



## Wpływ aktywności fizycznej na rozwój i progresję krótkowzroczności u dzieci – aktualny przegląd piśmiennictwa

Ewa Grudzińska, Monika M. Modrzejewska

II Katedra i Klinika Okulistyki, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

### STRESZCZENIE

**Cel pracy:** Analiza dostępnego piśmiennictwa oceniającego wpływ różnych parametrów aktywności fizycznej na krótkowzroczność.

**Wyniki:** Aktywność fizyczna i jej wpływ na różne aspekty zdrowia jest aktualnie szeroko analizowany przez wielu naukowców. Ze względu na wzrastającą częstość występowania krótkowzroczności na świecie oraz możliwe konsekwencje społeczne i ekonomiczne jej powikłań aktywnie poszukiwane są metody prewencji jej wystąpienia. Dostępne są badania wskazujące na obniżenie ryzyka wystąpienia krótkowzroczności u dzieci aktywnych fizycznie.

**Wnioski:** Na podstawie analizy dostępnej literatury autorzy wskazują na korzystny wpływ aktywności fizycznej wykonywanej na zewnątrz przez co najmniej 60 minut dziennie. Określenie czasu oraz rodzaju aktywności, mogącej hamować rozwój i progresję krótkowzroczności wymaga dalszych badań. Autorzy zalecają również wykonanie badania okulistycznego poprzedzającego rozpoczęcie intensywnego wysiłku fizycznego, szczególnie w przypadku występowania krótkowzroczności wysokiego stopnia, mogącej wiązać się ze zmianami zwyrodnieniowymi na dnie oka, zwiększającymi ryzyko odwarstwienia siatkówki.

**SŁOWA KLUCZOWE:** dzieci, aktywność fizyczna, krótkowzroczność.

### WPROWADZENIE

Aktywność fizyczna i jej wpływ na różne aspekty zdrowia są aktualnie szeroko analizowane przez wielu naukowców. Według wytycznych WHO z 2020 roku dla dorosłych zalecane jest 150–300 minut średnio intensywnego aerobowego wysiłku fizycznego lub 75–150 minut wysiłku o dużej intensywności w tygodniu. Natomiast dla dzieci i młodzieży zalecany czas wynosi średnio 60 minut dziennie [1]. Czas aktywności fizycznej w postaci czasu spędzanego na świeżym powietrzu jest czynnikiem zmniejszającym ryzyko rozwoju krótkowzroczności [2, 3]. Ze względu na wzrost częstości występowania krótkowzroczności i związane z nią powikłania przeanalizowano dostępne piśmiennictwo pod kątem zalecanej ilości i rodzaju aktywności fizycznej, które to czynniki mogą zostać wykorzystane w prewencji krótkowzroczności u dzieci.

Przeszukano bazę danych Pubmed z lat 2015–2021, wyszukując hasła: *physical activity*, *myopia*, *children* i znaleziono 69 publikacji. Odrzucono publikacje będące przeglądem piśmiennictwa, nie dotyczące analizowanego tematu oraz prace napisane w języku chińskim i rosyjskim. Do przeglądu literatury zakwalifikowano 11 prac oryginalnych. Publikacje

przeanalizowano pod kątem oceny rodzaju i ilości aktywności fizycznej oraz jej wpływu na pojawienie się i progresję krótkowzroczności. Zestawienie przeanalizowanych badań przedstawiono w tabeli I.

Krótkowzroczność definiowana jest jako stan, w którym ekwiwalent sferyczny wady refrakcji przy rozluźnionej akomodacji wynosi  $\leq -0,5$  D [4]. Taką granicę rozpoznawania krótkowzroczności przyjęli autorzy analizowanych publikacji, z wyjątkiem jednej pracy, która klasyfikowała wadę refrakcji jako krótkowzroczność dopiero przy wartościach  $\leq -1$  D [5]. Opisywana różnica istotnie wpływa na obniżenie rzeczywistej częstości rozpoznania krótkowzroczności.

Parametr czasu spędzanego na zewnątrz ma udowodnione działanie hamujące progresję krótkowzroczności [6], choć znanym faktem jest jego różnokierunkowe działanie. Wśród nich wymienia się: większą jasność otoczenia, redukcję rozmycia peryferyjnego, wyższy poziom witaminy D, inne spektrum chromatyczne światła występującego na zewnątrz, większą aktywność fizyczną, ograniczenie czasu pracy do bliży, zachowanie rytmu dobowego oraz inną charakterystykę częstotliwości przestrzennej (stopnia uszczegółowienia elementów przestrzeni) [3].

### AUTOR DO KORESPONDENCJI

dr hab. n. med. Monika M. Modrzejewska, prof. PUM, II Katedra i Klinika Okulistyki, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ul. Powstańców Wlkp., 72-011, Szczecin, e-mail: monika\_modrzej@op.pl

Tabela 1. Zestawienie badań, w których analizowano pacjentów pod kątem oceny rodzaju i ilości aktywności fizycznej oraz jej wpływu na pojawienie się i progresję krótkowzroczności

Badanie – miejsce i lata przeprowadzenia	Wiek uczestników	Jak badano refrakcję	Jak oceniano ilość aktywności fizycznej	Wnioski z badania	Uwagi
Los Angeles, 2008–2013 [5]	5–19 lat	Badanie retrospektywne, różnice w ocenie refrakcji pomiędzy uczestnikami (autorefraktometr/refrakcja subiektywna/ po cykloplegii)	Kwestionariusz z pytaniem o częstotliwość ćwiczeń w tygodniu i długość sesji	60 minut ćwiczeń dziennie wiąże się z niższym o 10% występowaniem krótkowzroczności	Myopia $\leq -1$ D Nie wiadomo, jaki rodzaj aktywności ani w jakich warunkach
Szczecin [12]	6–18 lat	Autorefraktometr po 1% tropicamidzie	Kwestionariusz z pytaniem o ilość czasu spędzanego na aktywności fizycznej na zewnątrz	Ćwiczenia wykonywane na zewnątrz w niewielkim stopniu obniżają częstotliwość występowania krótkowzroczności	
Kopenhaga, 2016–2017 [10]	16–17 lat	Autorefraktometr bez cykloplegii	Kwestionariusz z pytaniem o ilość godzin aktywności fizycznej w tygodniu podczas ostatniego roku	Aktywność fizyczna powyżej 3 godzin tygodniowo jest związana z 40% niższym ryzykiem wystąpienia krótkowzroczności	Dodatkowo wykonywano pomiar długości gałki ocznej
Dania, 2008–2015 [13]	5–17,4 roku (badanie okulistyczne w wieku 14,3–17,5 roku)	Autorefraktometr po 1% tropicamidzie	Akcelerometr ActiGraph	Aktywność fizyczna nie wykazała związku z wielkością wady refrakcji ani długością gałki ocznej	Dodatkowo wykonywano pomiar długości gałki ocznej
Tajwan [15]	9,5–12,6 roku	W przypadku ostrości wzroku $< 0,9$ Sn w badaniach przesiewowych dzieci kierowano do pełnej oceny okulistycznej (brak informacji co do metody badania refrakcji)	Kwestionariusz oceniający aktywność w ciągu ostatnich 7 dni	Umiarkowana i intensywna aktywność fizyczna w ilości co najmniej 1 godziny dziennie obniża ryzyko wystąpienia krótkowzroczności o 20%	Obniżenie ryzyka krótkowzroczności wiązało się również ze spędzaniem czasu na zewnątrz
Pekin, 2012–2016 [11]	6–7 lat	Autorefraktometr bez cykloplegii	Grupa badana w dni robocze wykonywała aktywność na zewnątrz polegającą na joggingu przez 30 minut. Dodatkowo kwestionariusz dotyczący czasu spędzanego na zewnątrz i sportu w ciągu tygodnia i weekendów	Program aktywności przez 30 minut dziennie wywołał czasową redukcję progresji krótkowzroczności, jednak po upływie 4 lat od interwencji nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy grupami w zakresie ekwiwalentu sferycznego wady refrakcji ani długości gałki ocznej	
Czechy, 2016–2017 [16]	11–17 lat	Nie oceniano wady refrakcji, a długość gałki ocznej	Kwestionariusz dotyczący spędzania czasu wolnego	Długość gałek ocznych była istotnie niższa w grupie dzieci uprawiających sport $\geq 3$ godzin dziennie	
Tokio, 2018–2019 [8]	6–12 lat	Nie oceniano wady refrakcji, jedynie kwestionariusz zawierał pytanie, czy dziecko nosi korekcję okularową (kwestionariusz był wypełniany przez dziecko)	Porównanie częstości noszenia okularów u dzieci uczęszczających do klubu sportowego lub do szkoły oferującej dodatkowe zajęcia	Dzieci, które uczęszczały jedynie do szkoły oferującej dodatkowe zajęcia, miały większe prawdopodobieństwo noszenia okularów, natomiast dzieci, które uczęszczały do klubu sportowego, miały niższe prawdopodobieństwo noszenia okularów	Brak danych dotyczących rodzaju okularów

Tabela 1. Cd.

Badanie – miejsce i lata przeprowadzenia	Wiek uczestników	Jak badano refrakcję	Jak oceniano ilość aktywności fizycznej	Wnioski z badania	Uwagi
Izrael, 2019–2020 [7]	8–12 lat	29 z 36 dzieci miało przebadaną wadę refrakcji, jedynie część z nich przy użyciu cykloplegii. Dane dotyczące pozostałych dzieci uzyskano z kwestionariusza	Zegarek Actiwatch Spectrum (jednoczesny pomiar ilości światła oraz aktywności fizycznej)	Porównano grupę ortodoksyjnych Żydów oraz religijnych u których występuje wyższa częstość krótkowzroczności z grupą świeckich chłopców o mniejszej częstości występowania krótkowzroczności. Nie zauważono różnic w zakresie czasu spędzanego na zewnątrz, aktywności fizycznej ani czasu spędzanego na pracy do blizy	
Północna Irlandia [14]	12–13 lat	Autorefraktometr po 1% cyklopletolacie	Kwestionariusz uwzględniający pytanie o poziom aktywności fizycznej	Dzieci podejmujące regularnie aktywność fizyczną mają niższą częstość występowania krótkowzroczności niż dzieci prowadzące siedzący tryb życia	
Moguncja, 2003–2006 [9]	3–17 lat	Nie oceniano wady refrakcji, jedynie kwestionariusz zawierał pytanie, czy dziecko jest krótkowzroczne i czy nosi korekcję okularową (kwestionariusz był wypełniany przez rodziców)	Kwestionariusz uwzględniający pytanie o częstość podejmowania aktywności fizycznej w wolnym	Wśród osób w wieku 11–17 lat wykazano, że częste uprawianie sportu ma negatywny związek z krótkowzrocznością	

Większość czasu spędzanego na zewnątrz przez dzieci jest wykorzystywana w formie aktywności fizycznej od średniej do wysokiej intensywności. Powoduje to nakładanie się czynników mogących wpływać na progresję krótkowzroczności. Dotąd przeprowadzono pojedyncze prospektywne badania, które oceniały niezależnie te dwa czynniki, uwzględniając miejsce i rzeczywisty czas wykonywania aktywności fizycznej i jej intensywność ocenianą licznikami kroków, akcelerometrami oraz czujnikami światła [7].

Kolejnym czynnikiem wpływającym na wiarygodność wykonywanych badań jest metodologia uzyskiwania informacji na temat wady refrakcji. Część badań opierała się jedynie na kwestionariuszu dotyczącym wady refrakcji [7–9]. W jednym z nich kwestionariusz wypełniany był przez dzieci 6–12-letnie, które zostały zapytane o noszenie korekcji okularowej. W tym przypadku możliwa jest korekcja nie tylko krótkowzroczności, lecz także nadwzroczności, astygmatyzmu oraz kąta odchylenia oka w przypadku choroby zezowej, co nie zostało uszczegółowione w kwestionariuszu [8]. W przypadku wykonywania badania okulistycznego możliwe było badanie bez cykloplegii [10, 11], jak i z użyciem kropli tropikamidu [12, 13] lub cyklopentolatu [14]. Nie każde badanie uwzględniało informację na temat metody badania refrakcji i możliwe były różnice w metodologii badania pomiędzy poszczególnymi uczestnikami [5, 15]. Jedno z badań nie oceniało wady refrakcji, a jedynie długość osiową gałki ocznej, przez co brakuje informacji, jaki procent dzieci miał krótkowzroczność oraz kiedy się pojawiała [16]. Sam wzrost długości osiowej gałki ocznej mógł być również związany z procesem emmetropizacji w przypadku zmniejszania się nadwzroczności. Najbardziej rzetelne badania zawierały poza oceną refrakcji pomiary długości gałki ocznej [10, 11, 13], co pozwalało na obiektywizację badań, w szczególności w przypadku oceny wady refrakcji bez cykloplegii.

Ocena aktywności fizycznej również zawierała duże różnice pomiędzy badaniami. Najbardziej wiarygodne badania opierały się na jednorazowym wykorzystaniu akcelerometru lub czterokrotnym użyciu zegarka umożliwiającego pomiar aktywności [7, 17]. Ze względu na sposób działania urządzenia niektóre rodzaje aktywności fizycznej nie mogły zostać uwzględnione w pomiarach bądź konieczne było zdjęcie urządzenia m.in. do pływania. Zdecydowana większość badań opierała się na kwestionariuszu dotyczącym aktywności fizycznej o zróżnicowanej szczegółowości zadawanych pytań oraz okresu jaki obejmują [5, 9, 12–16]. Jedno z badań opierało się na wymuszeniu na uczniach grupy badanej aktywności fizycznej, polegającej na joggingu przez 30 minut dziennie w dni robocze. Wyniki grupy badanej porównano z wynikami w grupie kontrolnej, w której nie podejmowano jakiegokolwiek interwencji [11]. Ciekawym porównaniem poziomu aktywności fizycznej było zestawienie dzieci uczęszczających na zajęcia dodatkowe w formie lekcji do dzieci uczestniczących w zajęciach klubów sportowych [8]. Znanym zjawiskiem jest zaniżanie lub zawyżanie ilości aktywności fizycznej w kwestionariuszach. Dodatkowo w dostępnych opisach nie ma informacji na temat rodzaju i intensywności wykonywanych

ćwiczeń, które niewątpliwie mogą mieć wpływ na pojawienie się i progresję krótkowzroczności. Głównym analizowanym parametrem był czas poświęcony na aktywność fizyczną, który w poszczególnych badaniach miał inny punkt odcięcia w podziale na grupy.

Kolejnym przeanalizowanym czynnikiem był sposób, w jaki autorzy rozwiązywali problem odróżniania bezpośredniego wpływu aktywności fizycznej od spędzania czasu na zewnątrz. Wyłącznie jedno badanie, które wykorzystywało zegarek Actiwatch, umożliwiło równoczesny pomiar ilości docierającego do urządzenia światła jak i pomiar aktywności fizycznej [7]. W pozostałych badaniach, opierających się jedynie na kwestionariuszach, trudno ocenić, który czynnik miał bardziej istotny wpływ na uzyskane wyniki, ponieważ nie wszystkie kwestionariusze zawierały pytania o rodzaj i miejsce wykonywania aktywności fizycznej.

Wśród innych analizowanych czynników można wymienić czas pracy do blizy, użytkowanie ekranów elektronicznych, formy spędzania czasu wolnego, występowanie krótkowzroczności u rodziców, liczbę rodzeństwa, wcześniactwo, wywiad okulistyczny, a nawet nawyki żywieniowe. Niestety, istniały tu bardzo duże rozbieżności pomiędzy badaniami i nie wszystkie uwzględniały poprawki ze względu na znane czynniki ryzyka rozwoju krótkowzroczności.

W Chinach w 2019 roku rozpoczęto badania kohortowe dotyczące częstości występowania i czynników ryzyka krótkowzroczności u dzieci [18]. Zgodnie z przedstawionym przez autorów protokołem badania zaplanowano dużą grupę badaną oraz wiarygodną ocenę aktywności fizycznej za pomocą czujnika aktywności, jak również ocenę pracy do blizy poprzez wykorzystanie urządzenia mierzącego dystans i śledzącego ruchy gałek ocznych. Dodatkowo zaplanowano ocenę refrakcji zarówno przed cykloplegią, jak i po niej oraz pomiary biometryczne i OCT uzupełniające ocenę okulistyczną przedniego i tylnego odcinka gałki ocznej. Badania będą przeprowadzone 3-krotnie, a zakończenie badań zaplanowano na luty 2023 roku. Wydaje się, że będą to pierwsze perspektywne badania, które będą uwzględniać niezależną i obiektywną ocenę ilości aktywności fizycznej i pracy do blizy, wraz z pełną oceną okulistyczną, zawierającą pomiar wady refrakcji po cykloplegii. Badania powinny dostarczyć istotnych i rzetelnych informacji na temat wpływu aktywności fizycznej na rozwój i progresję krótkowzroczności u dzieci.

Teorie opisujące hamowanie progresji krótkowzroczności u dzieci związane z aktywnością fizyczną nie rozgraniczają wpływu aktywności fizycznej od czasu spędzanego na zewnątrz. Aktywność fizyczna ma znany pozytywny wpływ na stan układu krążenia. Jak dotąd istnieje niewiele badań dotyczących stanu krążenia oczonego podczas wysiłku u dzieci. W badaniach przeprowadzonych przez Li i wsp. zaobserwowano, że grubość naczyńki istotnie obniża się po ćwiczeniach i utrzymuje się co najmniej 30 minut po zaprzestaniu wysiłku u wszystkich dzieci [19]. Dodatkowo zmiany grubości naczyńki są większe u dzieci z krótkowzrocznością niż u dzieci emmetropijnych. Zmiana ta jest najprawdopodobniej wywołana pobudzeniem układu współczulnego

oraz związaną z poceniem się utratą płynów, która powoduje przesunięcie wody z macierzy zewnątrzkomórkowej do naczyń, aby skompensować zmniejszoną objętość krwi. Pozwala to na utrzymanie stabilnej gęstości naczyń naczyniówki. U dzieci krótkowzrocznych zaobserwowano istotnie obniżoną gęstość naczyń głębokiego spłotu siatkówkowego od razu po zaprzestaniu aktywności fizycznej, czego nie zauważono u dzieci normowzrocznych. Prawdopodobnie jest to związane z większą elastycznością naczyń u dzieci normowzrocznych i szybszą regeneracją po wysiłku, co nie pozwala wykryć fluktuacji w badaniach. Dotąd nie wiadomo, jak powyższe zmiany wpływają na progresję krótkowzroczności, zwłaszcza że nie określono długotrwałego wpływu wysiłku na krążenie oczne u dzieci. Inne badanie dotyczyło skumulowanej aktywności fizycznej u dzieci i jej wpływu na średnice naczyń siatkówkowych [20]. Zaobserwowano, że większy czas aktywności fizycznej był związany ze zmniejszeniem średnicy żyłek siatkówkowych, co pozytywnie wpływa na mikrokrążenia siatkówkowe. Teorie tłumaczące te obserwacje opierają się na pozytywnym wpływie aktywności wywołanym poprzez substancje przeciwzapalne uwalniane podczas wysiłku oraz podniesiony przepływ krwi związanym z wysiłkiem. Brak zmian średnicy tętniczek siatkówkowych najprawdopodobniej jest związany z wydolnym mechanizmem autoregulacji u młodych osób.

Pomimo istotnych różnic w metodologii przeanalizowanych badań, zdecydowana większość z nich wskazuje na pozytywną rolę wysiłku fizycznego na pojawienie się krótkowzroczności, choć dwa badania nie potwierdziły takiej zależności. Co ciekawe, czasowe zwiększenie ilości aktywności fizycznej wiąże się z przejściową redukcją progresji krótkowzroczności. Dotąd nie wiadomo, jaki efekt miałoby utrzymanie zwiększonej aktywności fizycznej aż do zakończenia wzrostu gałki ocznej.

Aktualne wytyczne dotyczące aktywności fizycznej w Stanach Zjednoczonych zalecają promowanie ruchu i rozpoczęcie aktywności fizycznej już u dzieci przedszkolnych, gdzie rekomenduje się 3 godziny dziennie aktywności o dowolnej intensywności. U dzieci w wieku szkolnym rekomenduje się 60 minut dziennie wysiłku od umiarkowanej do dużej intensywności ze szczególnym podkreśleniem konieczności wykonywania ćwiczeń wzmacniających kości co najmniej 3 razy w tygodniu oraz wzmacniających mięśnie co najmniej 3 razy w tygodniu [21].

## PODSUMOWANIE

Warto podkreślić, że każda ilość wysiłku fizycznego przynosi korzyści zdrowotne. Jednakże żadne z wytycznych, które ukazała się do tej pory, nie uwzględniają problemu narastającej krótkowzroczności na świecie. W dostępnych standardach można znaleźć przykłady aktywności o umiarkowanym czy wysokim poziomie intensywności, jednak nie jest określone, czy ta aktywność powinna być wykonywana na zewnątrz czy wewnątrz pomieszczeń oraz jak ten wysiłek fizyczny wpływa na rozwój krótkowzroczności. Mamy nadzieję, że w przyszłości zostaną przeprowadzone badania uwzględniające powyżej

opisane niedoskonałości wykonanych do tej pory badań i pozwolą na wskazanie szczegółowych zaleceń mających na celu ograniczenie rozwoju krótkowzroczności na świecie.

Na podstawie analizy dostępnej literatury autorzy wskazują na korzystny wpływ aktywności fizycznej wykonywanej na zewnątrz w ilości co najmniej 60 minut dziennie. Określenie czasu oraz rodzaju aktywności, mogącej hamować rozwój i progresję krótkowzroczności, wymaga dalszych badań. Autorzy bieżącego opracowania zalecają również wyko-

nanie badania okulistycznego poprzedzającego rozpoczęcie intensywnego wysiłku fizycznego, szczególnie w przypadku występowania krótkowzroczności wysokiego stopnia, mogącej wiązać się ze zmianami zwyrodnieniowymi na dnie oka, zwiększającymi ryzyko odwarstwienia siatkówki [22, 23].

## OŚWIADCZENIE

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

## Piśmiennictwo

1. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S i wsp. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020; 54: 1451-1462.
2. Foreman J, Crowston JG, Dirani M. Is physical activity protective against myopia? *Br J Ophthalmol* 2020; 104: 1329-1330.
3. Lingham G, MacKey DA, Lucas R i wsp. How does spending time outdoors protect against myopia? A review. *Br J Ophthalmol* 2020; 104: 593-599.
4. Flitcroft DL, He M, Jonas JB i wsp. IMI – Defining and classifying myopia: A proposed set of standards for clinical and epidemiologic studies. *Investig Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M20-M30.
5. Theophanous C, Modjtahedi BS, Batech M i wsp. Myopia prevalence and risk factors in children. *Clin Ophthalmol* 2018; 12: 1581-1587.
6. Wildsoet CF, Chia A, Cho P i wsp. IMI – Interventions for Controlling Myopia Onset and Progression Report. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60: M106-M131.
7. Gordon-Shaag A, Shneur E, Doron R i wsp. Environmental and Behavioral Factors with Refractive Error in Israeli Boys. *Optom Vis Sci* 2021; 98: 959-970.
8. Mineshita Y, Kim HK, Shinto T i wsp. Attending a Sports Club Can Help Prevent Visual Impairment Caused by Cram School in Elementary School Children in Japan. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 12440.
9. Schuster AK, Elflein HM, Pokora R i wsp. Prevalence and Risk Factors of Myopia in Children and Adolescents in Germany – Results of the KiGGS Survey. *Klin Padiatr* 2017; 229: 234-240.
10. Hansen MH, Laigaard PP, Olsen EM i wsp. Low physical activity and higher use of screen devices are associated with myopia at the age of 16-17 years in the CCC2000 Eye Study. *Acta Ophthalmol* 2020; 98: 315-321.
11. Guo Y, Liu L, Lv Y i wsp. Outdoor Jogging and Myopia Progression in School Children From Rural Beijing: The Beijing Children Eye Study. *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8: 2.
12. Czepita M, Kuprjanowicz L, Safranow K i wsp. The role of outdoor activity in the development of myopia in schoolchildren. *Pomeranian J Life Sci* 2016; 62: 30-32.
13. Lundberg K, Suhr Thykjær A, Søgaard Hansen R i wsp. Physical activity and myopia in Danish children–The CHAMPS Eye Study. *Acta Ophthalmol* 2018; 96: 134-141.
14. O'Donoghue L, Kapetanakis VV, McClelland JF i wsp. Risk Factors for Childhood Myopia: Findings From the NICER Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56: 1524-1530.
15. Holton V, Hinterlong JE, Tsai CY i wsp. A Nationwide Study of Myopia in Taiwanese School Children: Family, Activity, and School-Related Factors. *J Sch Nurs* 2021; 37: 117-127.
16. Rusnak S, Salcman V, Hecova L i wsp. Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children. *J Ophthalmol* 2018; 2018: 5076454.
17. Thykjaer AS, Lundberg K, Grauslund J. Physical activity in relation to development and progression of myopia – a systematic review. *Acta Ophthalmol* 2017; 95: 651-659.
18. Chen X, Ye G, Zhong Y i wsp. Prevalence, incidence, and risk factors for myopia among urban and rural children in southern China: protocol for a school-based cohort study. *BMJ Open* 2021; 11: e049846.
19. Li S, Pan Y, Xu J i wsp. Effects of physical exercise on macular vessel density and choroidal thickness in children. *Sci Rep* 2021; 11: 2015.
20. Lundberg K, Tarp J, Vestergaard AH i wsp. Retinal vascular diameters in relation to physical activity in Danish children – The CHAMPS Eye Study. *Scand J Med Sci Sports* 2018; 28: 1897-1907.
21. Singh R, Pattisapu A, Emery MS. US Physical Activity Guidelines: Current state, impact and future directions. *Trends Cardiovasc Med* 2020; 30: 407-412.
22. McElnea E, Stephenson K, Gilmore S i wsp. Paediatric retinal detachment: aetiology, characteristics and outcomes. *Int J Ophthalmol* 2018; 11: 262-266.
23. Nuzzi R, Lavia C, Spinetta R. Paediatric retinal detachment: a review. *Int J Ophthalmol* 2017; 10: 1592-1603.