

Algorytm postępowania w przypadku krótkowzroczności. Załącznik do artykułu zatytułowanego „Aktualizacja i wytyczne dotyczące postępowania w przypadku krótkowzroczności”. Europejskie Towarzystwo Okulistyczne we współpracy z Międzynarodowym Instytutem Krótkowzroczności

European Journal of Ophthalmology 2024, tom 34(4) 952–966
© Autorzy 2023



Wytyczne dotyczące ponownego wykorzystania artykułu:
sagepub.com/journals-permissions DOI:
10.1177/11206721231219532
journals.sagepub.com/home/ejo



Beáta Tapasztó^{1,2}, Daniel Ian Flitcroft^{3,4}, Wagih A Aclimandos⁵, Jost B Jonas⁶, Jan-Tjeerd H N De Faber⁷, Zoltán Zsolt Nagy¹, Philippe G Kestelyn⁸, Ingrida Januleviciene⁹ , Andrzej Grzybowski¹⁰, Christina Nicolaeva Vidinova^{11,12}, Jeremy A Guggenheim¹³, Jan Roelof Polling^{14,15}, James S Wolffsohn¹⁶, J Willem L Tideman^{14,17}, Peter M Allen¹⁸, Rigmor C Baraas¹⁹, Kathryn J Saunders²⁰ , Sara J McCullough²⁰, Lyle S Gray²¹, Siegfried Wahl^{22,23} , Irina Yurievna Smirnova (24) Marino Formenti (25) H e m a Radhakrishnan (26) Serge Resnikoff (27,²⁸) , János Németh (1)* i SOE Myopia Consensus Group (29)

Streszczenie

Krótkowzroczność staje się coraz bardziej powszechna wśród młodego pokolenia na całym świecie i przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości stanie się najczęstszą przyczyną ślepoty i upośledzenia wzroku w późniejszym życiu. Ponieważ krótkowzroczność może powodować poważne komplikacje i utratę wzroku, niezwykle ważne jest opracowanie i przepisywanie skutecznych metod leczenia krótkowzroczności, które mogą pomóc w zapobieganiu łub

¹ Katedra Okulistyki, Uniwersytet Semmelweis, Budapeszt, Węgry

² Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Semmelweis, Budapeszt, Węgry

³ Szpital Dziecięcy Temple Street, Dublin, Irlandia

⁴ Centrum Badań Okulistycznych Irlandii (CERI) Uniwersytet Technologiczny, Dublin, Irlandia

⁵ Szpital King's College, Londyn, Wielka Brytania

⁶ Katedra Okulistyki, Wydział Medyczny Uniwersytetu w Mannheim, Mannheim, Niemcy

⁷ Szpital Okulistyczny w Rotterdamie, Rotterdam, Holandia ⁸ Katedra Okulistyki, Uniwersytet w Gandawie, Gandawa, Belgia ⁹ Litewski Uniwersytet Nauk o Zdrowiu, Kowno, Litwa ¹⁰ Instytut Badań Okulistycznych, Fundacja Rozwoju Okulistyki, Poznań, Polska

¹¹ Katedra Okulistyki, Wojskowa Akademia Medyczna, Sofia, Bułgaria

¹² Katedra Optometrii, Uniwersytet Sofijski „St. Kliment Ohridski”, Sofia, Bułgaria

¹³ Szkoła Optometrii i Nauk o Widzeniu, Uniwersytet w Cardiff, Cardiff, Wielka Brytania

¹⁴ Katedra Okulistyki i Katedra Epidemiologii, Centrum Medyczne Erasmusa, Rotterdam, Holandia

¹⁵ Katedra Optometrii i Ortoptyki, Uniwersytet Nauk Stosowanych, Utrecht, Holandia

¹⁶ Grupa badawcza ds. optometrii i nauk o wzroku, Wydział Zdrowia i Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Aston, Birmingham, Wielka Brytania

¹⁷ Katedra Okulistyki, Szpital Martini, Groningen, Holandia

¹⁸ Centrum Badań nad Wzrokiem i Słuchem, Uniwersytet Anglia Ruskin, Cambridge, Wielka Brytania

¹⁹ Krajowe Centrum Optyki, Widzenia i Opieki Okulistycznej, Uniwersytet Południowo-Wschodniej Norwegii, Kongsberg, Norwegia

²⁰ Centrum Optometrii i Nauk o Widzeniu, Uniwersytet Ulster, Coleraine, Wielka Brytania

²¹ Uniwersytet Glasgow Caledonian, Glasgow, Wielka Brytania

²² Instytut Badań Okulistycznych, Uniwersytet w Tybindze, Tybinga, Niemcy

²³ Carl Zeiss Vision International GmbH, Tybinga, Niemcy

²⁴ Syberyjskie Centrum Zapobiegania i Leczenia Krótkowzroczności „Glazka”, Nowosybirsk, Rosja

²⁵ Wydział Fizyki, Szkoła Naukowa, Uniwersytet w Padwie, Padwa, Włochy

²⁶ Wydział Farmacji i Optometrii, Uniwersytet w Manchesterze, Manchester, Wielka Brytania

²⁷ Szkoła Optometrii i Nauk o Widzeniu, Uniwersytet Nowej Południowej Walii, Sydney, Australia

²⁸ Instytut Wzroku im. Briena Holdena, Sydney, Australia

²⁹ Europejskie Towarzystwo Okulistyczne, Rotterdam, Holandia

*Ostatni autor.

Autor korespondencyjny:

János Németh, Katedra Okulistyki, Uniwersytet Semmelweis,
P.O. Box. 2., Budapeszt, H-1428, Węgry. E-mail:
nemeth.janos@med.semmelweis-univ.hu

opóźnić wystąpienie i postęp krótkowzroczności. Wiedza naukowa na temat przyczyn krótkowzroczności, uwarunkowań genetycznych, warunków środowiskowych i różnych technik leczenia, w tym terapii zapobiegających lub opóźniających jej rozwój i spowalniających jej postęp, szybko się poszerza. Istnieją jednak pewne istotne luki informacyjne na ten temat, co utrudnia opracowanie skutecznego planu interwencji. Podobnie jak w przypadku stworzenia niniejszego algorytmu, kompromisem jest praca nad najlepszymi praktykami i osiągnięcie konsensusu wśród szerokiego grona specjalistów. Szybki wzrost ilości informacji dotyczących leczenia krótkowzroczności może być trudny dla zapracowanych okulistów, ale wymaga ciągłej oceny nowych badań i wdrażania ich w codziennej praktyce. Aby pomóc okulistom w opracowaniu tych strategii, zaproponowano algorytm obejmujący wszystkie aspekty łagodzenia i leczenia krótkowzroczności. Algorytm ma na celu zapewnienie praktycznej pomocy w wyborze i opracowaniu skutecznej strategii leczenia krótkowzroczności dostosowanej do indywidualnych potrzeb dziecka. Uwzględnia on najnowsze wyniki badań i obejmuje szeroki zakres metod, od pierwotnej, wtórnej i trzeciorzędowej profilaktyki krótkowzroczności po interwencje zmniejszające postęp krótkowzroczności.

Słowa kluczowe

Krótkowzroczność, przedkrótkowzroczność, medycyna prewencyjna, badania przesiewowe, czas spędzany na świeżym powietrzu, interwencje mające na celu kontrolę krótkowzroczności, atropina, ortokeratologia, algorytm postępowania

Data otrzymania: 29 sierpnia 2023 r.; data przyjęcia: 23 listopada 2023 r.

Wprowadzenie

Głównym celem niniejszego załącznika do algorytmu „Aktualizacja i wytyczne dotyczące leczenia krótkowzroczności. Europejskie Towarzystwo Okulistyczne we współpracy z Międzynarodowym Instytutem Krótkowzroczności”¹ jest udzielenie praktycznych porad okulistom w zakresie wyboru i opracowania skutecznej strategii leczenia krótkowzroczności u ich pacjentów. Załącznik przedstawia aktualny stan wiedzy w formie schematów blokowych i koncentruje się na zapobieganiu i opóźnianiu wystąpienia, a następnie spowalnianiu postępu krótkowzroczności: od zmiennych środowiskowych, których należy unikać, aby zapobiec wystąpieniu krótkowzroczności, poprzez badania przesiewowe i obserwację osób z przedkrótkowzrocznością w celu zapobiegania lub opóźnienia rozwoju krótkowzroczności, aż po leczenie krótkowzroczności w celu zmniejszenia jej postępu. Szybki wzrost wiedzy na temat leczenia krótkowzroczności może stanowić wyzwanie dla zapracowanych specjalistów zajmujących się ochroną wzroku, ale uzasadnia ciągłą potrzebę monitorowania nowych badań i włączania ich do codziennej praktyki.⁽²⁾

Ograniczenia

Chociaż opublikowano obszerną literaturę na temat leczenia krótkowzroczności i jest ona ogólnodostępna, nadal istnieją istotne luki w wiedzy, które mogą utrudniać stworzenie solidnego algorytmu leczenia krótkowzroczności. W niektórych obszarach trudno jest uzyskać dowody, np. coraz trudniej jest przeprowadzać randomizowane badania kontrolowane (RCT) z grupą placebo, ponieważ obecnie może to być uważane za nieetyczne^(3,4) a także dlatego, że istnieją indywidualne różnice w postępie krótkowzroczności, co samo w sobie stanowi wyzwanie dla randomizacji.⁵ Głównym celem tego podrozdziału jest wyjaśnienie ograniczeń algorytmu leczenia krótkowzroczności i wykazanie obecnych luk w wiedzy, aby zainicjować dodatkowe badania w tych obszarach.

Dlaczego nie jest możliwe przedstawienie prostych algorytmów lub wytycznych, biorąc pod uwagę obecny stan wiedzy naukowej na temat kontroli krótkowzroczności?

- W literaturze przedmiotu opisuje się obecnie wiele różnic między osobami z krótkowzrocznością, w tym między innymi wiek wystąpienia, płeć, pochodzenie etniczne, historia krótkowzroczności w rodzinie, tempo wzrostu oraz czynniki środowiskowe, w tym czas spędzany przed ekranem komputera/praca w bliskiej odległości, czas spędzany na świeżym powietrzu, tryb pracy i odpoczynku.
- Istnieje niewiele bezpośrednich porównań („randomizowane badania równoważności”) różnych dostępnych metod leczenia⁶⁻⁸. Większość badań skupiała się na porównaniu terapii farmakologicznych i optycznych z grupą kontrolną bez aktywnej terapii. Wyniki wskazały, że interwencje te mogą potencjalnie spowolnić postęp krótkowzroczności i zmniejszyć wydłużenie osiowe, ale wyniki są niespójne. Dostępne są ograniczone dowody dotyczące skutków tych interwencji po dwóch lub trzech latach i nadal istnieje niepewność co do ich długoterminowej skuteczności. Istnieje zatem potrzeba przeprowadzenia bardziej rygorystycznych i długoterminowych badań porównujących różne interwencje kontroli krótkowzroczności, stosowane samodzielnie lub w połączeniu, oraz udoskonalenia metod monitorowania i zgłaszania działań niepożądanych⁽⁹⁾.
- Nie ma dobrze zaprojektowanych porównań wewnątrzpacjentowych („powtarzane badania krzyżowe”) różnych dostępnych interwencji, więc nie jest jasne, czy niektóre interwencje są bardziej skuteczne niż inne w określonych grupach pacjentów.
- W krajach pozaazjatyckich przeprowadzono stosunkowo niewiele badań, dlatego nie jest jasne, czy skuteczność i skutki uboczne interwencji są spójne w różnych grupach etnicznych i regionach geograficznych, zwłaszcza w Europie. Jednak ostatnie badania przeprowadzone na populacjach amerykańskich i europejskich wykazały, że

leczenie farmakologiczne, takie jak 0,01% atropina, wykazuje zmniejszenie progresji długości osiowej i refrakcji sferycznej po leczeniu.^{10,11}

- Przepisy prawne różnią się w poszczególnych krajach/regionach Europy; niektóre schematy leczenia, takie jak miejscowe stosowanie kropli do oczu zawierających atropinę, mogą wymagać stosowania „poza wskazaniem”, „poza etykietą” lub „bez etykiety”. Lekarze mogą być niechętni do stosowania takich preparatów bez licencji, co jest zrozumiałe, ponieważ naraża ich to na ryzyko pozwów o błędy w sztuce lekarskiej. Ponadto krople do oczu z atropiną są zazwyczaj dostępne tylko w aptekach komponujących leki, gdzie zmienność produkcji i stabilności wpływa na dawkowanie.⁽¹²⁾

Otwarte pytania, które należy jeszcze rozstrzygnąć (w ramach badań RCT, dużych niezależnych badań w warunkach rzeczywistych lub innych projektów badawczych)

- Brakuje danych dotyczących częstości występowania uzyskanych przy użyciu cykloplegii, ponieważ badania nie wykorzystujące cykloplegii zawyżają częstotliwość występowania krótkowzroczności.

- Jakie interwencje (inne niż spędzanie większej ilości czasu na świeżym powietrzu i stosowanie niskich dawek atropiny^{13,14}) można stosować profilaktycznie, aby zapobiegać lub opóźnić wystąpienie krótkowzroczności? Czy matryce czynników ryzyka lub systemy punktacji mogą być przydatne w tym przypadku do określenia, kiedy profilaktyczne stosowanie jest najbardziej wskazane?¹⁵

- Od jakiej interwencji należy zacząć i w jakim wieku?

- - bezpośrednie porównania z wykorzystaniem – randomizowanych badań nie gorszej skuteczności, badających skuteczność różnych metod leczenia (jako terapia pierwszego rzutu).

- Jakie czynniki wpływają na decyzje dotyczące leczenia i wyniki leczenia?

- - wiek wystąpienia krótkowzroczności? tempo postępu krótkowzroczności w przeszłości? historia rodzinna? płeć? pochodzenie etniczne? widzenie obuocznego? wielkość źrenicy? warunki życia? status społeczno-ekonomiczny? itp. oraz interakcje między tymi czynnikami?

- Jaki jest optymalny wiek rozpoczęcia leczenia różnych rodzajów krótkowzroczności (przedszkole, szkoła podstawowa, szkoła średnia i młoda dorosłość)?

- Czy zmiana metody leczenia jest skuteczna, a jeśli tak, to na jaką metodę należy przestawić pacjenta?

- - powtarzane badania krzyżowe w celu poszukiwania naukowych dowodów na istnienie „osób nieodpowiadających na leczenie”

- - odpowiedni moment na zmianę interwencji?

- - bezpośrednie porównania różnych kolejności i terminów zmiany

- - jakie działania podjąć, gdy interwencja nie powstrzymuje postępu krótkowzroczności?

- Która terapia skojarzona?

- - bezpośrednie porównania różnych terapii skojarzonych z wykorzystaniem randomizowanych badań równoważności

- Potrzebne są dodatkowe dane (być może przegląd systematyczny lub metaanaliza) dotyczące częstości występowania (i ewentualnych cech charakterystycznych) pacjentów, u których różne interwencje nie przynoszą oczekiwanych rezultatów.

- Czas trwania leczenia i jego zakończenie?

- - dane porównawcze dotyczące tego, kiedy i jak zakończyć interwencję? Badania mające na celu sprawdzenie skuteczności po upływie 2–3 lat są bardzo ograniczone. Kwestia efektów plateau/efektów odbicia.

Inne ważne kwestie

- Brak scentralizowanego repozytorium danych dla wszystkich badań klinicznych lub prób klinicznych. Chociaż prowadzono dyskusje na temat utworzenia centralnego repozytorium wszystkich danych, które umożliwiłoby przeprowadzanie metaanaliz, nie utworzono jeszcze żadnego centralnego repozytorium.

- Dziedzina kontroli krótkowzroczności stale się rozwija, a nowe metody kontroli krótkowzroczności są regularnie testowane. Niniejszy artykuł obejmuje wyłącznie metody leczenia, które są obecnie regulowane i szeroko stosowane w kontroli i zapobieganiu krótkowzroczności.

Rozwiązania zastosowane w celu przezwyciężenia wyżej wymienionych ograniczeń. Głównym celem opracowania tego algorytmu było jak największe zbliżenie się do dowodów naukowych. Wyzwanie istnieje przede wszystkim w przypadku braku dostępnych dowodów. Kompromisem jest praca w oparciu o „najlepsze praktyki” lub „konsensus” wielu ekspertów w dziedzinie krótkowzroczności. Niezastosowanie się do tego prowadzi do braku wytycznych dla praktyków, co powoduje zamieszanie i słabe przyjęcie. Głównym procesem było rozesłanie projektów do ekspertów w celu uzyskania komentarzy, a w razie potrzeby zastosowano metody inspirowane panelem Delphi⁽¹⁶⁾ w celu osiągnięcia konsensusu w sposób ustrukturyzowany. Algorytm został opracowany przez członków zarządu Europejskiego Towarzystwa Okulistycznego we współpracy z zaproszonymi ekspertami i europejskimi autorami z Międzynarodowego Instytutu Krótkowzroczności. Algorytm został zatwierdzony przez zarząd SOE. W szczególności: pierwszy autor (BT) napisał pierwszy projekt algorytmu, który został kilkakrotnie zweryfikowany przez ostatniego autora (JN). Ostatni autor napisał wstępny projekt wprowadzenia do manuskryptu oraz ograniczenia projektu po burzy mózgów z udziałem czterech autorów (JBJ, JAG, LSG, SR) za pośrednictwem poczty elektronicznej. Wszyscy autorzy otrzymali wstępną wersję całego tekstu do oceny, zmian i komentarzy. Po otrzymaniu odpowiedzi od wszystkich autorów stworzono drugą wersję, która zawierała wszystkie sugestie, oraz opracowano kwestionariusz konsensusowy dotyczący ośmiu konkretnych tematów, w których opinie autorów były rozbieżne. Kwestionariusz konsensusowy i druga wersja dokumentu, zawierająca wszystkie zalecenia autorów, a także rozwiązania tekstowe dotyczące tematów konsensusowych, zostały rozesłane do wszystkich autorów. Na podstawie odpowiedzi poprawiono manuskrypt i ilustracje. Trzeci projekt został ponownie udostępniony i po wprowadzeniu dodatkowych drobnych zmian został zatwierdzony przez każdego z autorów. Następnie artykuł został przekazany zarządowi Europejskiego Towarzystwa Okulistycznego, który udostępnił go członkom zarządu i włączył do porządku obrad posiedzenia zarządu. Grupa konsensusowa SOE ds. krótkowzroczności

powstał, gdy 16 członków zarządu (oprócz sześciu pierwotnych autorów, którzy są członkami zarządu SOE: WAA, JTHNDF, ZZN, PGK, IJ i CNV) przedstawiło swoje opinie i wyraziło zgodę, a zarząd SOE zatwierdził dokument. Ostateczna wersja manuskryptu algorytmu krótkowzroczności została przesłana do wszystkich autorów w celu uzyskania ostatecznej zgody, zanim została ostatecznie przekazana do czasopisma.

Algorytm

Zapobieganie lub opóźnianie wystąpienia krótkowzroczności (środki profilaktyki pierwotnej)

1. Głównym celem jest udzielenie porad dotyczących stylu życia każdemu dziecku, u którego ocena kliniczna wskazuje na możliwość zmniejszenia ryzyka wystąpienia krótkowzroczności lub przynajmniej opóźnienia jej wystąpienia. Opóźnienie wystąpienia krótkowzroczności jest ważne, ponieważ oczekuje się, że opóźnienie wystąpienia krótkowzroczności zmniejszy ostateczny stopień krótkowzroczności, a tym samym ryzyko wystąpienia w przyszłości wysokiej i patologicznej krótkowzroczności^{1,17-19}. Najważniejsze środki profilaktyki pierwotnej wymieniono w tabeli 1.

Czas spędzany na świeżym powietrzu jest powszechnie uznawany za czynnik zapobiegający rozwojowi krótkowzroczności (dowody: poziom I).²⁰ Zaleca się spędzanie jak największej ilości czasu w naturalnym świetle dziennym (z odpowiednią ochroną skóry przed promieniowaniem ultrafioletowym), niezależnie od wieku. Czas, jasność i ekspozycja na promieniowanie UV odgrywają ważną rolę w kontrolowaniu krótkowzroczności podczas aktywności na świeżym powietrzu.²⁸⁻³⁰

Aby dzieci w wieku szkolnym miały klinicznie znaczącą ochronę przed bodźcami wywołującymi krótkowzroczność, zaleca się, aby codziennie uczestniczyły w zajęciach na świeżym powietrzu przez co najmniej 1–2 godziny.^{1,2,22,31}

Równolegle z wydłużeniem czasu spędzanego na świeżym powietrzu korzystne może być promowanie zdrowego środowiska wizualnego w celu ograniczenia czasu ciągłej pracy z bliska: czytania z niewielkiej odległości lub korzystania z ekranu z bliska (dowody poziomu II i III, tabela 1). W przypadku czytania lub innych czynności wykonywanych z niewielkiej odległości należy zwiększyć odległość do minimum 20–30 cm.²⁴⁻²⁷ W

Tabela 1. Zalecenia dotyczące pierwotnej profilaktyki lub opóźniania wystąpienia krótkowzroczności u dzieci w wieku szkolnym (poziom I oznacza najwyższy poziom dowodów (szczegóły w poziomach dowodów Elsevier)²⁰).

		Poziom ²⁰
Sytuacja życiowa	Zalecenia	dowody
Czas spędzany na świeżym powietrzu	1–2 godziny aktywności na świeżym powietrzu każdego dnia. ²¹⁻²³	Poziom I
Praca z bliska	Ogranicz czas spędzany ciągle czytanie lub inna praca wymagająca skupienia wzroku przez 30–45 minut, po czym należy zrobić przerwę. ^{24,25}	Poziom II
	Czytaj z większej odległości: ponad 20–30 cm. ²⁴⁻²⁷	Poziom III

Ponadto można rozważyć, czy poza pracą szkolną czas poświęcany na czytanie lub inne czynności wykonywane z bliska nie powinien zostać skrócony do maksymalnie 30–45 minut^{24, 25}, a następnie idealną przerwą trwającą 5–10 minut (aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia krótkowzroczności, skuteczniejsze może być robienie dłuższych przerw, np. pięciominutowych co godzinę, niż stosowanie dobrze znanej zasady 20-20-20 dotyczącej dyskomfortu oczu).^{32,33} Dane dotyczące pandemii COVID-19 wskazują, że w celu zapewnienia dzieciom środowiska mniej sprzyjającego krótkowzroczności, podczas nauki online lepiej jest korzystać z telewizorów lub projektorów niż tabletów, telefonów komórkowych lub ekranów komputerów.³⁴

Naturalne światło dzienne lub wyjątkowo jasne światło wewnętrzne (ponad 2500 luksów)^{26,35-40} są korzystne w pomieszczeniach (dowody poziomu III).^{26,35-40} Wytyczne WHO dotyczące aktywności fizycznej, siedzącego trybu życia i snu zalecają, aby dzieci poniżej drugiego roku życia unikały korzystania z ekranów z bliskiej odległości. W przypadku dzieci w wieku do pięciu lat czas spędzany przed ekranem z bliska powinien być ograniczony do jednej godziny dziennie.⁽⁴¹⁾ Zalecenia te zostały opracowane z myślą o szeroko pojętym zdrowiu dzieci, ale mogą być również pomocne w odniesieniu do krótkowzroczności. W przypadku dzieci w wieku od pięciu do dwunastu lat grupa badawcza Erasmus Myopia Research Group stwierdziła, że rozsądnym zaleceniem może być maksymalnie dwie godziny dziennie.⁽⁴²⁾

Kampanie edukacyjne dotyczące leczenia krótkowzroczności i świadomości w zakresie opieki okulistycznej są wspierane przez zestaw narzędzi MyopiaEd, opracowany przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) i Międzynarodową Unię Telekomunikacyjną (ITU). Zestaw narzędzi zawiera oparte na dowodach naukowych komunikaty przeznaczone do ukierunkowanej komunikacji cyfrowej oraz wytyczne dotyczące wdrażania.⁴³

W kilku ostatnich badaniach analizowano wpływ niskich dawek atropiny na zapobieganie lub opóźnianie wystąpienia krótkowzroczności. Atropina w stężeniu 0,025% i 0,05% skutecznie opóźniała lub zapobiegała wystąpieniu krótkowzroczności u osób z przedkrótkowzrocznością (od 0,0 D do

+1,0 D) w porównaniu z grupą kontrolną; jednakże

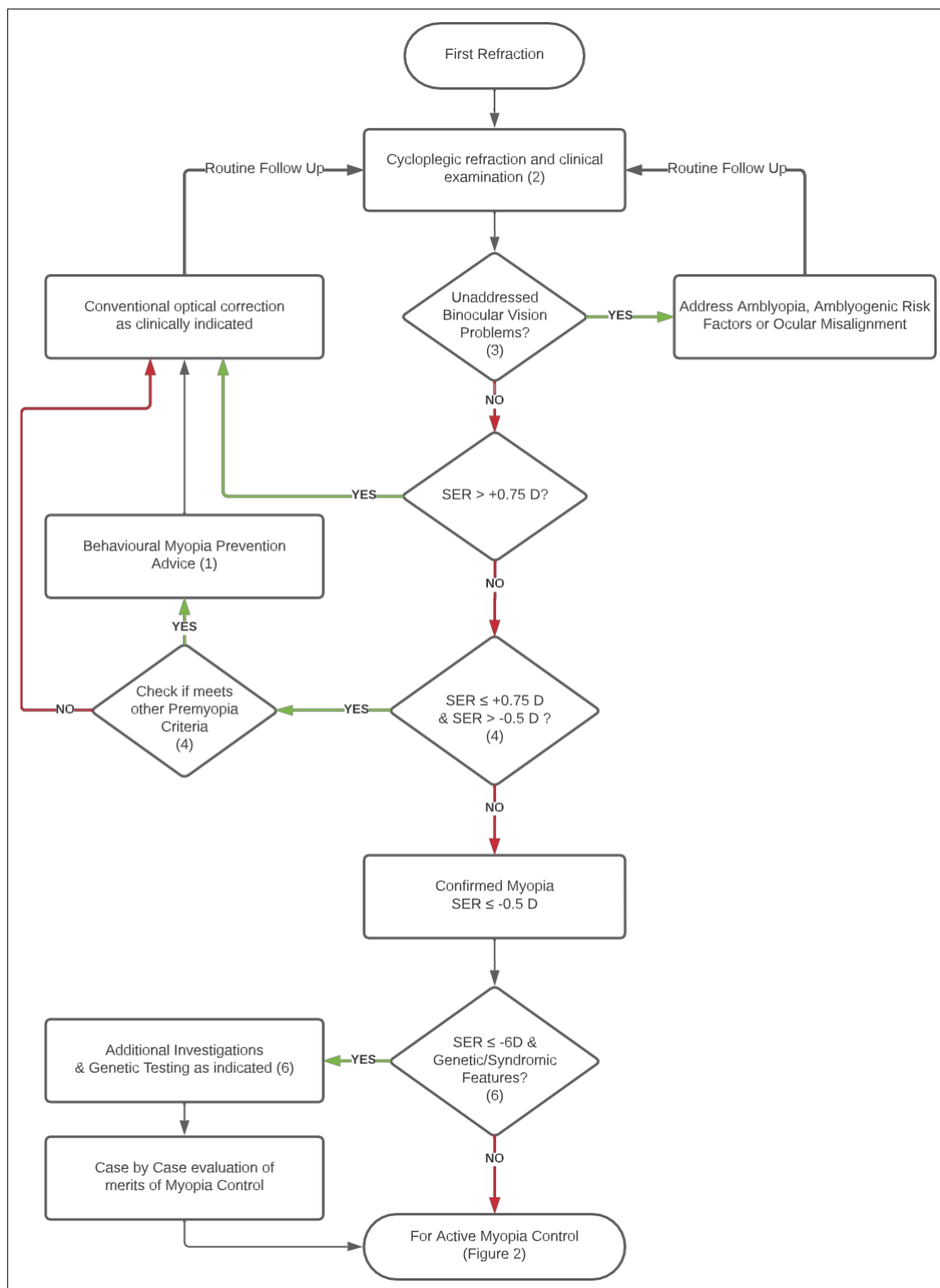
wynik wymaga potwierdzenia w dodatkowych badaniach.

Sugeruje się, aby stężenie było jak najniższe, aby zminimalizować działania niepożądane i zachęcić pacjentów do przestrzegania zaleceń^{13,14}. (Bardziej szczegółowe omówienie leczenia atropiną znajduje się w sekcji dotyczącej profilaktyki trzeciorzędowej, w punktach 10–11).

2. Pierwszym krokiem algorytmu jest refrakcja cykloplegiczna (ryc. 1). Zastosowanie cykloplegii jest zalecane w celu ustalenia diagnozy przedkrótkowzroczności lub zapobieżenia nadmiernej diagnozie krótkowzroczności, a także w celu zapewnienia solidnego i bardziej powtarzalnego pomiaru bazowego krótkowzroczności, z którym można porównać przyszłe pomiary. Można porównać przyszłe pomiary.^{44,45} Jeśli cykloplegia jest

nie przeprowadzono, okulista musi upewnić się, że oko nie jest akomodowane.^{46,47} Uwzględnienie niekorekcyjnego widzenia na odległość pomoże potwierdzić lub wykluczyć obecność krótkowzroczności w przypadku wykorzystania wyniku bez cykloplegii.

Krótkowzroczność nie występuje zbyt często (0,2–3,7%) u dzieci poniżej szóstego roku życia, nawet w Azji,^{1,48,49} co sugeruje, że badania przesiewowe w kierunku krótkowzroczności mogą być najbardziej



Rysunek 1. Schemat postępowania przy wstępnej ocenie refrakcji. Algorytm pierwotnej i wtórnej profilaktyki krótkowzroczności. Numery odnoszą się do etapów określonych w tekście. Schemat należy czytać od góry do dołu, jednak w niektórych punktach decyzyjnych niektóre odpowiedzi prowadzą w górę i ostatecznie powracają do wcześniejszego poziomu schematu, co wskazuje na konieczność powtarzania cykli monitorowania i obserwacji rozwoju krótkowzroczności oraz procedur interwencyjnych. (D: dioptria, SER: refrakcja sferyczna równoważna).

skuteczne, gdy przeprowadza się je w wieku około sześciu lat. U dzieci, u których krótkowzroczność pojawiła się w wieku poniżej 6 lat,

Należy rozważyć/zbadać formy krótkowzroczności wtórnej, takie jak zespół Sticklera⁴ a i inne schorzenia.^{1,50,51}

Badania przesiewowe osób z przedmiopią (środki profilaktyki wtórnej)

3. Badania wykazały złożony związek między pracą z bliska, akomodacją oka i rozwojem krótkowzroczności, bez wyraźnego związku przyczynowego.⁵² Badania wykazały, że konwergencja akomodacyjna do akomodacji

Wskaźnik akomodacji/konwergencji (AC/A) jest podwyższony u dzieci krótkowzrocznych i udokumentowano, że jest podwyższony przed wystąpieniem krótkowzroczności, nawet cztery lata wcześniej. Jednak nie stwierdzono, aby zwiększone opóźnienie akomodacji było czynnikiem prognostycznym wystąpienia lub postępu krótkowzroczności.⁽⁵²⁾ Ponieważ zapewnienie ostrego obrazu na siatkówce jest ważne, lekarze okulisty powinni nadal oceniać systemy akomodacji i konwergencji u wszystkich dzieci, aby zapewnić prawidłowy rozwój wzroku.⁽⁵²⁾

4. Przedkrótkowzroczność to stan refrakcji oka, w którym

Cyklooplegia ma równoważnik sferyczny między $+0,75$ D a $-0,5$ D. Dzieci w wieku 6–8 lat z przedkrótkowzrocznością mają zwiększone ryzyko rozwoju krótkowzroczności w przyszłości, szczególnie w połączeniu z innymi wymiennymi czynnikami ryzyka, takimi jak krótkowzroczność w rodzinie i pochodzenie etniczne.⁽⁴⁴⁾ Analiza czynników ryzyka krótkowzroczności musi być przeprowadzona dla każdego dziecka. Oprócz wymiennych czynników ryzyka, takich jak krótkowzroczność rodziców w rodzinie, pochodzenie etniczne, wiek i płeć żeńska, należy zbadać czynniki związane ze stylem życia, takie jak mniej czasu spędzanego na świeżym powietrzu i więcej czasu spędzanego na czynnościach wymagających widzenia z bliska (Tabela 2).^(1,19) Monitorowanie zmian długości osiowej jest cennym narzędziem do badań przesiewowych i obserwacji osób z przedkrótkowzrocznością, a także do kontroli krótkowzroczności, ponieważ konsekwencje wizualne krótkowzroczności są ściśle związane z wydłużeniem osiowym.^{53–55} Wykres wzrostu oka jest podstawą zarządzania krótkowzrocznością. Dzieci, które znajdują się w wyższych percentylach długości osiowej i te, które przekraczają percentyle, co wskazuje na wzrost większy niż naturalny, są narażone na zwiększone ryzyko krótkowzroczności, a nawet wysokiej krótkowzroczności.^{56,57}

Aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia krótkowzroczności, zaleca się regularne monitorowanie osób z przedkrótkowzrocznością za pomocą krzywej percentylowej wzrostu osiowego.^{56,57} Jeśli chodzi o obserwację, jej czas trwania może być różny dla poszczególnych osób w zależności od czynników takich jak czynniki ryzyka i długość gałki ocznej. Jednak ogólnie zaleca się 6-miesięczny okres obserwacji.

Ograniczenie postępu krótkowzroczności (środki profilaktyki trzeciorzędowej)

5. Obowiązkiem każdego okulisty jest aktywne omawianie środków kontroli krótkowzroczności z rodzicami i

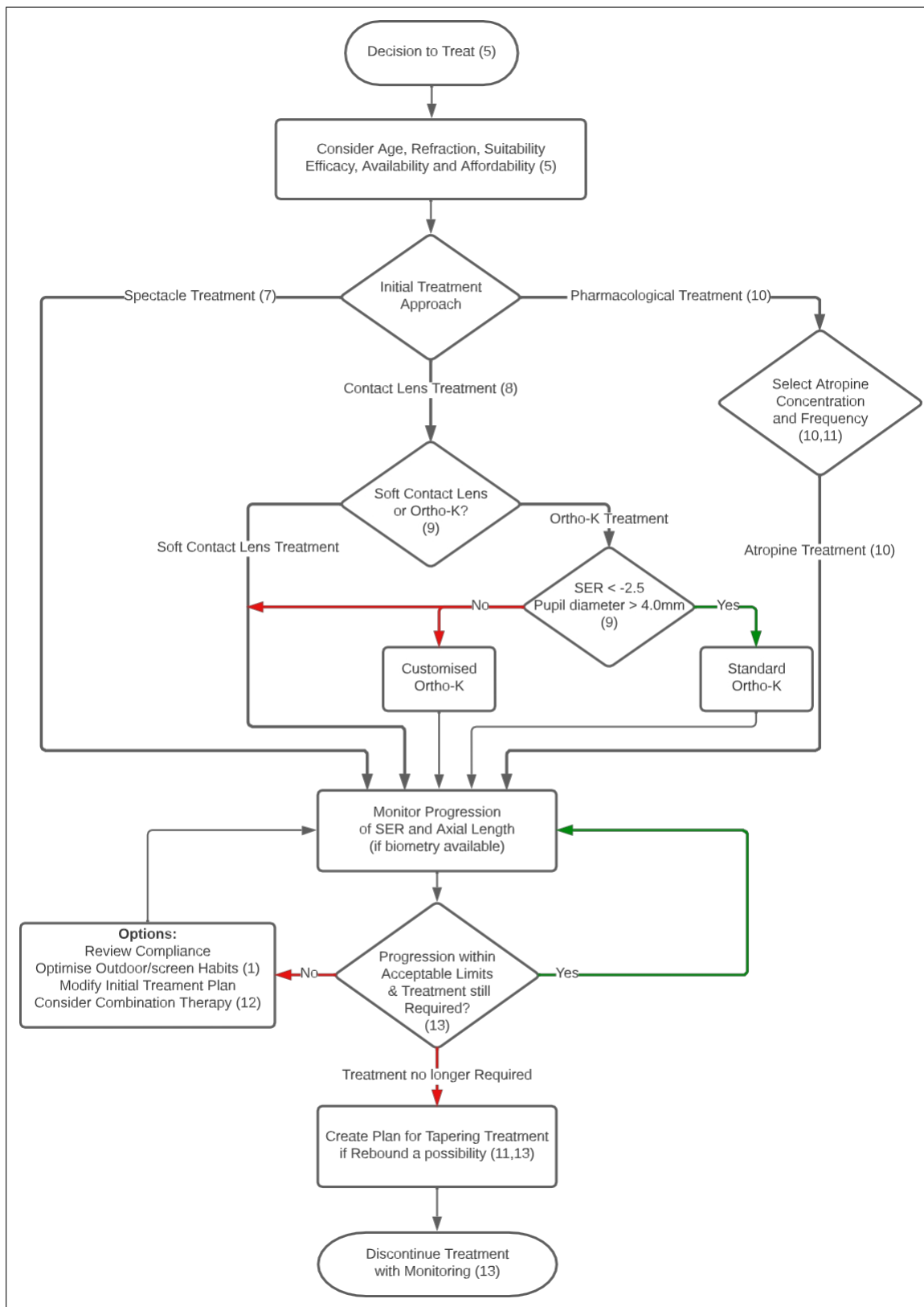
Tabela 2. Czynniki ryzyka związane z występowaniem lub postępowaniem krótkowzroczności.

Pochodzenie etniczne	Osoby pochodzące z Azji Wschodniej są bardziej narażone na krótkowzroczność i wysoką krótkowzroczność. ^{1,58–62}
Płeć	Kobiety są bardziej narażone na krótkowzroczność w wieku około 9 lat i powyżej. ^{1,19,58,59}
Wiek wystąpienia krótkowzroczności	Roczna progresja jest znacznie większa u osób z wczesnym początkiem, a najszybsza progresja występuje w wieku 6–12 lat. ^{1,58,63–70}
Krótkowzroczność rodzicielska rozwija się, jeśli jedno lub	Krótkowzroczność częściej obaj rodzice są krótkowzroczni. ^{1,19,58} Jeśli oboje rodzice mają wysoką krótkowzroczność, ryzyko szybkiego postępu choroby u dziecka jest zwiększone. ⁷¹
Czas spędzony na świeżym powietrzu	Zwiększenie czasu spędzanego na świeżym powietrzu jest skuteczne w zapobieganiu lub opóźnianiu wystąpienia (krótkowzroczności). ^{1,19,58,59,72}
Edukacja / Praca w bliskiej odległości	Więcej czasu (i dłuższy czas ciągły) spędzony na czynnościach wymagających widzenia z bliska, również w kontekście mniejszej aktywności na świeżym powietrzu, zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia krótkowzroczności. ^{1,19,58} Istnieje istotny związek między czasem spędzanym przed ekranem cyfrowym w kontekście większej ilości pracy z bliska a krótkowzrocznością. ^{1,19,72}

dzieci z krótkowzrocznością oraz zaproponowanie odpowiednich interwencji (wady refrakcji wynoszącej $-0,5$ D lub większej w stanie cykloplegii) lub skierowanie do odpowiedniego kolegi, jeśli nie czuje się komfortowo w leczeniu krótkowzroczności (ryc. 2). Chociaż ryzyko upośledzenia wzroku wzrasta do 25% w przypadku oczu o długości osiowej powyżej 26 mm i przekracza 90% przy długości osiowej powyżej 30 mm⁽⁵³⁾ należy pamiętać, że nawet niska i umiarkowana krótkowzroczność we wczesnym wieku stanowi zwiększone ryzyko.^{54,55} Niezbędne jest promowanie odpowiednich metod oceny i realnych strategii kontroli krótkowzroczności (środowiskowych, optycznych, farmakologicznych). Oprócz optymalizacji wpływów środowiskowych (tabele 1 i 2), dwie podstawowe interwencje, dla których obecnie istnieje najwięcej dowodów potwierdzających skuteczność, to interwencje optyczne i farmakologiczne.

Przy podejmowaniu decyzji o wyborze opcji należy wziąć pod uwagę kilka kryteriów. Należą do nich dostępność opcji w kraju pacjenta, praktyczność opcji biorąc pod uwagę styl życia lub sytuację finansową pacjenta, znajomość procedury przez lekarza okulistę oraz dostępność odpowiedniego sprzętu. Jeśli jedna metoda interwencji zawodzi, można wypróbować inną lub połączyć kilka metod.^{1,2,73,74}

Należy zauważyć, że obecnie, chociaż interwencje te okazały się skuteczne u wielu dzieci, nie wszystkie dzieci reagują na nie w ten sam sposób, a niektóre dzieci nie reagują i nadal postępują w tym samym tempie. Okuliści nie powinni składać zbytnich obietnic i więcej



Rysunek 2. Schemat leczenia. Algorytm zmniejszania postępu krótkowzroczności. (Ortho-K: ortokorekcja, SER: refrakcja sferyczna równoważna).

potrzebne są dalsze badania w celu opracowania bardziej ukierunkowanych i spersonalizowanych metod leczenia krótkowzroczności.

6. Po zdiagnozowaniu wysokiej krótkowzroczności u dzieci w wieku przedszkolnym ważne jest ustalenie, czy występują jakieś powiązane schorzenia, które wymagają priorytetowego traktowania. Kluczowe znaczenie ma kompleksowa historia kliniczna i ocena biometryczna. Konieczne mogą być dalsze specjalistyczne badania i wielodyscyplinarne oceny, wymagające skierowania do placówki opieki trzeciego stopnia po wstępnej diagnozie w ramach podstawowej opieki zdrowotnej. Chociaż w przypadku krótkowzroczności dziecięcej można stosować interwencje niskiego ryzyka, istnieją ograniczone dowody skuteczności w przypadku wysokiej krótkowzroczności i postaci syndromicznych. Podczas interwencji terapeutycznych zaleca się ściśle monitorowanie refrakcji i długości osiowej. Przeprowadzanie randomizowanych badań klinicznych dotyczących interwencji w przypadku krótkowzroczności syndromicznej i monogenicznej jest niepraktyczne ze względu na heterogenność genetyczną. Zgromadzenie danych dotyczących wyników z różnych ośrodków klinicznych w rejestrach chorób jest realną opcją dla opartego na dowodach naukowych leczenia krótkowzroczności w tym złożonym podtypie.⁽¹⁸⁾

7. Nie należy niedokorygować pacjentów z krótkowzrocznością ^{1,72,75} (dowody o niskim stopniu pewności, Cochrane-2023)⁹ ani nadmiernie korygować⁷⁶. Okulary blokujące światło niebieskie nie mają żadnego wpływu⁽⁷⁷⁾, a okulary dwuogniskowe lub progresywne mają niewielki wpływ na kontrolę krótkowzroczności^(72,78).

W przypadku korekcji okularowej najnowsze soczewki okularowe do kontroli krótkowzroczności mogą być dobrym punktem wyjścia u młodszych pacjentów, ponieważ wykazały się skutecznością (z zastrzeżeniami wymienionymi powyżej) i są najmniej inwazyjną opcją.^{79–82}

8. W niektórych sytuacjach okulary nie są dobrym rozwiązaniem. Dziecko może odmówić ich noszenia z różnych powodów, w tym z powodu uprawiania sportów, podczas których noszenie okularów nie jest możliwe. Badania wykazały, że stosowanie soczewek kontaktowych może poprawić samoocenę i zaangażowanie dzieci i nastolatków w różne działania, co skutkuje większą satysfakcją z korekcji wad refrakcji.⁴⁶

Rozważając leczenie krótkowzroczności za pomocą soczewek kontaktowych, oparte na dowodach naukowych opcje to wieloogniskowe miękkie soczewki kontaktowe (dowody o umiarkowanej pewności, Cochrane-2023),⁹ soczewki kontaktowe z dodatnią aberracją sferyczną oraz soczewki ortokorekcyjne na noc (dowody o umiarkowanej pewności, Cochrane-2023).⁹ Noszenie jednoogniskowych sztywnych soczewek kontaktowych przepuszczających gaz lub miękkich soczewek kontaktowych ma niewielki lub żaden wpływ na postęp krótkowzroczności i wydłużenie osiowe.^{72,78}

W przypadku *większej krótkowzroczności* (– 6,0 D lub więcej) ortokeratologię można stosować wraz z nadmierną korekcją optyczną w ciągu dnia.⁸³ Należy jednak pamiętać, że w takiej sytuacji dostępne są inne opcje, takie jak

stosowanie okularów przeciw krótkowzroczności lub miękkich soczewek kontaktowych przeciw krótkowzroczności na dzień.^{2,73}

W przypadku *astygmatyzmu* można stosować okulary przeciw krótkowzroczności, standardowe lub dostosowane do indywidualnych potrzeb soczewki kontaktowe ortokorekcyjne⁽⁷³⁾. Alternatywnie astygmatyzm można korygować za pomocą soczewek okularowych w połączeniu z soczewkami kontaktowymi przeciw krótkowzroczności lub miękkimi soczewkami kontaktowymi wieloogniskowymi, ponieważ nieskorygowany astygmatyzm refrakcyjny może wpływać na wydłużenie osiowe⁽⁸⁴⁾.

Najpoważniejszym powikłaniem związanym z *noszeniem soczewek kontaktowych* jest bakteryjne zapalenie rogówki, którego ryzyko w ciągu całego życia jest niskie w przypadku dzieci używających jednodniowych miękkich soczewek kontaktowych (1:431). Ryzyko jest wyższe w przypadku ortokorekcji (1:67).⁸⁵ Jednak oba te rodzaje ryzyka są nadal niższe niż ryzyko wystąpienia powikłań prowadzących do utraty wzroku związanych z wysoką krótkowzrocznością (powyżej – 6,0 D lub AL >26 mm), które wynosi 1:10, i podobne do ryzyka wystąpienia powikłań prowadzących do utraty wzroku związanych z mniejszą krótkowzrocznością (poniżej – 3,0 D lub AL <26 mm), które wynosi od 1:10 do 1:100.⁸⁵

9. W przypadku tradycyjnych soczewek ortokorekcyjnych liczba dioptrii zmniejszonych na powierzchni rogówki jest zgodna z liczbą dioptrii skorygowanych w środkowej części obrzeża.⁸⁶ Równowaga ta odgrywa kluczową rolę w przeciwdziałaniu przesunięciu krótkowzroczności w obwodowej części siatkówki^{87–89} oraz aberracjom, w szczególności aberracjom sferycznym i komie pionowej.^{83,90,91}

Rozmiar źrenicy ma znaczenie. W przypadku źrenic o średnicy 4,0 mm lub mniejszej, miękkie soczewki przeciw krótkowzroczności do noszenia w ciągu dnia przewyższają soczewki ortokorekcyjne do noszenia w nocy^(92–97). Wynikato z faktu, że średnica tylnej strefy optycznej soczewki ortokorekcyjnej (BOZD), która odpowiada za ostrość widzenia na odległość, wynosi zazwyczaj 6,0 mm. Spowolnienie postępu krótkowzroczności przez miękkie soczewki kontaktowe jest lepsze w przypadku wąskich źrenic, gdzie strefa terapeutyczna mieści się w zakresie 5,0 mm⁽⁹⁸⁾. BOZD soczewki ortokorekcyjnej wynosząca 6,0 mm odpowiada strefie terapeutycznej na rogówce o średnicy 3,1–3,5 mm^(96, 99). Skuteczność kontroli krótkowzroczności wzrasta wraz z większą różnicą mocy powierzchniowej^{93,100,101}, a także wraz z mniejszą średnicą strefy leczenia^{92,94–96,102} (bez negatywnego wpływu na ostrość widzenia) lub większym rozmiarem źrenicy^{92,93,95,97}. Indywidualnie dopasowane soczewki ortokorekcyjne mogą wzmocnić efekt przesunięcia krótkowzroczności i oferują mniejsze strefy optyczne dla wąskich źrenic, zwiększając ich skuteczność w spowalnianiu postępu. Jednak niektórzy autorzy twierdzą, że średnica strefy optycznej ma minimalny wpływ na refrakcję obwodową⁽¹⁰³⁾ a wielkość źrenicy nie ma znaczącego wpływu na postęp krótkowzroczności⁽¹⁰⁴⁾. Oprócz ich długotrwałego działania należy wziąć pod uwagę inne czynniki wpływ na tempo rozwoju krótkowzroczności.¹⁰⁵

10. Atropina jest jednym z filarów kontroli krótkowzroczności (dowody o umiarkowanej pewności, Cochrane-2023).⁹ W ciągu ostatnich dwóch dekad dobrze zaprojektowane badania kliniczne dostarczyły przekonujących dowodów na jej działanie hamujące wzrost,^{106–108} ale jak dotąd w wielu krajach jej stosowanie często wykracza poza

(Dalsze ograniczenia stosowania atropiny omówiono we wstępie).¹² Atropina hamuje postęp krótkowzroczności w sposób zależny od dawki, ale ma również zależne od dawki efekty odbicia i zależne od dawki działania niepożądane.^{1,73,109}

Chociaż w badaniu LAMP (Low-concentration Atropine for Myopia Progression) efekt odbicia był klinicznie niewielki przy wszystkich trzech stężeniach (0,01%, 0,025%, 0,05%), zaprzestanie leczenia w starszym wieku i przy niższych stężeniach wiązało się z mniejszym efektem odbicia.^{108,109} Przy niskim stężeniu 0,01% atropina wykazała sprzeczne działanie na wydłużenie osiowe. Chociaż niektóre badania wykazały niewystarczające działanie (statystycznie nie różniące się od grupy placebo) (^{107,110,111}), kilka ostatnich badań wskazuje na zauważalne zmniejszenie wzrostu długości osiowej (^{10,11,112,113}). Częstotliwość stosowania lub dawkę można zwiększyć, gdy niższe dawki okazują się nieskuteczne (¹⁰⁷).

W przypadku dzieci, u których istnieje ryzyko rozwoju wysokiej krótkowzroczności w wieku dorosłym, niektórzy autorzy zalecają rozpoczęcie leczenia od dawki 0,5% atropiny.¹¹⁴ Aby złagodzić potencjalne działania niepożądane związane z tym stężeniem, zaleca się również stosowanie okularów fotochromowych i soczewek progresywnych.⁴²

Młodsze dzieci wymagają wyższego stężenia atropiny (0,05%), aby uzyskać podobne spowolnienie postępu krótkowzroczności w porównaniu ze starszymi dziećmi, ponieważ młodszy wiek wiąże się ze słabszą reakcją na leczenie niskimi stężeniami atropiny.¹⁰⁸ Według najnowszej metaanalizy sieciowej trzy stężenia, które były najskuteczniejsze w kontrolowaniu krótkowzroczności, to 1%, 0,5% i 0,05%. Wpływ na wielkość źrenicy i amplitudę akomodacji był zależny od dawki, a stężenie 0,05% uznano za najskuteczniejsze w kontrolowaniu krótkowzroczności, mierzone względny ryzykiem całkowitego postępu krótkowzroczności.⁽¹¹⁵⁾

11. Po 12. roku życia dzieci wykazują mniejsze odbicie po zaprzestaniu stosowania atropiny. Sugeruje to, że w przypadku dzieci poniżej 12. roku życia należy poświęcić więcej uwagi przed zaprzestaniem stosowania atropiny niż w przypadku dzieci powyżej 12. roku życia.^{116,117}

Nie ustalono jeszcze opartych na dowodach wytycznych dotyczących zmniejszania dawek. Nagłe odstawienie większej dawki atropiny może prowadzić do przyspieszenia postępu wady refrakcji krótkowzroczności¹⁰⁶, chociaż według niektórych publikacji w przypadku mniejszych dawek nie znajduje to potwierdzenia w przyspieszonym wzroście długości osiowej.¹⁰⁷ Niemniej jednak, w przypadku dzieci leczonych wyższymi dawkami atropiny, zaleca się stopniowe zmniejszanie dawki do niskiego poziomu, aby zminimalizować ryzyko wystąpienia efektu odbicia.¹¹⁴ Ścisłe monitorowanie długości osiowej byłoby przydatne w celu obserwacji potencjalnego odbicia podczas zmniejszania dawki.

12. W terapii skojarzonej zabiegi optyczne są łączone z atropiną (dowody o umiarkowanej pewności, Cochrane-2020).¹¹⁸ Stwierdzono, że leczenie skojarzone znacznie bardziej spowalnia postęp krótkowzroczności niż każde z tych leczęń stosowane osobno.^{1,73,119}

Badania wykazały, że połączenie niskiej dawki atropiny z ortokeratologią daje lepszy efekt kontroli krótkowzroczności w porównaniu z samą terapią ortokeratologiczną.^{120–122} Artykuły opisują ten łączny efekt na różne sposoby. Potencjalnym mechanizmem łącznego działania leczenia atropiną i soczewek ortokeratologicznych jest zwiększone oświetlenie siatkówki wynikające z większej średnicy źrenicy, co może wpływać na przesunięcie krótkowzroczności w obwodowej części siatkówki i wzmacniać działanie soczewek ortokeratologicznych. Ponadto niewielki, ale znaczący wzrost średnicy źrenicy prowadzi do wyższego poziomu aberracji wyższego rzędu, a podwyższone aberracje mogą dostarczać sygnał wizualny, który spowalnia wzrost oka, lub zwiększona grubość naczyńki może opóźniać efektywne wydłużanie się oka.⁽¹²³⁾

Istnieją badania sugerujące, że technologia Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) w połączeniu z 0,01% atropiną jest skuteczniejsza niż same soczewki DIMS.

^{6,124} Jednak dodanie 0,01% atropiny do miękkich soczewek wieloogniskowych z dodatnią mocą 2,50 D w technologii+ nie przyniosło lepszej kontroli krótkowzroczności niż same soczewki.¹²⁵

13. Krótkowzroczność najczęściej postępuje najszybciej w okresie przed nastoletnim (6–12 lat).^{63,64} Do 15 roku życia postępuje w 52% przypadków, a do 18 roku życia może wystąpić w 23% przypadków. W wieku 21–24 lat krótkowzroczność zazwyczaj stabilizuje się, z wyjątkiem osób z wysoką krótkowzrocznością (^{64,126,127}). Krótkowzroczność może również wystąpić w wieku od 20 do 30 lat, co jest złożonym procesem obejmującym połączenie czynników genetycznych i środowiskowych (^{17,128}).^{17,128} Stabilizacja następuje, gdy progresja długości osiowej jest równa lub mniejsza niż 0,06 mm rocznie.^{128,129} Należy jednak pamiętać, że wydłużenie osiowe zależy od wieku.^{57,130}

Wykazano, że zaprzestanie stosowania soczewek ortokorekcyjnych przed 14 rokiem życia powoduje przyspieszenie wydłużania się osi. Oznacza to, że nie należy zaprzestać stosowania soczewek ortokorekcyjnych przed 14 rokiem życia lub nawet później.¹³¹ Po zaprzestaniu terapii atropiną konieczne jest monitorowanie długości osi przez dodatkowe 6 do 12 miesięcy lub dłużej, aby upewnić się, że nie wystąpi efekt odbicia.¹¹⁷ Wykazano, że efekty terapii atropiną w małych dawkach (0,05%, 0,1%) utrzymują się do 4,5 roku, a efekt odbicia może być również mniej nasilony w starszym wieku po długotrwałym stosowaniu.¹³²

Nowatorskie metody leczenia krótkowzroczności

Obecne badania wykazały, że powtarzana terapia światłem czerwonym o niskiej intensywności (LLRL) może skutecznie spowolnić postęp krótkowzroczności^{133–139}. Terapia wykorzystuje stacjonarne urządzenia diodowe emitujące światło o długiej fali (635–650 nm). Okres obserwacji w obecnych badaniach wynosi do 2 lat.¹³⁶ Odnotowane efekty leczenia były znaczące i przewyższały pod względem wielkości efekty obserwowane w przypadku innych interwencji farmakologicznych i optycznych. Ponadto leczenie LLRL spowodowało pogrubienie naczyniówki.^{136,138} Niemniej jednak dokładny mechanizm odpowiedzialny za skrócenie długości osiowej pozostaje niejasny i nie można go przypisać wyłącznie zmianom grubości naczyniówki. Przerwanie terapii LLRL wykazało jedynie umiarkowane efekty odbicia.^(136,139) Do tej pory monitorowanie zdarzeń niepożądanych opierało się głównie na kwestionariuszach,⁽¹³⁶⁾ pomiarach najlepszej skorygowanej ostrości wzroku oraz ograniczonym wykorzystaniu obrazowania optycznej tomografii koherencyjnej (OCT).^{133,138} Terapia ta wymaga dalszych badań w celu lepszego zrozumienia jej skuteczności, mechanizmów leżących u jej podstaw oraz potencjalnych długo- i krótkoterminowych zdarzeń niepożądanych. Te ostatnie są szczególnie ważne, ponieważ ostatni opis przypadku przedstawia przykład możliwego uszkodzenia siatkówki związanego z tym rodzajem terapii.¹⁴⁰

Wnioski

Rola okulistów jest wielowymiarowa, jeśli chodzi o zapewnienie najlepszej dostępnej terapii, która odpowiada konkretnym wymaganiom dzieci z krótkowzrocznością i przedkrótkowzrocznością. Proponowany algorytm odzwierciedla rzeczywiste doświadczenia, które pokazują, że nie ma jednej metody, która sprawdza się w przypadku wszystkich, a leczenie krótkowzroczności powinno być dostosowane do indywidualnych potrzeb dziecka. Wykorzystanie wykresów krzywej wzrostu długości osiowej oraz analiza czynników ryzyka rodzinnych i środowiskowych mogą pomóc w podjęciu świadomych decyzji dotyczących leczenia krótkowzroczności i doradztwa w zakresie stylu życia dzieci z przedkrótkowzrocznością, aby opóźnić wystąpienie krótkowzroczności. Ważne jest regularne monitorowanie pacjentów w celu ustalenia, czy stosowane leczenie jest skuteczne. Jeśli jedna strategia nie jest wystarczająco skuteczna, można rozważyć zmianę lub połączenie z inną interwencją. Biorąc pod uwagę te czynniki, możemy zapewnić najbardziej skuteczne i spersonalizowane podejście do leczenia osób z krótkowzrocznością. Obszar leczenia krótkowzroczności jest przedmiotem intensywnych badań i zainteresowania klinicznego, a nowe dowody, terapie i opcje leczenia pojawiają się w szybkim tempie. Lekarze okuliści mają obowiązek być na bieżąco, reagować na dynamicznie zmieniającą się bazę dowodów naukowych i zapewniać, że ich praktyka nadal zapewnia pacjentom optymalną opiekę.

Grupa konsensusowa SOE ds. krótkowzroczności

Angelina Meireles (Sociedade Portuguesa de Oftalmologia, Lizbona), Emina Kujundžić (Portugalia),

Begović (Towarzystwo Okulistyczne Bośni i Hercegowiny, Sarajewo, Bośnia i Hercegowina), Zaza D Khotenashvili (Gruzińskie Towarzystwo Okulistyczne, Tbilisi, Gruzja), Camelia Margareta Bogdanici (Rumuńskie Towarzystwo Okulistyczne, Jassy, Rumunia), Steffen Heegaard (Duńskie Towarzystwo Okulistyczne, Glostrup, Dania), Mikheil Omiadze (Gruzińskie Towarzystwo Okulistyczne, Tbilisi, Gruzja), Alexander Stanley Thrane (Norweskie Towarzystwo Okulistyczne, Oslo, Norwegia), Iwona Grabska-Liberek (Polskie Towarzystwo Okulistyczne, Warszawa, Polska), Catherine Creuzot-Garcher (Francuskie Towarzystwo Okulistyczne, Dijon, Francja), Hakan Kaymak (Niemieckie Towarzystwo Okulistyczne, Homburg, Niemcy), Reda Zemaitiene (Litewskie Towarzystwo Okulistyczne, Kowno, Litwa), Anat Loewenstein (Izraelskie Towarzystwo Okulistyczne, Tel Awiw, Izrael), Gunnar Mar Zoega (Islandzkie Towarzystwo Okulistyczne, Reykjavík, Islandia), Benedict Vella Briffa (Maltańskie Stowarzyszenie Okulistów, Msida, Malta), Eugeniu Bendelic (Stowarzyszenie Okulistów Republiki Mołdawii, Kiszyniów, Republika Mołdawii), Ilir Arapi (Albańskie Towarzystwo Okulistyczne, Tirana, Albania).

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować Międzynarodowemu Instytutowi Krótkowzroczności za wsparcie finansowe w zakresie otwartego dostępu.

Oświadczenie o konflikcie interesów

Autorzy zadeklarowali następujące potencjalne konflikty interesów w odniesieniu do badań, autorstwa i/lub publikacji niniejszego artykułu: JBJ ujawnia europejski patent EP 3 271 392, JP 2021-119187 oraz US 2021 0340237 A1: „Środki stosowane w terapeutycznym lub profilaktycznym leczeniu krótkowzroczności lub dalekowzroczności”; AG ujawnia dotacje od Alcon, Bausch&Lomb, Zeiss, Teleon, J&J, CooperVision, Hoya, Essilor, Thea, Polpharma, Viatri, konsultacje: Polpharma, Eyerising, wykłady: Thea, Polpharma, Viatri, członek rad doradczych: Nevakar, GoCheckKids i Thea; JAG ujawnia członkostwo w radach redakcyjnych: IOVS, TVST, OPO, panel grantowy: Fight for Sight UK, konsultant dla kilku firm, jednak wynagrodzenie za konsultacje jest wypłacane bezpośrednio przez firmę na rzecz wybranej przez nią organizacji charytatywnej zajmującej się badaniami nad wzrokiem; RCB ujawnia członkostwo w radach redakcyjnych: Investigative Ophthalmology and Visual Science (IOVS), Current Eye Research, Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science (SJOVS). JRP ujawnia konsultanta: Essilor, Hoya, Sightglass, Vyluma, finansowanie rządowe przez ZonMw; JSW ujawnia informacje o pełnieniu funkcji konsultanta: Alcon, Allergan, AOS, Bausch & Lomb, CooperVision, CSIDryEye, DopaVision, M2C Pharmaceuticals, Medmont, Novartis, NuVision, Santen, Scope Ophthalmics, SightGlass, Théa, udziały w AstonVision Sciences, Eyoto, Wolffsohn Research Limited oraz finansowanie przez Alcon, Allergan, Johnson & Johnson Vision, Rayner, M2C Pharmaceuticals, Novartis, NuVision, Scope Ophthalmics, SightGlass, Théa, Topcon, The Eye Doctor; SW jest pracownikiem Carl Zeiss Vision International GmbH; SR ujawnia konsultanta: BHVI (C), Thea (C); DIF ujawnia wsparcie w badaniach klinicznych.

od CooperVision, Topcon i Vyluma Inc., konsultant: Coopervision, Thea, Vyluma, EssilorLuxottica, Sightglass, Johnson and Johnson oraz interesy handlowe w Ocumetra Ltd. KJS otrzymuje fundusze na badania od Hoya Vision i Vyluma Inc; SJM otrzymuje fundusze na badania od Hoya Vision; HK jest konsultantem Hoya i Haag-Streit. Pozostali autorzy oświadczyli, że nie ma potencjalnego konfliktu interesów w odniesieniu do autorstwa i/lub publikacji niniejszego artykułu.

Finansowanie

Autorzy nie otrzymali żadnego wsparcia finansowego na badania, autorstwo i/lub publikację niniejszego artykułu. Autorzy ujawnili otrzymanie następującego wsparcia finansowego na publikację niniejszego artykułu w Internecie: Oplata za otwarty dostęp do niniejszej publikacji została pokryta przez Międzynarodowy Instytut Krótkowzroczności (IMI).

Identyfikatory ORCID

Ingrida Januleviciene <https://orcid.org/0000-0002-2660-7922> Kathryn J Saunders <https://orcid.org/0000-0002-9289-5731> Siegfried Wahl <https://orcid.org/0000-0003-3437-6711> Serge Resnikoff <https://orcid.org/0000-0002-5866-4446> János Németh <https://orcid.org/0000-0001-8575-4888>

Referencje

- Németh J, Tapasztó B, Aclimandos WA, et al. Aktualizacja i wytyczne dotyczące leczenia krótkowzroczności. Europejskie Towarzystwo Okulistyczne we współpracy z Międzynarodowym Instytutem Krótkowzroczności. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31: 853–883.
- Jonas JB, Ang M, Cho P, et al. Zapobieganie krótkowzroczności i jej postępowi przez IMI. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62: 6.
- Bullimore MA, Brennan NA i Flitcroft DI. Przyszłość badań klinicznych nad kontrolą krótkowzroczności. *Ophthalmic Physiol Opt* 2023; 43: 525–533.
- Jones L, Drobe B, González-Méijome JM i in. IMI — wytyczne branżowe i kwestie etyczne dotyczące kontroli krótkowzroczności. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M161–M183.
- Wu PC, Chuang MN, Choi J, et al. Aktualizacja informacji na temat krótkowzroczności i strategii leczenia z zastosowaniem atropiny w kontroli krótkowzroczności. *Eye (Lond)* 2019; 33: 3–13.
- Nucci P, Lembo A, Schiavetti I, et al. Porównanie kontroli krótkowzroczności u europejskich dzieci i młodzieży przy użyciu okularów z wieloma segmentami defokusowymi (DIMS), atropiny i kombinacji DIMS/atropiny. *PLoS One* 2023; 18: e0281816.
- Huang J, Wen D, Wang Q, et al. Porównanie skuteczności 16 interwencji w kontroli krótkowzroczności u dzieci: metaanaliza sieciowa. *Ophthalmology* 2016; 123: 697–708.
- Wolffsohn JS, Whayeb Y, Logan NS, et al. IMI — globalne trendy w podejściu do kontroli krótkowzroczności i strategiach stosowanych w praktyce klinicznej — aktualizacja z 2022 r. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64: 6.
- Lawrenson JG, Shah R, Huntjens B, et al. Interwencje w zakresie kontroli krótkowzroczności u dzieci: aktualny przegląd systematyczny i metaanaliza sieciowa. *Cochrane Database Syst Rev* 2023; 2(2): CD014758.
- Zadnik K, Schulman E, Flitcroft I, et al. Skuteczność i bezpieczeństwo stosowania 0,01% i 0,02% atropiny w leczeniu przez 3 lata: randomizowane badanie kliniczne. *JAMA Ophthalmol* 2023; 141(10)..
- Moriche-Carretero M, Revilla-Amores R, Gutiérrez-Blanco A, et al. Pięcioletnie wyniki skuteczności atropiny 0,01% w kontroli krótkowzroczności w populacji europejskiej. *Br J Ophthalmol* 2023; bjo-2022-322808.
- Richdale K, Tomiyama ES, Novack GD, et al. Mieszanka atropiny o niskim stężeniu do kontroli krótkowzroczności. *Eye Contact Lens* 2022; 48: 489–492.
- Yam JC, Zhang XJ, Zhang Y, et al. Wpływ kropli do oczu o niskim stężeniu atropiny w porównaniu z placebo na występowanie krótkowzroczności u dzieci: randomizowane badanie kliniczne LAMP2. *JAMA* 2023; 329: 472–481.
- Fang PC, Chung MY, Yu HJ, et al. Zapobieganie wystąpieniu krótkowzroczności u dzieci z przedwczesną krótkowzrocznością za pomocą 0,025% atropiny. *J Ocul Pharmacol Ther* 2010; 26: 341–345.
- Fulton JM, Leung Tsz W, McCullough S, et al. Wskaźnik ryzyka PreMO (przewidywanie wystąpienia i postępu krótkowzroczności) wiarygodnie przewiduje przyszłą krótkowzroczność u dzieci z Azji Wschodniej i Wielkiej Brytanii. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64: 4957.
- Rand Corporation. Metoda Delphi, <https://www.rand.org/topics/delphi-method.html> (dostęp 1 sierpnia 2021 r.).
- Bullimore MA, Lee SSY, Schmid KL, et al. IMI — początek i postęp krótkowzroczności u młodych dorosłych. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64: 2.
- Flitcroft I, Ainsworth J, Chia A, et al. IMI — postępowanie i badanie wysokiej krótkowzroczności u niemowląt i małych dzieci. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64: 3.
- Morgan IG, Wu P-C, Ostrin LA, et al. Czynniki ryzyka IMI dla krótkowzroczności. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62: 3.
- <https://scientific-publishing.webshop.elsevier.com/research-process/levels-of-evidence-in-research/>
- Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Czas spędzany na aktywnościach na świeżym powietrzu w kontekście zapobiegania i kontroli krótkowzroczności: metaanaliza i przegląd systematyczny. *Acta Ophthalmol* 2017; 95: 551–566.
- He X, Sankaridurg P, Wang J, et al. Czas spędzany na świeżym powietrzu a zmniejszenie krótkowzroczności: randomizowane badanie klastrowe przeprowadzone w szkołach z obiektywnym monitorowaniem czasu spędzanego na świeżym powietrzu i natężenia światła. *Ophthalmology* 2022; 129: 1245–1254.
- Cao K, Wan Y, Yusufu M, et al. Znaczenie czasu spędzanego na świeżym powietrzu dla zapobiegania krótkowzroczności: przegląd systematyczny i metaanaliza oparta na randomizowanych badaniach kontrolowanych. *Ophthalmic Res* 2020; 63: 97–105.
- Ip JM, Saw SM i Rose KA. Rola pracy z bliska w krótkowzroczności: wyniki badań przeprowadzonych na próbie australijskich dzieci w wieku szkolnym. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008; 49: 2903–2910.
- Li SM, Li SY, Kang MT i in. Parametry związane z pracą w bliskiej odległości a krótkowzroczność u chińskich dzieci: badanie Anyang Childhood Eye Study. *PLoS One* 2015; 10: e0134514.
- Wen L, Cao Y, Cheng Q, et al. Obiektywnie zmierzona praca w bliskiej odległości, przebywanie na świeżym powietrzu i krótkowzroczność u dzieci. *Br J Ophthalmol* 2020; 104: 1542–1547.
- Guo L, Yang J, Mai J, et al. Częstość występowania i czynniki związane z krótkowzrocznością wśród uczniów szkół podstawowych i gimnazjalnych: badanie przeprowadzone w szkołach w Kantonie. *Eye* 2016; 30: 796–804.
- Williams KM, Bentham GC, Young IS i in. Związek między krótkowzrocznością, ekspozycją na promieniowanie ultrafioletowe typu B, stężeniem witaminy D w surowicy oraz polimorfizmami genetycznymi w

- szlakach metabolicznych witaminy D w wielonarodowym badaniu europejskim. *JAMA Ophthalmol* 2017; 135: 47–53.
29. Hua WJ, Jin JX, Wu XY i in. Podwyższony poziom oświetlenia w szkołach ma działanie ochronne przed krótkowzrocznością. *Ophthalmic Physiol Opt* 2015; 35: 252–262.
 30. Torii H, Ohnuma K, Kurihara T, et al. Przenikanie światła fioletowego jest związane z postępem krótkowzroczności u dorosłych z wysoką krótkowzrocznością. *Sci Rep* 2017; 7: 14523.
 31. Németh J, Acimandos WA, Tapaszto B, et al. Wpływ pandemii podkreśla pilną potrzebę opracowania wytycznych dotyczących krótkowzroczności: rola klinicystów. *Eur J Ophthalmol* 2022; 33: 11206721221143008.
 32. Pucker AD i Gawne TJ. Walka z krótkowzrocznością poprzez przerwy w pracy z bliska: 20 sekund co 20 minut może nie wystarczyć. *Optom Vis Sci* 2023; 100: 31–32.
 33. Kozeis N. Wpływ korzystania z komputera na wzrok dzieci. *Hippokratia* 2009; 13: 230–231.
 34. Ma M, Xiong S, Zhao S, et al. Kwarantanna domowa związana z COVID-19 przyspieszyła postęp krótkowzroczności u dzieci w wieku od 7 do 12 lat w Chinach. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62: 37.
 35. Flitcroft DI, Harb EN i Wildsoet CF. Zawartość częstotliwości przestrzennej w środowiskach miejskich i wewnętrznych jako potencjalny czynnik ryzyka rozwoju krótkowzroczności. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61: 42.
 36. Wu PC, Chen CT, Lin KK i in. Zapobieganie krótkowzroczności a natężenie światła na zewnątrz w randomizowanym badaniu klastrowym przeprowadzonym w szkołach. *Ophthalmology* 2018; 125: 1239–1250.
 37. Pan CW, Wu RK, Liu H, et al. Rodzaje lamp do odrabiania zadań domowych a krótkowzroczność wśród chińskich dzieci w wieku szkolnym. *Ophthalmic Epidemiol* 2018; 25: 250–256.
 38. Behar-Cohen F, Martinsons C, Viénot F, et al. Diody elektroluminescencyjne (LED) do oświetlenia domowego: czy stanowią zagrożenie dla oczu? *Prog Retin Eye Res* 2011; 30: 239–257.
 39. Zhou Z, Chen T, Wang M, et al. Badanie pilotażowe dotyczące nowatorskiej klasy zaprojektowanej w celu zapobiegania krótkowzroczności poprzez zwiększenie ekspozycji dzieci na światło zewnętrzne. *PLoS One* 2017; 12: e0181772.
 40. Baeza Moyano D i González-Lezcano RA. Pandemia krótkowzroczności u dzieci. Czy nowe oświetlenie LED do wnętrza może być częścią rozwiązania? *Energies* 2021; 14: 3827.
 41. WHO. Wytyczne dotyczące aktywności fizycznej, siedzącego trybu życia i snu. Światowa Organizacja Zdrowia, Genua, Szwajcaria 2019, str. 36.
 42. Klaver C i Polling JR oraz Erasmus Myopia Research Group. Leczenie krótkowzroczności w Holandii. *Ophthalmic Physiol Opt* 2020; 40: 230–240.
 43. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240042377>.
 44. Flitcroft DI, He M, Jonas JB i in. IMI – definiowanie i klasyfikacja krótkowzroczności: proponowany zestaw standardów dla badań klinicznych i epidemiologicznych. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M20–M30.
 45. Doherty SE, Doyle LA, McCullough SJ, et al. Porównanie wyników retinoskopii z użyciem 1% cyklopentolanu i bez niego u dzieci w wieku szkolnym. *Ophthalmic Physiol Opt* 2019; 39: 272–281.
 46. Sankaridurg P, Berntsen DA, Bullimore MA, et al. IMI 2023 Digest. *Invest Ophthalmol Vis. Sci* 2023; 64: 7.
 47. Wilson S, Ctori I, Shah R, et al. Systematyczny przegląd i metaanaliza zgodności refrakcji bez cykloplegii i refrakcji cykloplegicznej u dzieci. *Ophthalmic Physiol Opt* 2022; 42: 1276–1288.
 48. He M, Chen Y i Hu Y. Zapobieganie wystąpieniu krótkowzroczności. W: Ang M i Wong TY (red.) *Aktualności dotyczące krótkowzroczności. Perspektywa kliniczna*. Wydanie pierwsze. Singapur: Springer, 2020, str. 171–186.
 49. Guo X, Fu M, Ming X i in. Znaczące wydłużenie osiowe przy minimalnej zmianie refrakcji u chińskich przedszkolaków w wieku od 3 do 6 lat: badanie Shenzhen Kindergarten Eye Study. *Ophthalmology* 2017; 124: 1826–1838.
 50. Tedja MS, Haarman AEG, Meester-Smoor MA i in. Raport genetyczny IMI dotyczący krótkowzroczności. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: 89–105.
 51. Li J i Zhang Q. Wgląd w genetykę molekularną krótkowzroczności. *Mol Vis* 2017; 23: 1048–1080.
 52. Logan NS, Radhakrishnan H, Cruickshank FE i in. IMI akomodacja i widzenie obuocznego w rozwoju i postępie krótkowzroczności. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62: 4.
 53. Tideman JW, Snabel MCC, Tedja MS i in. Związek długości osiowej z ryzykiem nieuleczalnego upośledzenia wzroku u Europejczyków z krótkowzrocznością. *JAMA Ophthalmol* 2016; 134: 1355–1363.
 54. Bullimore MA i Brennan NA. Kontrola krótkowzroczności: dlaczego każda dioptria ma znaczenie. *Optom Vis Sci* 2019; 96: 463–465.
 55. Haarman AEG, Enthoven CA, Tideman JW i in. Powikłania krótkowzroczności: przegląd i metaanaliza. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61: 49.
 56. Tideman JW, Polling JR, Vingerling JR i in. Wzrost długości osiowej i ryzyko rozwoju krótkowzroczności u europejskich dzieci. *Acta Ophthalmol* 2018; 96: 301–309.
 57. McCullough S, Adamson G, Breslin KMM i in. Wzrost osiowy i zmiany refrakcji u białych dzieci i młodych dorosłych w Europie: czynniki prognostyczne krótkowzroczności. *Sci Rep* 2020; 10: 15189.
 58. Wolffsohn JS, Flitcroft DI, Gifford KL, et al. Przegląd i wprowadzenie do raportów dotyczących kontroli krótkowzroczności IMI. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M1–M17.
 59. Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK i in. Globalne różnice i trendy czasowe w częstości występowania krótkowzroczności u dzieci, przegląd systematyczny i metaanaliza ilościowa: implikacje dla etiologii i wczesnej profilaktyki. *Br J Ophthalmol* 2016; 100: 882–890.
 60. Tideman JW, Polling JR, Hofman A, et al. Czynniki środowiskowe wyjaśniają społeczno-ekonomiczne różnice w częstości występowania krótkowzroczności u dzieci w wieku 6 lat. *Br J Ophthalmol* 2017; 102: 243–247.
 61. Morgan IG i Rose KA. Czy debata na temat wpływu czynników genetycznych i środowiskowych w końcu zakończona? *Clin Exp Optom* 2019; 102: 3–17.
 62. Morgan I i Rose K. Jak bardzo „krótkowzroczność szkolna” jest uwarunkowana genetycznie? *Prog Retin Eye Res* 2005; 24: 1–38.
 63. McCullough SJ, O'Donoghue L i Saunders KJ. Sześciolatnia zmiana refrakcji u białych dzieci i młodych dorosłych: dowody na znaczny wzrost krótkowzroczności wśród białych dzieci w Wielkiej Brytanii. *PLoS One* 2016; 11: e0146332.
 64. Breslin KM, O'Donoghue L i Saunders KJ. Prospektywne badanie sferycznej wady refrakcji i składników oka wśród uczniów szkół w Irlandii Północnej (badanie NICER). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54: 4843–4850.
 65. Pärssinen O, Soh ZD, Tan CS i in. Porównanie postępu krótkowzroczności u dzieci fińskich i singapurskich. *Acta Ophthalmol* 2021; 99: 171–180.

66. Chua SY, Sabanayagam C, Cheung YB, et al. Wiek wystąpienia krótkowzroczności pozwala przewidzieć ryzyko wysokiej krótkowzroczności w późniejszym dzieciństwie u krótkowzrocznych dzieci z Singapuru. *Ophthalmic Physiol Opt* 2016; 36: 388–394.
67. Bullimore MA, Reuter KS, Jones LA, et al. Badanie progresji krótkowzroczności u dorosłych (SPAN): projekt i charakterystyka wyjściowa. *Optom Vis Sci* 2006; 83: 594–604.
68. Thorn F, Gwiazda J i Held R. Postęp krótkowzroczności jest określany przez podwójną wykładniczą funkcję wzrostu. *Optom Vis Sci* 2005; 82: 286–297.
69. Chen Y, Zhang J, Morgan IG i in. Identyfikacja dzieci zagrożonych wysoką krótkowzrocznością przy użyciu krzywych centylowych refrakcji populacji. *PLoS One* 2016; 11: e0167642.
70. Polling JR, Klaver C i Tideman JW. Postęp krótkowzroczności od momentu założenia pierwszych okularów do wieku dorosłego: badanie DREAM. *Br J Ophthalmol* 2022; 106: 820–824.
71. Lim DH, Han J, Chung TY i in. Komitet ds. badań epidemiologicznych Koreańskiego Towarzystwa Okulistycznego. Wysoka częstość występowania krótkowzroczności u koreańskich dzieci pod wpływem wad refrakcji rodziców: koreańskie badanie zdrowia i odżywiania z lat 2008–2012. *PLoS One* 2018; 13: e0207690.
72. <https://www.wspos.org/swdcore/uploads/WSPOS-Myopia-Consensus-Statement-2023-1.pdf>.
73. Michaud L, Marcotte-Collard R, Simard P, et al. Diagnoza i plan leczenia. W: *Zarządzanie krótkowzrocznością – jedno dziecko na raz*. Wydanie pierwsze. Dougmar Publishing Group Inc. Ontario, Kanada, 2022, str. 133–186.
74. Cooper J, Aller T, Smith EL 3rd i in. Retrospektywna analiza algorytmu klinicznego dotyczącego postępowania w przypadku postępującej krótkowzroczności u dzieci. *Optom Vis Sci* 2023; 100: 117–124.
75. Logan NS i Wolffsohn RS. Rola braku korekcji, niedokładnej korekcji i nadmiernej korekcji krótkowzroczności jako strategii spowolnienia postępu krótkowzroczności. *Clin Exp Optom* 2020; 103: 133–137.
76. Chen AM, Erzurum SA, Chandler DL i in. Terapia soczewkami nadmiernie ujemnymi u dzieci w wieku od 3 do 10 lat z przerywaną egzotropią: randomizowane badanie kliniczne. *JAMA Ophthalmol* 2021; 139: 464–476.
77. Zhao HL, Jiang J, Yu J, et al. Rola soczewek filtrujących fale o krótkiej długości w opóźnianiu postępu krótkowzroczności i łagodzeniu astenopii u młodzieży. *Int J Ophthalmol* 2017; 10: 1261–1267.
78. Wildsoet CF, Chia A, Cho P, et al. IMI – interwencje mające na celu kontrolowanie wystąpienia i postępu krótkowzroczności. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M106–M131.
79. Lam CSY, Tang WC, Lee PH, et al. Skuteczność kontroli krótkowzroczności soczewek okularowych z wbudowanym defokusem wielosegmentowym (DIMS) u chińskich dzieci: wyniki trzyletniego badania obserwacyjnego. *Br J Ophthalmol* 2022; 106: 1110–1114.
80. Lam CSY, Tang WC, Zhang HY, et al. Kontrola krótkowzroczności u dzieci noszących soczewki okularowe DIMS: wyniki z 6 lat. *Invest Ophthalmol Visual Sci* 2022; 63: 4247.
81. Bao J, Huang Y i Li X. Soczewki okularowe z asferycznymi soczewkami do kontroli krótkowzroczności w porównaniu z soczewkami okularowymi jednoogniskowymi: randomizowane badanie kliniczne. *JAMA Ophthalmol* 2022; 140: 472–478.
82. Rapon J, Chung C, Young G i in. Kontrola krótkowzroczności za pomocą soczewek okularowych z optyką dyfuzyjną: 12-miesięczne wyniki randomizowanego, kontrolowanego badania skuteczności i bezpieczeństwa (CYPRESS). *Br J Ophthalmol* 2023; 107(11): 1709–
83. Vincent SJ, Cho P, Chan KY, et al. CLEAR—ortokeratologia. *Cont Lens Anterior Eye* 2021; 44: 240–269.
84. Gwiazda J, Grice K, Held R, et al. Astygmatyzm a rozwój krótkowzroczności u dzieci. *Vision Res* 2000; 40: 1019–1026.
85. Gifford KL. Porównanie ryzyka krótkowzroczności w dzieciństwie i w ciągu całego życia przy stosowaniu soczewek kontaktowych. *Contact Lens Ant Eye* 2020; 43: 26–32.
86. Wan K, Lau JK, Cheung SW, et al. Ortokeratologia ze zwiększonym współczynnikiem kompresji (OKIC): projekt badania i wstępne wyniki. *BMJ Open Ophthalmol* 2020; 5: e000345.
87. Walline JJ, Jones LA i Sinnott LT. Zmiana kształtu rogówki a postęp krótkowzroczności. *Br J Ophthalmol* 2009; 93: 1181–1185.
88. Kang P i Swarbrick H. Czasowy przebieg wpływu ortokorekcji na refrakcję obwodową i topografię rogówki. *Ophthalmic Physiol Opt* 2013; 33: 277–282.
89. Queiros A, Amorim-De-Sousa A, Lopes-Ferreira D, et al. Względna refrakcja obwodowa w 4 meridianach po ortokorekcji i zabiegu LASIK. *Eye Vis (Lond)* 2018; 5: 12.
90. Lau JK, Vincent SJ, Cheung SW, et al. Aberracje wyższego rzędu i wydłużenie osiowe u dzieci z krótkowzrocznością leczonych ortokeratologią. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61: 22.
91. Lau JK, Vincent SJ, Cheung SW, et al. Wpływ współczynnika kompresji ortokorekcji na aberracje wyższego rzędu w oku. *Clin Exp Optom* 2020; 103: 123–128.
92. Lin W, Li N, Gu T, et al. Wielkość strefy leczenia i jej decentracja wpływają na wydłużenie osiowe u dzieci leczonych ortokorekcją. *BMC Ophthalmol* 2021; 21: 362.
93. Yang X, Li Z i Zeng J. Przegląd potencjalnych czynników wpływających na postęp krótkowzroczności u dzieci stosujących ortokeratologię. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2016; 5: 429–433.
94. Pauné J, Fonts S, Rodríguez L, et al. Rola średnicy tylnej strefy optycznej w kontroli krótkowzroczności za pomocą soczewek ortokorekcyjnych. *J Clin Med* 2021; 10: 336.
95. Zhang Z, Zhou J, Zeng L, et al. Wpływ rozkładu mocy rogówki na wydłużenie osiowe u dzieci stosujących trzy różne projekty soczewek ortokorekcyjnych. *Cont Lens Anterior Eye* 2023; 46: 101749.
96. Guo B, Cheung SW, Kojima R, et al. Wyniki rocznego badania zmienności strefy leczenia soczewkami ortokorekcyjnymi (VOLTZ): prospektywne randomizowane badanie kliniczne. *Ophthalmic Physiol Opt* 2021; 41: 702–714.
97. Faria-Ribeiro M, Navarro R i González-Méjome JM. Wpływ wielkości źrenicy na refrakcję falową podczas ortokeratologii. *Optom Vis Sci* 2016; 93: 1399–1408.
98. Sha J, Tilia D, Diec J, et al. Wydajność wizualna miękkich soczewek kontaktowych kontrolujących krótkowzroczność u osób z krótkowzrocznością bez przebiopii. *Clin Optom (Auckl)* 2018; 10: 75–86.
99. Gruhl J, Widmer F, Nagl A, et al. Czynniki wpływające na wielkość strefy leczenia w ortokeratologii. *Cont Lens Anterior Eye* 2023; 46: 101848.
100. Hu Y, Wen C, Li Z, et al. Zmiana mocy rogówki w ujęciu powierzchniowym jest ważnym czynnikiem determinującym wydłużenie osiowe u

- dzieci z krótkowzrocznością leczonych ortokeratologią nocną. *Br J Ophthalmol* 2019; 103: 1571–1575.
101. Zhong Y, Chen Z, Xue F, et al. Zmiana mocy rogówki centralnej i obwodowej w ortokeratologii krótkowzrocznej i jej związek z 2-letnią zmianą długości osiowej. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56: 4514–4519.
 102. Li N, Lin W, Zhang K, et al. Wpływ średnicy tylnej strefy optycznej na względny rozkład mocy refrakcyjnej rogówki i aberracje wyższego rzędu rogówki w ortokorekcji. *Cont Lens Anterior Eye* 2023; 46: 101755.
 103. Gifford P, Tran M, Priestley C, et al. Zmniejszenie średnicy strefy leczenia w ortokorekcji i jej wpływ na refrakcję obwodową oka. *Contact Lens Anterior Eye* 2020; 43: 54–59.
 104. Downie LE i Lowe R. Zmiana kształtu rogówki wpływa na stabilność recepty na okulary dla krótkowidzów (CRIMPS): analiza wpływu ortokorekcji na stabilność refrakcji u dzieci z krótkowzrocznością. *Eye Contact Lens* 2013; 39: 303–310.
 105. Bullimore MA i Johnson LA. Ortokeratologia nocna. *Contact Lens Anterior Eye* 2020; 43: 322–332.
 106. Chia A, Lu QS i Tan D. Pięcioletnie badanie kliniczne dotyczące stosowania atropiny w leczeniu krótkowzroczności 2: kontrola krótkowzroczności za pomocą kropli do oczu zawierających 0,01% atropiny. *Ophthalmology* 2016; 123: 391–399.
 107. Yam JC, Jiang Y, Tang SM i in. Badanie dotyczące stosowania atropiny w niskim stężeniu w leczeniu postępującej krótkowzroczności (LAMP): randomizowane, podwójnie ślepe, kontrolowane placebo badanie dotyczące stosowania kropli do oczu zawierających 0,05%, 0,025% i 0,01% atropiny w kontroli krótkowzroczności. *Ophthalmology* 2019; 126: 113–124.
 108. Li FF, Zhang Y i Zhang X. Wpływ wieku na reakcję na leczenie 0,05%, 0,025% i 0,01% atropiną: badanie dotyczące stosowania atropiny w niskim stężeniu w leczeniu postępującej krótkowzroczności. *Ophthalmology* 2021; 128: 1180–1187.
 109. Jong M, Jonas JB, Wolffsohn JS i in. IMI 2021 Yearly digest. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62: 7.
 110. Hvid-Hansen A, Jacobsen N, Møller F, et al. Kontrola krótkowzroczności za pomocą niskich dawek atropiny u europejskich dzieci: wyniki sześciomiesięcznego randomizowanego, podwójnie ślepego, kontrolowanego placebo, wielośrodkowego badania. *J Pers Med* 2023; 13: 325.
 111. Repka MX, Weise KK, Chandler DL, et al. Niskodawkowe krople do oczu zawierające 0,01% atropiny w porównaniu z placebo w kontroli krótkowzroczności: randomizowane badanie kliniczne. *JAMA Ophthalmol* 2023; 141: 756–765.
 112. Flitcroft I, Kobia-Acquah E, Lingham G, et al. Badanie wyników stosowania atropiny u dzieci z krótkowzrocznością (MOSAIC): dwuletnie wyniki codziennego stosowania 0,01% atropiny w populacji europejskiej. *Invest Ophthalmol Visual Sci* 2023; 64: 1963.
 113. Simonaviciute D, Grzybowski A, Lanca C, et al. Skuteczność i tolerancja kropli do oczu z atropiną w kontroli krótkowzroczności w regionach pozaazjatyckich. *J Clin Med* 2023; 12: 2314.
 114. Polling JR, Tan E, Driessen S, et al. Trzyletnie badanie kontrolne leczenia atropiną postępującej krótkowzroczności u Europejczyków. *Eye (Lond)* 2020; 34: 2020–2028.
 115. Ha A, Kim SJ, Shim SR, et al. Skuteczność i bezpieczeństwo stosowania 8 stężeń atropiny w kontroli krótkowzroczności u dzieci: metaanaliza sieciowa. *Ophthalmology* 2022; 129: 322–333.
 116. Chia A, Chua WH, Wen L, et al. Atropina w leczeniu krótkowzroczności u dzieci: zmiany po zaprzestaniu stosowania atropiny 0,01%, 0,1% i 0,5%. *Am J Ophthalmol* 2014; 157: 451–457.e1.
 117. Chia A i Tay SA. Postępowanie kliniczne i kontrola krótkowzroczności u dzieci. W: Ang M i Wong TY (red.) *Aktualności dotyczące krótkowzroczności. Perspektywa kliniczna*. Wydanie pierwsze. Singapur: Springer, 2020, str. 187–200.
 118. Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS i in. Interwencje mające na celu spowolnienie postępu krótkowzroczności u dzieci. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; 1: CD004916.
 119. Zhang G, Jiang J i Qu C. Zapobieganie i kontrola krótkowzroczności u dzieci: przegląd systematyczny i metaanaliza sieciowa. *Eye (Lond)* 2023; 37: 3461–3469. DOI: 10.1038/s41433-023-02534-8. Epub przed drukiem. PMID: 37106147.
 120. Sánchez-González JM, De-Hita-Cantalejo C, Baustita-Llamas MJ i in. Łączne działanie niskich dawek atropiny i ortokorekcji w kontroli krótkowzroczności u dzieci: przegląd aktualnego stanu leczenia krótkowzroczności. *J Clin Med* 2020; 9: 2371.
 121. Gao C, Wan S, Zhang Y, et al. Skuteczność atropiny w połączeniu z ortokorekcją w spowalnianiu wydłużania osiowego u dzieci z krótkowzrocznością: metaanaliza. *Eye Contact Lens* 2021; 47: 98–103.
 122. Xu S, Li Z, Zhao W, et al. Wpływ atropiny, ortokorekcji i terapii skojarzonej na kontrolę krótkowzroczności: 2-letnie randomizowane badanie kliniczne z podziałem na grupy. *Br J Ophthalmol* 2023; 107(12): 1812–1827. [bjophthalmol-2022-321272](https://doi.org/10.1093/bjophthalmol/2022-321272).
 123. Tsai HR, Wang JH, Huang HK, et al. Skuteczność atropiny, ortokorekcji i połączenia atropiny z ortokorekcją w leczeniu krótkowzroczności u dzieci: przegląd systematyczny i metaanaliza sieciowa. *J Formos Med Assoc* 2022; 121: 2490–2500.
 124. Huang Z, Chen XF, He T, et al. Korekta autora: synergiczne działanie wielosegmentowych soczewek z defokusem i atropiny w spowalnianiu postępu krótkowzroczności. *Sci Rep* 2023; 13: 9650.
 125. Jones JH, Mutti DO, Jones-Jordan LA i in. Wpływ połączenia 0,01% atropiny z miękkimi wieloogniskowymi soczewkami kontaktowymi na postęp krótkowzroczności u dzieci. *Optom Vis Sci* 2022; 99: 434–442.
 126. Grupa COMET. Stabilizacja krótkowzroczności i czynniki z nią związane wśród uczestników badania oceniającego korekcję krótkowzroczności (COMET). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54: 7871–7884.
 127. Lee JTL, Guo X, Li Z, et al. Postęp i podłużne zmiany biometryczne w oczach z wysoką krótkowzrocznością. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61: 34.
 128. Hou W, Norton TT, Hyman L, et al. Wydłużenie osiowe u dzieci z krótkowzrocznością i jego związek z postępowaniem krótkowzroczności w badaniu oceniającym korekcję krótkowzroczności. *Eye Contact Lens* 2018; 44: 248–259.
 129. Hagen LA, Gilson SJ, Akram MN, et al. Emmetropia jest utrzymywana pomimo ciągłego wzrostu oka w wieku od 16 do 18 lat. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: 4178–4186.
 130. Saunders KJ i McCullough SJ. Dane normatywne dotyczące wzrostu oczu emmetropicznych i krótkowzrocznych w dzieciństwie. *Ophthalmic Physiol Opt* 2021; 41: 1382–1383.
 131. Cho P i Cheung SW. Zaprzestanie stosowania ortokorekcji w przypadku wydłużenia gałki ocznej (DOEE). *Cont Lens Anterior Eye* 2017; 40: 82–87.
 132. Wu PC, Yang YH i Fang PC. Długoterminowe wyniki stosowania kropli do oczu o niskim stężeniu atropiny w celu kontrolowania postępu krótkowzroczności u dzieci w wieku szkolnym. *J Ocul Pharmacol Ther* 2011; 27: 461–466.

133. Jiang Y, Zhu Z, Tan X, et al. Skuteczność powtarzanej terapii światłem czerwonym o niskiej intensywności w kontroli krótkowzroczności u dzieci: wieloośrodkowe randomizowane badanie kontrolowane. *Okulistyka* 2022; 129: 509–519.
134. Tian L, Cao K i Ma DL. Badanie skuteczności i bezpieczeństwa stosowania światła czerwonego o niskim natężeniu 650 nm w kontroli krótkowzroczności u dzieci: randomizowane badanie kontrolowane. *Ophthalmol Ther* 2022; 11: 2259–2270.
135. Zhou L, Xing C, Qiang W i in. Światło czerwone o niskiej intensywności i długiej fali spowalnia postęp krótkowzroczności u dzieci: kohorta z Chin Wschodnich. *Ophthalmic Physiol Opt* 2022; 42: 335–344.
136. Xiong R, Zhu Z, Jiang Y, et al. Trwały i odbity efekt powtarzanej terapii światłem czerwonym o niskim natężeniu na kontrolę krótkowzroczności: 2-letnie badanie kontrolne po zakończeniu badania. *Clin Exp Ophthalmol* 2022; 50: 1013–1024.
137. Dong J, Zhu Z i Xu H. Efekt kontroli krótkowzroczności powtarzanej terapii światłem czerwonym o niskim natężeniu u chińskich dzieci. *Ophthalmology* 2023; 130: 198–204.
138. Xiong R, Zhu Z i Jiang Y. Zmiany podłużne i wartość predykcyjna grubości naczyniówki w kontroli krótkowzroczności po wielokrotnej terapii światłem czerwonym o niskim natężeniu. *Okulistyka* 2023; 130: 286–296.
139. Chen H, Wang W, Liao Y i in. Terapię światłem czerwonym o niskiej intensywności w spowalnianiu postępu krótkowzroczności i efektu odbicia po jej zaprzestaniu u chińskich dzieci: randomizowane badanie kontrolowane. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2023; 261: 575–584.
140. Liu H, Yang Y, Guo J, et al. Uszkodzenie siatkówki po wielokrotnej ekspozycji na laserowe światło czerwone o niskim natężeniu. *JAMA Ophthalmol* 2023; 141: 693–695.