



Praca wzrokowa z bliska oraz niska aktywność ruchowa jako główne czynniki ryzyka krótkowzroczności

Near visual work and low physical activity as the main risk factors for myopia

Ewelina Piwowarczyk^{1,A-D}, Marek Wojczyk^{2,B,D-F}✉

¹ Wydział Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej, Polska

² Szkoła Doktorska, Śląski Uniwersytet Medyczny, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Piwowarczyk E, Wojczyk M. Praca wzrokowa z bliska oraz niska aktywność ruchowa jako główne czynniki ryzyka krótkowzroczności. Med Srodow. 2022; 25(3–4): 77–81. doi: 10.26444/ms/160100

Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Krótkowzroczność jest jedną z najczęściej występujących wad refrakcji układu optycznego oka. Najintensywniejszy rozwój krótkowzroczności występuje u dzieci, a zależny jest od czynników genetycznych i środowiskowych. Postęp technologiczny i zmiana stylu życia na mniej aktywny ruchowo w ostatnich latach sprawiają, iż ciągle wzrasta liczba osób, u których wykrywa się krótkowzroczność. Do pogłębiania się krótkowzroczności przyczyniają się w dużym stopniu czynniki środowiskowe, takie jak: zbyt intensywna praca z bliska, zbyt mała aktywność ruchowa, nieodpowiednia dieta, styl życia oraz nieodpowiednia korekcja wady wzroku. Celem pracy jest przedstawienie i omówienie głównych czynników środowiskowych, które mają wpływ na rozwój oraz progresję krótkowzroczności.

Opis stanu wiedzy. Wysilek wzrokowy z bliskiej odległości stanowi najważniejszy modyfikowalny czynnik ryzyka rozwoju krótkowzroczności. Szczególne znaczenie ma intensywność i charakter pracy z bliska. Zwiększenie częstości używania urządzeń mobilnych w ostatnich latach ma duży wpływ na pojawienie się krótkowzroczności u dzieci. Innym czynnikiem ryzyka jest mała aktywność ruchowa na zewnątrz. Dostateczne oświetlenie oraz ograniczenie pracy akomodacyjnej oka w czasie aktywności ruchowej na wolnym powietrzu działa profilaktycznie w kontekście rozwoju krótkowzroczności.

Podsumowanie. Częsta konieczność pracy z bliska powinna być połączona z higieną pracy wzrokowej, tak by zminimalizować ryzyko powstania lub progresji krótkowzroczności.

Słowa kluczowe

krótkowzroczność, środowiskowe czynniki ryzyka, zaburzenia refrakcji

Abstract

Introduction and Objective. Myopia is one of the most common refractive errors of the optical system of the eye. The most intensive development of myopia occurs in children, which depends on genetic and environmental factors. Due to technological progress and a change in lifestyle to one which is less active, as has been observed in recent years, an ever-increasing number of people are diagnosed with myopia. The deepening of myopia is largely due to environmental factors, such as: too intense near work, insufficient physical activity, inadequate diet, lifestyle and inadequate correction of vision defects. The aim of the study is to present and discuss the main environmental factors impacting on the development and progression of myopia.

Brief description of the state of knowledge. Visual effort at close range is the most important modifiable risk factor for developing myopia. The intensity and nature of near work is of particular importance. An increase in the frequency of using mobile devices in recent years is especially important for the emergence of myopia in children. Another risk factor is low outdoor physical activity. Sufficient lighting and limiting the accommodative work of the eye during physical activity in the open air exerts a prophylactic effect in the context of the development of myopia.

Summary. Frequent necessity for near work should be combined with the hygiene of visual work in order to minimize the risk of development or progression of myopia.

Key words

myopia, refractive errors, environmental risk factors

WSTĘP I CEL PRACY

Krótkowzroczność (miopia) jest zaburzeniem refrakcji, na które cierpi coraz większa część populacji. Miopia (z gr. *muōpia*) to stan, w którym wiązki promieni równoległych

przy przejściu przez układ optyczny oka skupiają się przed siatkówką, a nie na niej, jak to jest fizjologicznie w oku miarowym. Osoby krótkowzroczne widzą więc oddalone od siebie przedmioty nieostro [1]. Krótkowzroczność to jednak nie tylko nieostre widzenie przedmiotów w dali. Towarzyszyć jej może również mrużenie oczu, bóle głowy, częste mruganie, łzawienie oczu czy pochylanie lub podnoszenie głowy w poszukiwaniu odpowiedniej ostrości. Osoby obarczone

✉ Adres do korespondencji: Marek Wojczyk, Szkoła Doktorska, Śląski Uniwersytet Medyczny, ul. Poniałowskiego 15, 40-055 Katowice, Polska
email: marek.wo46@gmail.com

tą wadą mają ponadto problemy z pogorszonym widzeniem o zmierzchu i w nocy, co szczególnie odczuwają w warunkach słabego oświetlenia [2].

Obecnie rośnie globalnie liczba osób borykających się z krótkowzrocznością. Niniejsza praca ma zatem na celu przedstawienie i omówienie najczęstszych czynników środowiskowych, które mają wpływ na rozwój oraz progresję krótkowzroczności.

MATERIAŁ I METODA

W prezentowanej pracy przedstawiono najistotniejsze obserwacje wynikające z przeglądu dostępnego piśmiennictwa. Analizie poddano prace udostępnione w bazie Medline, przeglądarce PubMed oraz Mendeley, opublikowane od roku 2013 do 26 stycznia 2023 roku. Przy wyborze prac do analizy wykorzystano następujące słowa kluczowe: *risk factors for myopia, prevention of myopia, reducing myopia*. Kryterium wyboru publikacji był ich obszar tematyczny dotyczący wpływu modyfikowalnych czynników środowiskowych na rozwój krótkowzroczności.

OPIS STANU WIEDZY

Epidemiologia krótkowzroczności

W 2000 roku liczba osób z krótkowzrocznością na świecie szacowana była na 1,532 mld [1, 3], następnie w roku 2010 miała wzrosnąć do 1,950 mld, zaś w 2020 roku do 2,620 mld. Prognozy na przyszłość nie napawają optymizmem. Szacuje się, że do 2050 roku liczba osób dotkniętych tą wadą wzroku niemal się podwoi i wyniesie 4,758 mld [4], a według innego źródła – 5,696 mld [3]. Uważa się, że w ciągu najbliższych lat problem krótkowzroczności będzie dotyczył nawet połowy społeczeństwa [5].

Sz szczególnie gwałtowny rozwój miopii zauważono w populacjach krajów Azji Wschodniej oraz Południowo-Wschodniej m.in.: Japonii, Tajwanie, Singapurze, Chinach oraz Hongkongu. W krajach tych u około 80–90% uczniów kończących edukację w szkole średniej występowała krótkowzroczność [5, 6]. Problem krótkowzroczności jest niezwykle poważny, ponieważ już w roku 2010 nieskorygowana wada refrakcji stanowiła drugą z najczęstszych przyczyn wywołujących ślepotę [4].

Patogeneza oraz niemodyfikowalne czynniki ryzyka

Krótkowzroczność najczęściej wynika ze zbyt długiej gałki ocznej w stosunku do jej siły łamiącej i nazywana jest wtedy krótkowzrocznością osiową. Innym rodzajem krótkowzroczności jest krótkowzroczność refrakcyjna, kiedy to działa zbyt duża siła układu wzrokowego w stosunku do długości gałki ocznej [3].

Pojawienie się krótkowzroczności i jej progresja zależne są od czynników genetycznych oraz środowiskowych. Krótkowzroczność dziedziczona jest mono- lub wielogenowo. Może zachodzić ona autosomalnie lub w sprzężeniu z płcią [7]. Istnieje więc zależność pomiędzy rozwojem krótkowzroczności u dzieci a występowaniem jej u ich rodziców [8, 9]. Ryzyko rozwoju krótkowzroczności u dziecka, którego jedno z rodziców jest krótkowzroczne, jest dwukrotnie większe niż u dziecka rodziców, u których wada wzroku nie występuje. Prawdopodobieństwo progresji tej wady u dziecka z obojgiem

krótkowzrocznych rodziców jest pięciokrotnie wyższa niż u dziecka, którego jedno z rodziców cierpi na krótkowzroczność [3]. Ponadto u dzieci urodzonych przedwcześnie miopia pojawia się częściej niż u dzieci urodzonych o czasie. Na powstanie krótkowzroczności wysokiej dominujący wpływ ma uwarunkowanie genetyczne [7]. Do niemodyfikowalnych czynników ryzyka rozwoju miopii należą więc: predyspozycja genetyczna, płeć, wiek oraz przynależność do grupy etnicznej [3, 5, 10].

Modyfikowalne czynniki środowiskowe

Poza niemodyfikowalnymi czynnikami ryzyka, tj. uwarunkowaniami genetycznymi czy geograficznymi, na rozwój krótkowzroczności mają niebagatelny wpływ czynniki, które możemy modyfikować. Do najczęściej wymienianych należą: praca z bliska, niska aktywność ruchowa, nieprawidłowa dieta, niesprzyjający zdrowiu styl życia, stres oraz nieprawidłowa korekcja wzroku [5, 7].

Praca z bliska

Jednym z najczęściej występujących czynników środowiskowych, który w dużej mierze przyczynia się do rozwoju krótkowzroczności, jest nadmierny wysiłek wzrokowy w bliskich odległościach. Zalicza się do niego m.in.: czytanie, pisanie, pracę przy komputerze, smartfonie czy tablecie. Długa, intensywna praca wzrokowa z bliska, bez wykonywania przerw, nasila ryzyko pojawienia się krótkowzroczności [3, 11, 12]. Przyjmuje się, że podczas intensywnej pracy wzrokowej w bliży obraz ogniskowany jest za siatkówką, co może prowadzić do skurczu akomodacji, deformacji obrazu na siatkówce, a następnie wzrostu długości osiowej gałki ocznej [6].

Problem jednak stanowi szerokie pojęcie „pracy wzrokowej z bliska”. Zaproponowana odległość < 30 cm trudna jest do ustalenia w rzeczywistości. Prowadzone badania najczęściej opierają się na deklaracji badanych lub ich rodziców co do wykonywania czynności wymagających patrzenia z bliska [5]. Na podstawie próby obiektywnej metody pomiaru odległości wzrokowej (RangeLife) R. Williams proponuje podział aktywności wymagających wysiłku wzrokowego w bliży, na czynności wykonywane w odległości ekstremalnie bliskiej, czyli < 20 cm (urządzenie trzymane w ręku), bardzo bliskiej (20–40 cm; czytanie materiałów drukowanych) oraz bliskiej (40–50 cm; patrzenie na ekran komputera) [13].

W badaniach, w przypadku których analizowano, czy dłuższy czas poświęcony na czytanie i pisanie prowadzi do częstszego występowania krótkowzroczności wykazano, że dochodzi wówczas do rozwoju krótkowzroczności niskiej. Osoby z krótkowzrocznością niską spędzały więcej czasu na czytaniu i pisaniu od osób o wzroku miarowym. Pomiędzy wystąpieniem krótkowzroczności średniej czy wysokiej nie zaobserwowano takiego związku [14]. Badanie dzieci w wieku szkolnym potwierdziło, że praca z bliska, m.in. czytanie, pisanie i praca przy komputerze, często prowadzi do wystąpienia miopii [12].

Większość autorów analizujących wpływ oglądania telewizji na pojawienie się krótkowzroczności nie wykazała tu zależności [12]. Istotnym czynnikiem jest odległość, z jakiej zazwyczaj ogląda się telewizję. Sytuacja, gdy telewizor oddalony jest o kilka metrów od patrzącego, nie wymaga tak dużej akomodacji, nie można jej również zakwalifikować do pracy wzrokowej z bliska według zaproponowanych przez Williama kryteriów odległości [13].

Ogromne znaczenie dla rozwoju miopii ma nie tylko czas czytania, ale przede wszystkim częstotliwość wykonywanych przerw w czytaniu czy ogólniej pracy z wzrokowej z bliskiej odległości [8]. W trakcie intensywnego patrzenia z bliska może dojść do nadmiernego skurczu akomodacji bądź przeciwnie – do jego niedoboru. Wynika to z nieprawidłowości działania autonomicznego układu nerwowego. Podczas występowania wysokiego skurczu akomodacji dochodzi do zmian w mięśniu rzęskowym, następnie do przeniesienia go do przodu oraz zwiększenia grubości soczewki gałki ocznej. Powoduje to wzrost ciśnienia w ciele szklistym, a co za tym idzie – znaczący wzrost długości osiowej gałki ocznej. Natomiast w przypadku niedomogi akomodacji, w części obwodowej siatkówki występują aberracje optyczne. Dochodzi do gwałtownego przyrostu komórek siatkówki, twardówki oraz naczyń. Obniża się wytwarzanie neuroprzekazników, m.in. dopaminy, co wpływa na wzrost metabolizmu oraz przyrostu komórek [7].

Zbadano również zróżnicowanie narażenia na rozwój krótkowzroczności pod względem miejsca zamieszkania. Wyniki pokazały, że ujawnia się ona częściej wśród dzieci mieszkających w rejonach miejskich niż na obszarach wiejskich [5]. Nie dzieje się tak bez powodu. W obszarach wiejskich poświęca się mniej czasu na pracę wzrokową z bliska w porównaniu z rejonami miejskimi, gdzie m.in. liczba książek czytanych tygodniowo jest większa [8]. Analiza badań przeprowadzonych w Vanuatu w roku 1988 pozwala stwierdzić, iż występowanie miopii u dzieci w wieku od 0 do 12–13 lat było prawie równe 0, po czym u dzieci w wieku 14–15 lat wzrosło do wartości 7%. Dzieci, których rodzice planowali kontynuację ich edukacji na wyższej uczelni, zostawały dłużej w szkole, uczestnicząc w zajęciach dodatkowych, była to jednak niewielka grupa. Mieszkańcy Vanuatu głównie zajmowali się rolnictwem, dlatego większość dzieci nie przywiązywała większej uwagi do nauki czy czytania, z czym związany był niski odsetek dzieci krótkowzrocznych [15]. Przeciwnie kształtowała się sytuacja w Tajwanie, gdzie dzieci pod presją edukacyjną spędzały średnio 10 godzin dziennie, ucząc się i czytając w bliskich odległości. W takich krajach jak Hongkong, Tajwan, Singapur, Japonia czy Chiny dzieci rozpoczynają edukację w wieku 3–4 lat, ze względu na presję osiągnięcia jak najlepszych rezultatów w nauce, co znacznie zwiększa ryzyko powstania miopii [15, 16]. Ponadto długość edukacji zwiększa ryzyko rozwoju krótkowzroczności. Szacuje się, że na rok spędzony w szkole przypada $-0,27$ D [3].

Jeżeli weźmiemy pod uwagę wpływ korzystania z urządzeń elektronicznych, takich jak komputer, tablet czy smartfon, wpływ na zaburzenia refrakcji ma nie tylko bliska odległość ich używania, ale też niebieskie światło emitowane przez te urządzenia. Zbyt częste korzystanie z urządzeń mobilnych wśród dzieci i młodzieży przyczynia się do powstania zaburzenia akomodacji, ruchomości oczu oraz zespołu suchego oka [17, 18].

Mimo że istnieją badania ujawniające brak zależności pracy wzrokowej z bliska z rozwojem krótkowzroczności [5, 19, 20], znaczenie dla jej rozwoju ma charakter samej pracy. Środowiska eksperckie rekomendują więc zgodnie stosowanie zasady 30/30/30 podczas pracy wzrokowej z bliska, która dotyczy zachowania odległości co najmniej 30 cm od ekranu lub książki, wykonywania przerw co 30 min na co najmniej 30 sekund [16, 21, 22].

Niska aktywność ruchowa

Drugim najczęstszym czynnikiem ryzyka powstania krótkowzroczności jest niska aktywność ruchowa dzieci. Potwierdzono, że aktywność ruchowa dziecka na otwartej przestrzeni oraz przebywanie w naturalnym świetle opóźnia moment pojawienia się krótkowzroczności [5, 23]. Podczas przeprowadzonych badań wśród dzieci zamieszkałych w Stanach Zjednoczonych, Australii, Turcji i w Singapurze zwrócono uwagę, że wśród ludzi, którzy większą część życia spędzają na otwartych przestrzeniach odsetek osób z miopią był znikomy. Główną rolę odgrywa ilość światła dziennego, które wpada do oka, i jego intensywność. Istotne znaczenie ma naturalne spektrum promieni świetlnych oraz duże natężenie światła, które wynosi około 5000 luksów. Badania wykazały, że duże oddziaływanie na metabolizm oraz rozkład komórek siatkówki i naczyńówki ma światło słoneczne z całkowitym spektrum promieniowania, a przede wszystkim falami od 200 do 480 nm. Na skutek światła słonecznego wzrasta poziom dopaminy, a spada wydzielanie melatoniny. Dopamina reguluje wzrost gałki ocznej, występowanie jej w wysokim stopniu zapobiega nieprawidłowemu rozrostowi. Dowiedziono, że w oczach krótkowzrocznych spada wydzielanie dopaminy [7, 24].

Przebywanie w naturalnym świetle, szczególnie gdy jest to powiązane z ruchem na świeżym powietrzu, jest zalecane zwłaszcza dzieciom. W etapie intensywnego wzrostu są one bardziej narażone na wydłużanie się oka, a co za tym idzie wystąpienie krótkowzroczności. Przebywanie na zewnątrz wiąże się z obserwacją obiektów oddalonych od nas, dzięki czemu rozluźniamy mechanizm akomodacyjno-konwergencyjny. Czas aktywności w ciągu dnia powinien wynosić minimum 2 godziny, a tygodniowo łącznie 20 godzin [3].

Przeprowadzone w Polsce badania, w których to wzięło udział 5601 uczniów w wieku od 6–18 lat, wykazały, że aktywność na świeżym powietrzu zmniejsza ryzyko wystąpienia miopii. Prawdopodobnie miało to związek z brakiem skurczu akomodacji przy wykonywaniu prac wzrokowych z daleka [12]. Na Tajwanie z kolei zbadano skuteczność szkolnego programu promującego zajęcia na świeżym powietrzu, w celu zapobiegania krótkowzroczności. Wdrożono przerwy, podczas których dzieci były zachęcane do wychodzenia na zewnątrz przez maksymalnie 11 godzin tygodniowo. Wyniki badania pokazały, że grupa badana wykazała mniejszą progresję lub ujawnienie się krótkowzroczności w porównaniu z grupą kontrolną. Oszacowano, że ryzyko rozwoju krótkowzroczności było o 54% niższe w grupie realizującej aktywność ruchową na zewnątrz [25].

W innym badaniu, które przedstawiało wpływ aktywności na świeżym powietrzu na ograniczenie częstotliwości występowania krótkowzroczności, potwierdzono, że większa intensywność przebywania na świeżym powietrzu przyczyniała się do występowania nadwzroczności oraz mniejszej liczby przypadków krótkowzroczności u dzieci. Autorzy badania sugerują, że istotnym czynnikiem powstawania i progresji krótkowzroczności może być natężenie światła. Na zewnątrz intensywność światła jest większa, dzięki czemu dochodzi do zwięźnienia źrenicy, a następnie wzrostu głębi ostrości i zmniejszenia rozmycia obrazu [26]. W badaniu tajwańskim nie ujawniono jednak wpływu nasłonecznienia terenu na powstanie lub progresję miopii [25].

Inne modyfikowalne czynniki ryzyka krótkowzroczności

Poza dwoma omówionymi dotąd czynnikami rozwoju oraz progresji krótkowzroczności wymienia się w piśmiennictwie takie czynniki jak dieta, styl życia oraz nieprawidłowa korekcja wzroku [5, 7]. O ile to, czy wzrok został skorygowany prawidłowo, czy nie, zależy jest głównie od specjalisty badającego wartość należytej korekcji, o tyle dieta oraz styl życia pozostają pod wpływem osób cierpiących na krótkowzroczność oraz w przypadku dzieci – ich opiekunów. Niełatwo do zbadania kwestią pozostaje wpływ stresu, przy czym uważa się, że istotną rolę w rozwoju wady refrakcji pełnią mięśnie zewnątrzgałkowe, które pod wpływem stresu mogą zmieniać napięcie, co może powodować wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego a tym samym zwiększyć rozciąganie się ścian gałki ocznej [7]. Wyzwaniem jest jednak wykazanie bezpośredniego udziału samego stresu w rozwoju wady, bez udziału innych czynników.

Chińscy badacze po modyfikacji dwóch głównych czynników rozwoju miopii wskazują kolejno na konieczność zachowania zbilansowanej diety oraz prawidłowej ilości snu, mimo braku jednoznacznych dowodów bezpośredniego wpływu czasu snu na wzrost ryzyka powstania krótkowzroczności [27]. Jeśli chodzi o nawyki żywieniowe, wysuwana jest hipoteza, że dieta bogatobiałkowa i niskowęglowodanowa może przyczynić się do opóźnienia lub zahamowanie postępu miopii [7]. Niemiecki autor wskazuje, że zrównoważona dieta uboga w cukry proste, ograniczenie rafinowanych węglowodanów, zmniejszenie ilości spożywanego sodu oraz tłuszczów nasyconych jak też zwiększenie w diecie kwasów tłuszczowych omega-3 oraz warzyw i owoców pozytywnie wpływa na ograniczenie rozwoju i progresji krótkowzroczności [28]. Wpływ czynników dietetycznych jest nadal poznawany. W badaniu przeprowadzonym na świnkach morskich dowiedziono np. pozytywnego wpływu suplementacji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 na ograniczanie rozwoju miopii [29].

Dodatkowym elementem diety, nazywanym przez niektórych badaczy czynnikiem ochronnym wobec miopii, jest dostarczanie witaminy A w dzieciństwie oraz w okresie dojrzewania. Szerokie badania nie dają jednak jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy rzeczywiście spożywanie produktów bogatych w witaminę A lub jej suplementacja bezpośrednio redukuje ryzyko rozwoju krótkowzroczności, dlatego też nadal realizowane są badania nad tym mikroelementem [27, 30].

PODSUMOWANIE

Wyniki prowadzonych od wielu lat badań dowodzą, że aktywność na świeżym powietrzu, jak również higiena pracy wzrokowej z bliska są kluczowymi czynnikami, które w znacznym stopniu obniżają ryzyko występowania krótkowzroczności [31]. Wymieniane kolejne czynniki, takie jak stopień urbanizacji miejsca zamieszkania badanych czy poziom ich wykształcenia, są pochodnymi dwóch głównych czynników, czyli pracy z bliska oraz niskiej aktywności ruchowej. Wpływ kolejnych modyfikowalnych czynników ryzyka wystąpienia lub progresji krótkowzroczności, takich jak dieta czy stres, wymaga bardziej szczegółowych badań, ponieważ nie wykazano do tej pory silnego, bezpośredniego ich wpływu na występowanie miopii. Tak więc największą

rolę w ograniczeniu rozwoju krótkowzroczności ma zachowanie balansu w aktywnościach wzrokowych, odpowiednia higiena wzrokowa oraz nierezygnowanie z aktywności ruchowych na wolnym powietrzu.

PIŚMIENICTWO

- Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, Wolfram C, Verhoeven VJ, Anastasopoulos E, et al. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *European Eye Epidemiology Consortium Ophthalmol.* 2015;122(7):1489–1497.
- Williams KM, Verhoeven VJ, Cumberland P, Bertelsen G, Wolfram C, Buitendijk GH, et al. Prevalence of refractive error in Europe. *European Eye Epidemiology Consortium. Eur J Epidemiol.* 2015;30(4):305–315.
- Ambroziak AM. Krótkowzroczność i co dalej? Pt 1. *Optyka.* 2019;4(59):40–41.
- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmol.* 2016;123(5):1036–1042.
- Gajjar S, Ostrin LA. A systematic review of near work and myopia: measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries. *Acta Ophthalmol.* 2022;100(4):376–387.
- Czepita D. Myopia – incidence, pathogenesis, management and new possibilities of treatment. *Russ Ophthalmol J.* 2014;7(1):96–101.
- Oleszczyńska-Prost E. Krótkowzroczność. Pt 1. Patogeneza w świetle aktualnego stanu wiedzy. *Klinika Oczna.* 2018;(3):168–172.
- Ambroziak AM. Krótkowzroczność – Podstawy epidemiologii i patogenezy, zasady postępowania i leczenia, pułapki codziennej praktyki. *Okulistyka.* 2011;(4):16.
- Ghorbani Mojarrad N, Plotnikov D, Williams C, Guggenheim JA. UK Biobank Eye and Vision Consortium. Association Between Polygenic Risk Score and Risk of Myopia. *JAMA Ophthalmol.* 2020;138(1):7–13.
- Cai XB, Shen SR, Chen DF, Zhang Q, Jin ZB. An overview of myopia genetics. *Exp Eye Res.* 2019;188:107778.
- Huang HM, Chang DS, Wu PC. The Association between Near Work Activities and Myopia in Children-A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One.* 2015;10(10):e0140419.
- Czepita M, Czepita D, Lubiński W. The Influence of Environmental Factors on the Prevalence of Myopia in Poland. *J Ophthalmol.* 2017;2017:5983406.
- Williams R, Bakshi S, Ostrin EJ, Ostrin LA. Continuous Objective Assessment of Near Work. *Sci Rep.* 2019;9(1):6901.
- Czepita M, Safranow K, Czepita D. The influence of reading and writing on the prevalence of myopia. *Ann Acad Med Stetin.* 2014;60(2):34–6.
- Garner LF, Kinnear RF, Klinger JD, McKellar MJ. Prevalence of myopia in school children in Vanuatu. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1985;63(3):323–6.
- Yao L, Qi LS, Wang XF, Tian Q, Yang QH, Wu TY, et al. Refractive Change and Incidence of Myopia Among A Group of Highly Selected Senior High School Students in China: A Prospective Study in An Aviation Cadet Prerecruitment Class. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019;60(5):1344–1352.
- Bocheńska A, Orkisz M. Wpływ urządzeń mobilnych na narząd wzroku. *Optyka.* 2019;4:48–50.
- Foreman J, Salim AT, Praveen A, Fonseka D, Ting DSW, Guang He M, Bourne RRA, Crowston J, Wong TY, Dirani M. Association between digital smart device use and myopia: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health.* 2021;3(12):e806–e818.
- Lin Z, Vasudevan B, Jhanji V, Mao GY, Gao TY, Wang FH, et al. Near work, outdoor activity, and their association with refractive error. *Optom Vis Sci.* 2014;91(4):376–82.
- Yam JC, Tang SM, Kam KW, Chen LJ, Yu M, Law AK, et al. High prevalence of myopia in children and their parents in Hong Kong Chinese Population: the Hong Kong Children Eye Study. *Acta ophthalmologica.* 2020;98(5):e639–48.
- Huang L, Kawasaki H, Liu Y, Wang Z. The prevalence of myopia and the factors associated with it among university students in Nanjing: A cross-sectional study. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(10):e14777.
- Huang PC, Hsiao YC, Tsai CY, Tsai DC, Chen CW, Hsu CC, et al. Protective behaviours of near work and time outdoors in myopia prevalence and progression in myopic children: a 2-year prospective population study. *Br J Ophthalmol.* 2020;104(7):956–961.
- Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. Light exposure and physical activity in myopic and emmetropic children. *Optom Vis Sci.* 2014;91(3):330–41.

24. Karouta C, Ashby RS. Correlation between light levels and the development of deprivation myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;56(1):299–309.
25. Wu PC, Chen CT, Lin KK, Sun CC, Kuo CN, Huang HM, et al. Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial. *Ophthalmol.* 2018;125(8):1239–1250.
26. Młyniuk P. Metody spowolnienia progresji krótkowzroczności – przegląd literatury. *Optyka.* 2019;4(59):44–47.
27. Zhu Z, Chen Y, Tan Z, Xiong R, McGuinness MB, Müller A. Interventions recommended for myopia prevention and control among children and adolescents in China: a systematic review. *Br J Ophthalmol.* 2023 Feb;107(2):160–166.
28. Schmid K. Impact of Nutritional Components: Myopia Manual An impartial documentation of all the reasons, therapies and recommendations 2023. Online <http://www.myopia-manual.de/private/manual-2023-jan.pdf> (access: 2023.01.26).
29. Pan M, Zhao F, Xie B, Wu H, Zhang S, Ye C, Guan Z, Kang L, Zhang Y, Zhou X, Lei Y, Wang Q, Wang L, Yang F, Zhao C, Qu J, Zhou X. Dietary ω -3 polyunsaturated fatty acids are protective for myopia. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2021 Oct 26;118(43):e2104689118. doi: 10.1073/pnas.2104689118
30. Mori K, Torii H, Fujimoto S, et al. The effect of dietary supplementation of crocetin for myopia control in children: a randomized clinical trial. *J Clin Med.* 2019;8.
31. Seo-Wei L, Terri L Y. Oparte na dowodach naukowych aktualne poglądy na krótkowzroczność i postępowanie spowalniające jego progresję. *Okulistyka po dyplomie.* 2013; 3(3): 6–19.