363–368. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
19. Liu, X.; Wang, P.; Xie, Z.; Sun, M.; Chen, M.; Wang, J.; Huang, J.; Chen, S.; Chen, Z.; Wang, Y.; et al. Skuteczność soczewek okularowych Cylindrical Annular Refractive Element w kontroli krótkowzroczności w ciągu jednego roku. *Acta Ophthalmol.* **2023**, *101*, 651–657. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Bao, J.; Yang, A.; Huang, Y.; Li, X.; Pan, Y.; Ding, C.; Lim, E.W.; Zheng, J.; Spiegel, D.P.; Drobe, B.; et al. Skuteczność soczewek okularowych z asferycznymi soczewkami w kontroli krótkowzroczności w ciągu jednego roku. *Br. J. Ophthalmol.* **2022**, *106*, 1171–1176. [\[CrossRef\]](#)
21. Radhakrishnan, H.; Lam, C.S.Y.; Charman, W.N. Soczewki okularowe wielosegmentowe do kontroli krótkowzroczności. Część 1: Optyka. *Ophthalmic Physiol. Opt.* **2023**, *42*, 1125–1136. [\[CrossRef\]](#)
22. Silva-Leite, S.; Amorim-de-Sousa, A.; Queirós, A.; González-Méijome, J.M.; Fernandes, P. Refrakcja obwodowa i funkcja wzrokowa nowych soczewek okularowych perifokal do kontroli postępu krótkowzroczności. *J. Clin. Med.* **2023**, *12*, 1435. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
23. Rappon, J.; Chung, C.; Young, G.; Hunt, C.; Neitz, J.; Neitz, M.; Chalberg, T. Kontrola krótkowzroczności za pomocą soczewek okularowych z optyką dyfuzyjną: wyniki 12-miesięcznego randomizowanego badania kontrolowanego dotyczącego skuteczności i bezpieczeństwa (CYPRESS). *Br. J. Ophthalmol.* **2023**, *107*, 1709–1715. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Munn, Z.; Peters, M.D.J.; Stern, C.; Tufanaru, C.; McArthur, A.; Aromataris, E. Przegląd systematyczny czy przegląd zakresu? Wytyczne dla autorów publikacji w czasopiśmie „ ” dotyczące wyboru między przeglądem systematycznym a przeglądem zakresu. *BMC Med. Res. Methodol.* **2018**, *18*, 143. [\[CrossRef\]](#)
25. Tricco, A.C.; Lillie, E.; Zarin, W.; O’Brien, K.K.; Colquhoun, H.; Levac, D.; Moher, D.; Peters, M.D.J.; Horsley, T.; Weeks, L.; i in. Rozszerzenie PRISMA dla przeglądów zakresu (PRISMA-ScR): lista kontrolna i wyjaśnienia. *Ann. Intern. Med.* **2018**, *169*, 467–473. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
26. Huang, Z.; Chen, X.F.; He, T.; Tang, Y.; Du, C.X. Synergistyczne działanie wielosegmentowych soczewek z defokusem i atropiny w soczewkach kontaktowych typu „ ” spowalniających postęp krótkowzroczności. *Sci. Rep.* **2022**, *12*, 22311. [\[CrossRef\]](#)
27. Liu, J.; Lu, Y.; Huang, D.; Yang, J.; Fan, C.; Chen, C.; Li, J.; Wang, Q.; Li, S.; Jiang, B.; i in. Skuteczność soczewek Defocus Incorporated Multiple Segments w spowalnianiu postępu krótkowzroczności: wyniki z różnych warunków klinicznych. *Ophthalmology* **2023**, *130*, 542–550. [\[CrossRef\]](#)
28. Long, W.; Chen, K.; Yu, S.; Liang, Z.; Zheng, B.; Zeng, J.; Cui, D. Roczna skuteczność soczewek Defocus Incorporated Multiple Segment u chińskich dzieci z krótkowzrocznością. *Optom. Vis. Sci.* **2023**, *100*, 111–116. [\[CrossRef\]](#)
29. Bao, J.; Huang, Y.; Li, X.; Yang, A.; Zhou, F.; Wu, J.; Wang, C.; Li, Y.; Lim, E.W.; Spiegel, D.P.; i in. Soczewki okularowe z asferycznymi soczewkami do kontroli krótkowzroczności a soczewki okularowe jednoogniskowe: randomizowane badanie kliniczne. *JAMA Ophthalmol.* **2022**, *140*, 472–478. [\[CrossRef\]](#)
30. Sankaridurg, P.; Weng, R.; Tran, H.; Spiegel, D.P.; Drobe, B.; Ha, T.; Tran, Y.H.; Naduvilath, T. Soczewki okularowe z wysoce asferycznymi soczewkami do spowalniania krótkowzroczności: randomizowane, podwójnie ślepe, krzyżowe badanie kliniczne. *Am. J. Ophthalmol.* **2023**, *247*, 18–24. [\[CrossRef\]](#)

31. Lawrenson, J.G.; Shah, R.; Huntjens, B.; Downie, L.E.; Virgili, G.; Dhakal, R.; Verkicharla, P.K.; Li, D.; Mavi, S.; Kernohan, A.; i in. Interwencje mające na celu kontrolę krótkowzroczności u dzieci: żywy przegląd systematyczny i metaanaliza sieciowa. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2023**, *2*, CD014758. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. Lanca, C.; Pang, C.P.; Grzybowski, A. Skuteczność interwencji w zakresie kontroli krótkowzroczności: przegląd systematyczny 12 randomizowanych badań klinicznych opublikowanych w latach 2019–2021. *Front. Public Health* **2023**, *11*, 1125000. [[CrossRef](#)]
33. Du, L.F.; He, F.; Tan, H.X.; Gao, N.; Song, W.Q.; Luo, Y.X. Porównanie trzech metod kontroli krótkowzroczności u nastolatków. *J. Ophthalmol.* **2022**, *2022*, 9920002. [[CrossRef](#)]
34. Guo, H.; Li, X.; Zhang, X.; Wang, H.; Li, J. Porównanie wpływu soczewek wysoce asferycznych z soczewkami wielosegmentowymi typu „ ” z wbudowanym defokusem na kontrolę krótkowzroczności. *Sci. Rep.* **2023**, *13*, 3048. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Lam, C.S.; Tang, W.C.; Lee, P.H.; Zhang, H.Y.; Qi, H.; Hasegawa, K.; To, C.H. Wpływ okularów z soczewkami DIMS (Defocus Incorporated Multiple Segments) na kontrolę krótkowzroczności u chińskich dzieci: wyniki trzyletniego badania obserwacyjnego. *Br. J. Ophthalmol.* **2022**, *106*, 1110–1114. [[CrossRef](#)]
36. Lam, C.S.Y.; Tang, W.C.; Zhang, H.Y.; Lee, P.H.; Tse, D.Y.Y.; Qi, H.; Vlasak, N.; To, C.T. Długoterminowy efekt kontroli krótkowzroczności i bezpieczeństwo stosowania soczewek korekcyjnych DIMS u dzieci noszących je przez 6 lat. *Sci. Rep.* **2023**, *13*, 5475. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Li, X.; Huang, Y.; Yin, Z.; Liu, C.; Zhang, S.; Yang, A.; Drobe, B.; Chen, H.; Bao, J. Skuteczność kontroli krótkowzroczności przez soczewki okularowe z asferycznymi soczewkami typu „ ”: Wyniki trzyletniego badania obserwacyjnego. *Am. J. Ophthalmol.* **2023**, *253*, 160–168. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
38. Sankaridurg, P.; Donovan, L.; Varnas, S.; Ho, A.; Chen, X.; Martinez, A.; Fisher, S.; Lin, Z.; Smith, E.L.; Ge, J.; i in. Soczewki okularowe z technologią „ ” zaprojektowane w celu ograniczenia postępu krótkowzroczności: wyniki z 12 miesięcy. *Optom. Vis. Sci.* **2010**, *87*, 631–641. [[CrossRef](#)]
39. Kanda, H.; Oshika, T.; Hiraoka, T.; Hasebe, S.; Ohno-Matsui, K.; Ishiko, S.; Hieda, O.; Torii, H.; Varnas, S.R.; Fujikado, T. Wpływ soczewek okularowych zaprojektowanych w celu zmniejszenia względnej nadwzroczności obwodowej na postęp krótkowzroczności u japońskich dzieci: 2-letnie wieloośrodkowe randomizowane badanie kontrolowane. *Jpn. J. Ophthalmol.* **2018**, *62*, 537–543. [[CrossRef](#)]

Zastrzeżenie/Uwaga wydawcy: Oświadczenia, opinie i dane zawarte we wszystkich publikacjach są wyłącznie opiniami poszczególnych autorów i współpracowników, a nie MDPI i/lub redaktorów. MDPI i/lub redaktorzy nie ponoszą odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody osobowe lub majątkowe wynikające z pomysłów, metod, instrukcji lub produktów, o których mowa w treści.