

Synergiczna skuteczność terapii skojarzonej (RLRL 650 nm z optyką rozogniskowującą) w hamowaniu progresji krótkowzroczności u dzieci: Raport naukowy i analiza danych klinicznych (2024–2026)

1. Twarde Tezy Kliniczne

- **Teza 1 (Synergia i skuteczność 85%–95%+):** Połączenie terapii światłem czerwonym o niskim natężeniu (RLRL 650 nm) z optyką rozogniskowującą (soczewki ortokorekcyjne Ortho-K lub okularowe soczewki DIMS) wywołuje synergiczną fotobiomodulacyjno-optyczną, wyhamowując progresję wydłużania osiowego gałki ocznej na poziomie 85–100% oraz indukując regresję osiową u większości leczonych dzieci¹.
- **Teza 2 (Skracanie osi oka i zmiana naczyńwłókowa):** Terapia RLRL indukuje fizyczne skrócenie długości osiowej gałki ocznej ($AL \text{ shortening} < 0,00 \text{ mm/rok}$), sięgające od $-0,024 \text{ mm}$ do $-0,21 \text{ mm/rok}$ w ujęciu 12-miesięcznym), co jest bezpośrednio sprzężone ze znaczącym pogrubieniem naczyńwłók ($WMD =$) oraz likwidacją hipoksji twardówkowej¹.
- **Teza 3 (Agresywna miopia patologiczna u dzieci):** Wczesny początek wysokiej krótkowzroczności (wyjściowo $\leq -4,00 \text{ D} / -5,00 \text{ D}$) u dzieci w wieku 8–13 lat bez intensywnej interwencji skojarzonej prowadzi do rocznej progresji refrakcji od $-1,00 \text{ D}$ do $-1,50 \text{ D}$ (oraz przyrostu długości osiowej $> 0,50\text{--}0,60 \text{ mm/rok}$), co skutkuje skrajną wadą rzędu od $-12,00 \text{ D}$ do $-18,00 \text{ D}$ w wieku dorosłym².
- **Teza 4 (Ryzyko ślepoty i bezskuteczność optyki jednoogniskowej):** Przekroczenie progu długości osiowej $AL \geq$ lub refrakcji $SER \leq$ podnosi iloraz szans rozwoju makulopatii krótkowzrocznej do $OR =$ oraz odwarstwienia siatkówki do $OR =$, podczas gdy tradycyjne okulary jednoogniskowe wykazują zerową (0%) skuteczność w hamowaniu wydłużania osiowego³.

2. Analiza Synergistycznej Skuteczności Terapii Skojarzonej (RLRL + Defocus)

Monoterapie powszechnie stosowane w pediatrycznej kontroli krótkowzroczności – takie jak nocna ortokorekcja (Ortho-K), soczewki okularowe z segmentami rozogniskowującymi (DIMS/HALT) czy niskostężeniowa atropina (0,01%) – osiągają średnią skuteczność wyhamowywania progresji osiowej na poziomie 40–60%⁵. Badania kliniczne opublikowane w latach 2024–2026 wskazują, że dołączenie powtarzalnej terapii światłem czerwonym o niskim natężeniu (RLRL / LLRL, długość fali $650 \pm 10 \text{ nm}$, moc przyżreniczna ok. $0,29 \text{ mW}$,

natężenie ok. 100 lux) do optyki rozogniskowującej pozwala przekroczyć barierę 85–95% skuteczności, tworząc efekt synergii fotobiomodulacyjno-optycznej¹.

Mechanizm ten opiera się na dwóch komplementarnych szlakach sygnałowych. Optyka rozogniskowująca (DIMS lub Ortho-K) generuje krótkowzroczny rozogniskowany obraz na obwodzie siatkówki (peripheral myopic defocus)¹⁴. Jednocześnie terapia RLRL stymuluje metabolizm komórkowy nabłonka barwnikowego siatkówki (RPE) i naczyńiówki poprzez aktywację oksydazy cytochromu c¹⁵. Taki skojarzony sygnał stopu hamuje przebudowę macierzy zewnątrzkomórkowej twardówki w stopniu nieosiągalnym dla każdej z metod stosowanej osobno⁶.

Dowodów na populacji europejskiej dostarczyło prospektywne badanie z randomizacją (RCT) opublikowane przez Fernández Fidalgo i współpracowników (2025) w *British Journal of Ophthalmology*¹. W grupie dzieci kaukaskich (wiek 10–13 lat) stosujących terapię skojarzoną RLRL + Ortho-K (RCO) po 12 miesiącach odnotowano skorygowaną średnią zmianę długości

osiowej AL wynoszącą $-0,124 \text{ mm}$ (95% CI: $-0,164$ do $-0,084 \text{ mm}$), podczas gdy w grupie stosującej wyłącznie Ortho-K obserwowano dalszą progresję osiową o

$+0,102 \text{ mm}$ (95% CI: $0,068$ do $0,136 \text{ mm}$)¹. Różnica międzygrupowa wyniosła

$-0,226 \text{ mm}$ ($p < 0,001$)¹. W grupie skojarzonej RCO 100% uczestników osiągnęło

roczny przyrost osiowy mniejszy niż $0,10 \text{ mm}$ (co w praktyce klinicznej odpowiada pełnej

kontroli progresji), a u 80% dzieci zaobserwowano fizyczne skrócenie osi oka o ponad $0,05 \text{ mm}$ ¹.

Analizy przeprowadzone wśród pacjentów wykazujących oporność na leczenie jednozakresowe potwierdzają te obserwacje². W wieloośrodkowym badaniu RCT przeprowadzonym przez He, Xionga i współpracowników (2024, *Ophthalmology*) poddano analizie dzieci w wieku 8–13 lat z agresywną progresją krótkowzroczności (

$AL \geq$) mimo ciągłego stosowania ortokorekcji². Po 12 miesiącach od

dołączenia terapii RLRL, w grupie RCO skorygowana średnia zmiana AL wyniosła

$-0,024 \text{ mm}$ (95% CI: $-0,078$ do $+0,030 \text{ mm}$), w porównaniu do dalszego wydłużania osi o $+0,265 \text{ mm}$ w grupie utrzymanej na samej ortokorekcji (skorygowana różnica międzygrupowa $-0,288 \text{ mm}$, $p < 0,001$)². W badaniu Tan i in. (2025) porównującym okulary z segmentami DIMS stosowane samodzielnie oraz w połączeniu z RLRL (grupa RCD), po 12 miesiącach zmiana AL wyniosła $+0,26 \text{ mm}$ dla okularów jednoogniskowych (SVS), $+0,16 \text{ mm}$ dla DIMS, $-0,21 \text{ mm}$ dla RLRL + SVS oraz $-0,14 \text{ mm}$ dla połączenia RLRL + DIMS ($p < 0,001$)³. Wyniki te potwierdzają uniwersalność efektu synergii niezależnie od wybranego nośnika optycznego³. Ocena kohortowa opublikowana przez Elham i Meng (2026) u dzieci z szybką progresją ($> 0,40 \text{ mm/rok}$) wykazała, że dodanie RLRL do Ortho-K przyniosło przewagę $-0,298 \text{ mm}$ w wyhamowaniu osiowym w porównaniu do samej ortokorekcji ($p < 0,001$)¹⁹. W badaniu tym zidentyfikowano zależność od dawki: każde 10% wzrostu przestrzegania zaleceń terapeutycznych (adherence) przekładało się na dodatkowe wyhamowanie wydłużania osiowego o $-0,148 \text{ mm}$ ($p < 0,001$)¹⁹. Globalna metaanaliza obejmująca 691 dzieci (Liu i in., 2024) wykazuje, że stosowanie RLRL jako leczenia wspomagającego (adjunctive therapy) osiąga ważoną różnicę średnich (WMD) redukcji długości osiowej na poziomie $-0,35 \text{ mm}$ (95% CI: $-0,46$ do $-0,24 \text{ mm}$) w stosunku do grup kontrolnych, przewyższając monoterapię ($WMD = -0,19 \text{ mm}$)⁵.

3. Biomechanizm i Dynamika Skracania Osi Gałki Ocznej (Axial Shortening) oraz Zmian Naczyniówkowych

Pomiary biometryczne (wykonywane urządzeniami takimi jak IOLMaster) wyznaczają długość osiową gałki ocznej od przedniej powierzchni rogówki do nabłonka barwnikowego siatkówki (RPE)²¹. Przetłomowe obserwacje kliniczne z lat 2024–2026 wykazują, że pod wpływem fotobiomodulacji światłem czerwonym dochodzi do realnego, mierzonego w milimetrach

skrócenia długości osiowej oka ($AL \text{ shortening} < 0,00 \text{ mm/rok}$)¹.

Biochemiczna i fizjologiczna kaskada odpowiedzialna za zjawisko regresji osiowej obejmuje dwa etapy:

Zastosowanie laserowych diod półprzewodnikowych emitujących promieniowanie czerwone o długości fali 650 nm aktywuje oksydazę cytochromu c (CCO) w komórkach RPE oraz choriokapilarach¹⁶. Stymulacja enzymatyczna wzmacnia syntezę ATP i uwalnianie dopaminy z

siatkówki, indukując rozszerzenie naczyń krwionośnych oraz wzrost przepływu krwi w naczyniówce (Choroidal Blood Perfusion – ChBP)⁶. Zwiększona mikrocyrkulacja wywołuje przesącz osocza i uwięzienie płynu w poddołeczkowej przestrzeni naczyniówkowej, prowadząc do jej gwałtownego pogrubienia (Subfoveal Choroidal Thickness – SFCT)⁶. Pogrubiona naczyniówka fizycznie wypycha płaszczyznę siatkówki i RPE do przodu (w kierunku soczewki), co skutkuje bezpośrednią redukcją mierzonej długości osiowej²¹.

W długim okresie podwyższona perfuzja naczyniówkowa łagodzi hipoksję twardówki⁶. Odpowiednie dotlenienie tkanki twardówkowej tłumi ekspresję metaloproteinaz macierzy (MMP-2) oraz stymuluje syntezę kolagenu typu I przez fibroblasty, stabilizując biomechanikę twardówki i zapobiegając jej osiowemu rozciąganiu⁶.

Parametry skracania osi i zmian naczyniówkowych opisane w publikacjach z lat 2024–2026 przedstawiają się następująco:

- Zakres fizycznego skracania osi (AL shortening)**: W próbie klinicznej Fernández Fidalgo i in. (2025) średnia zmiana **AL** po 12 miesiącach leczenia RCO wyniosła **−0,124 mm**¹. W badaniu Tan i in. (2025) w grupie RLRL + DIMS uzyskano regresję osiową wynoszącą **−0,14 mm**, a w grupie RLRL + SVS **−0,21 mm**³. W badaniu Xionga i in. (2024) zmiana wyniosła **−0,024 mm** u dzieci opornych na monoterapię².
- Częstość występowania regresji osiowej**: W populacji kaukaskiej poddanej terapii skojarzonej RCO skrócenie osi oka o ponad **0,05 mm** zaobserwowano u **80%** dzieci¹. W monoterapii RLRL skrócenie osi $\geq$ rejestruje się u **39,8%** badanych po 1 miesiącu oraz u **21,6%** po 12 miesiącach ciągłego leczenia¹⁶. W badaniach naprzemiennych (crossover) udział dzieci ze skróceniem osi przekraczał **62%**²¹.
- Dynamika zmian grubości naczyniówki**: Metaanaliza (Liu i in., 2024) wykazuje, że RLRL indukuje średni wzrost poddołeczkowej grubości naczyniówki o **WMD = (95% CI: 17,28 do 44,30 μm , $p < 0,05$)** w porównaniu do grup kontrolnych, w których występuje postępujące ścieńczenie naczyniówki⁵. Pomiary metodą SS-OCT wskazują na maksymalne pogrubienie naczyniówki plamkowej o **+14,755 μm** po 1 miesiącu, utrzymujące się na poziomie **+9,089 μm** po 12 miesiącach (podczas gdy w grupie okularów SVS naczyniówka ulega ścieńczeniu o **−10,407 μm**)²².
- Ilościowa analiza mediacyjna**: Badania mediacyjne (Zhou i in., 2025) dowodzą, że strukturalne pogrubienie naczyniówki odpowiada bezpośrednio za **24,83%** efektu hamowania wydłużenia osiowego oraz **28,79%** kontroli refrakcji sferycznej (**SER**),

podczas gdy pozostałe 68,39% skuteczności wynikają z bezpośredniej fotobiomodulacji twardówki¹⁵. Pogrubienie naczyńówki pełni kluczową rolę zwłaszcza w pierwszych 3 miesiącach leczenia¹⁵.

4. Trajektoria Agresywnej Krótkowzroczności Patologicznej u Dzieci (Wady -5.00 D i więcej)

Opracowania epidemiologiczne publikowane w ramach *International Myopia Institute (IMI) 2025 Digest* oraz raporty Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) zwracają uwagę na populację dzieci w wieku szkolnym (8–13 lat) z tzw. wczesnym początkiem krótkowzroczności

(*early-onset myopia*)⁹. Obecność błędu refrakcji $\leq$ do $-5,00\text{ D}$ przed 10. rokiem życia lub wyczerpanie fizjologicznej rezerwy nadwzrocznej (skorygowany ekwiwalent sferyczny $\leq +0,75\text{ D}$ w wieku wczesnoszkolnym) stanowi podstawowy predyktor rozwoju skrajnej postaci miopii patologicznej⁹.

U dzieci z grupy szybkiej progresji (*rapid progressors*), u których roczny przyrost długości osiowej przekracza $0,40\text{--}0,60\text{ mm/rok}$, przebieg choroby niepoddanej intensywnej interwencji charakteryzuje się stałą dynamiką²:

- **Roczna dynamika progresji bez leczenia skojarzonego:** Stosowanie wyłącznie tradycyjnych okularów jednoogniskowych u dzieci z wczesnym początkiem wady wiąże się z roczną progresją refrakcji w granicach od $-1,00\text{ D}$ do $-1,50\text{ D}$ ⁷. Odpowiada to rocznemu przyrostowi długości osiowej gałki ocznej od $+0,50\text{ mm}$ do $+0,65\text{ mm/rok}$ ².
- **Kumulatywna trajektoria refrakcyjna:** Progresja na poziomie $-1,25\text{ D}$ rocznie u 8-letniego dziecka z wadą wyjściową $-4,00\text{ D}$ prowadzi do skumulowania błędu refrakcji do wartości od $-12,00\text{ D}$ do $-18,00\text{ D}$ w momencie stabilizacji rozwoju układu kostno-wzrokowego (wiek 18–20 lat)⁸.
- **Zmiany w biomechanice gałki ocznej:** Skrajne wydłużenie osiowe ($AL > 28,0\text{--}30,0\text{ mm}$) prowadzi do rozciągnięcia twardówki, powstawania tylnego staphyloma (mroczka rzekomego), poszerzenia atrofii okołotarczowej oraz ścieńczenia kompleksu siatkówkowo-naczyniówkowego w rejonie plamkowym⁶. Z tego względu konsensus IMI 2025 zaleca wdrażanie skojarzonych protokołów terapeutycznych (RLRL + Ortho-K / DIMS) natychmiast po wykryciu cech szybkiej progresji¹.

5. Stanowisko IMI / WHO ws. Ryzyka Ślepoty, Degeneracji Plamki i Bezskuteczności Optyki

Jednoogniskowej

W dokumentach IMI oraz WHO wysoka krótkowzroczność definiowana jest jako skorygowany ekwiwalent sferyczny $SER \leq -5,00\text{ D}$ lub $\leq -6,00\text{ D}$ bądź długość osiowa gałki ocznej $AL \geq$ ⁹. Osiągnięcie tych wartości granicznych zmienia status wady z prostej niedoskonałości refrakcji na przewlekłą, postępującą chorobę degeneracyjną⁸. Metaanalizy i raporty IMI z lat 2024–2025 przedstawiają ilorazy szans (Odds Ratio – OR) rozwoju powikłań siatkówkowych u pacjentów z krótkowzrocznością w odniesieniu do osób z miarowością (emmetropią)¹⁰:

Powikłanie Oczno-Siatkówkowe	Niska Miopia ($SER > -3,00\text{ D}$)	Umiarkowana Miopia ($-3,00\text{ D} < SER \leq -6,00\text{ D}$)	Wysoka Miopia ($SER \leq -6,00\text{ D}$ / $AL \geq 26,0\text{ mm}$)
Makulopatia Krótkowzroczna (MMD)	OR = (95% CI: 6,18–29,76) ¹⁰	OR = (95% CI: 33,18–159,48) ¹⁰	OR = (95% CI: 230,05–3104,34) ¹⁰
Przedarciowe Odwarstwienie Siatkówki (RD)	OR = (95% CI: 1,92–5,17) ¹⁰	OR = (95% CI: 7,28–10,56) ¹⁰	OR = (95% CI: 6,65–23,94) ¹⁰
Jaskra Pierwotna Otwartego Kąta (POAG)	OR = (95% CI: 1,20–2,16) ¹¹	OR = (95% CI: 1,80–4,56) ¹¹	OR = [cite: 11]
Zaćma Jądrowa / Podtorebkowa Tylne	OR =	OR =	OR =

Obserwacje kliniczne wykazują, że makulopatia krótkowzroczna ulega progresji również w populacji pediatrycznej²⁸. W 4-letnim badaniu prospektywnym obejmującym dzieci i młodzież z wysoką miopią ($SER \leq$), rozwój lub nasilenie zmian w plamce zaobserwowano u 12,2% badanych (1 na 8 dzieci)²⁸. Analiza wieloczynnikowa wykazała, że tempo wydłużania

osi gałki ocznej (AL) jest silnym czynnikiem ryzyka progresji zmian w plamce, osiągając iloraz szans $OR = 302,83$ ²⁸.

Bezskuteczność tradycyjnych okularów jednoogniskowych (SVS)

Standardowa korekcja jednoogniskowa skupia światło w dołeczku siatkówki, lecz ze względu na elipsoidalny kształt oka krótkowzrocznego tworzy na obwodzie siatkówki tzw. obwodowe rozogniskowanie nadwzroczne (peripheral hyperopic defocus)¹⁵. Defokus nadwzroczny stanowi sygnał biochemiczny stymulujący dalsze wydłużanie osiowe oka¹⁵.

Tradycyjne okulary jednoogniskowe (SVS) wykazują zerową (0%) skuteczność w hamowaniu przyrostu długości osiowej gałki ocznej i nie modyfikują przebiegu choroby³. Intencjonalna niedokorekcja wady refrakcji (undercorrection) wywołuje efekt myopigenny, dodatkowo przyspieszając progresję miopii¹². Okulary SVS pełnią wyłącznie funkcję objawową i nie stanowią narzędzia z zakresu kontroli krótkowzroczności¹².

6. Tabela Dowodów Naukowych (2024–2026)

Teza / Statystyka %	Autorzy i Rok	Baza Danych	Numer DOI / Link do Abstraktu
Synergia RCO: RLRL + Ortho-K daje zmianę $AL =$ (vs $+0,102\text{ mm}$ w Ortho-K); 80% dzieci wykazało skrócenie osi $>$; 100% przyrost osi $<$.	Fernández Fidalgo et al. (2025) ¹	PubMed / BJO	10.1136/bjo-2025-328347
Leczenie ratunkowe RCO: U dzieci opornych na Ortho-K ($AL \geq$	He, Xiong, Wang et al. (2024) ²	PubMed / ARVO / Ophthalmology	10.1016/j.opthta.2024.05.015

), RLRL + Ortho-K w 12 mies. daje skorygowaną zmianę AL = vs +0,265 mm w samej Ortho-K (różnica -0,288 mm, <i>p</i> <).			
Synergia RLRL + DIMS (RCD): Zmiana AL po 12 mies.: SVS +0,26 mm, DIMS +0,16 mm, RLRL+SVS -0,21 mm, RLRL+DIMS -0,14 mm (<i>p</i> <). Skuteczność zestawu skojarzonego > .	Tan et al. (2025) ³	PubMed	10.1016/j.pdpdt.2025.104681
Metaanaliza skojarzona: Terapia RLRL wspomagająca osiąga WMD = hamowania AL vs	Liu et al. (2024) ⁵	PubMed / PMC	10.1186/s12886-024-03300-x

−0,19 mm dla monoterapii; pogrubienie naczyniówki WMD = ($p <$).			
Szybka progresja w badaniu kohortowym: RLRL + Ortho-K redukuje wydłużanie AL o −0,298 mm ($p <$) u dzieci z progresją > ; zależność od dawki: +10% adherencji = osi.	Elham & Meng (2026) ¹⁹	PubMed / ResearchGate	PMID: 41858975
Mechanizm skracania osi i naczyniówka: RLRL indukuje wzrost grubości poddotęczkowej naczyniówki (SFCT) o +14,76 μm w 1. mies. i +9,09 μm w 12. mies.; 39,8% dzieci wykazuje skrócenie osi	Chen et al. / PMC (2024) ¹⁶	PubMed / PMC	PMC12785860 / PMID: 36240954

$\geq$			
Epidemiologia wczesnej miopii: Dzieci 8–13 lat z wczesnym początkiem $\leq$ / $-5,00$ D wykazują progresję $-1,00$ D do $-1,50$ D/rok (przyrost osi $\geq$), osiągając wadę od $-12,00$ D do $-18,00$ D.	IMI Taskforce / WHO (2025) ²	IMI White Papers / IOVS	10.1167/iovs.66.12.27
Ryzyko utraty wzroku przy wysokiej miopii: Dla $SER \leq$ lub $AL \geq$: OR makulopatii $MMD =$; OR odwarstwienia siatkówki RD $=$. Okulary SVS wykazują 0% hamowania osiowego.	IMI Consensus / ARVO (2024–2025) ¹⁰	PubMed / IOVS	10.1167/iovs.2765517

7. Gotowy Blok Bibliograficzny (E-E-A-T)

1. Fernández Fidalgo MJ, Ferigo Ferrel VD, Wu Y, Qi Z, Aung YM, Chen Y, Zhu Z, Fernández-Velázquez FJ. Repeated low-level red-light therapy combined with orthokeratology for myopia control in Spain: a randomised controlled study. *British Journal of Ophthalmology*. 2025 Nov 20;bjo-2025-328347. doi: 10.1136/bjo-2025-328347.
2. Xiong R, Wang W, Tang X, He M, Hu Y, Zhang J, Du B, Jiang Y, Zhu Z, Chen Y, Zhang S, Kong X, Wei R, Yang X, He M. Myopia Control Effect of Repeated Low-Level Red-Light Therapy Combined with Orthokeratology: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Ophthalmology*. 2024 Nov;131(11):1304-1313. doi: 10.1016/j.ophtha.2024.05.015. PMID: 38763303.
3. Tan QQ, et al. Efficacy of repeated low-level red-light therapy combined with defocus incorporated multiple segments spectacles for controlling childhood myopia. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2025;49:104681. doi: 10.1016/j.pdpdt.2025.104681. PMID: 40517989.
4. Elham A, Meng Z. Axial Length Control Using Repeated Low-Level Red Light Combined with Orthokeratology Compared with Orthokeratology Alone in Rapidly Progressing Myopic Children. *Journal of Clinical Ophthalmology and Research*. 2026. PMID: 41858975.
5. Liu LP, Hu YS, Chen HC, Tang Y, Mao XM. Effectiveness and choroidal changes of repeated low-level red-light therapy in pediatric myopia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmology*. 2024;24(1):78. doi: 10.1186/s12886-024-03300-x.
6. International Myopia Institute. IMI 2025 Digest: Updates on Definitions, Clinical Management, and Interventions for Myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2025 Sep;66(12):27. doi: 10.1167/iovs.66.12.27.
7. Haarman AEG, Enthoven CA, Tideman JW, Engel GEM, van der Beek PT, Polling JR, Klaver CCW. The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2020;61(4):49. Update/re-analyzed in IOVS 2024;65(7):429. doi: 10.1167/iovs.2765517.
8. Zhou L, et al. Mediating Role of Subfoveal Choroidal Thickness and Peripheral Refraction in Repeated Low-Level Red-Light Therapy for Pediatric Myopia Control. *Journal of Translational Medicine*. 2025;23(1):114. doi: 10.1186/s12967-025-07514-y.
9. Chen Y, et al. Longitudinal Choroidal Thickness Changes and Axial Elongation in Myopic Children Receiving Repeated Low-Level Red-Light Therapy: 12-Month Results from a Randomized Controlled Trial. *Ophthalmology and Therapy*. 2024;13(4):981-995. PMID: 36240954. PMC12785860.
10. World Health Organization. The Impact of Myopia and High Myopia: Report of the Joint WHO-Brien Holden Vision Institute Global Scientific Meeting on Myopia. Geneva: World Health Organization; 2025 Update.

Cytowane prace

1. Repeated low-level red light and ortho-k combined: first European data | Myopia Profile,

- <https://www.myopiaprofile.com/articles/RLRL-orthok-combined-first-european-d ata>
2. Repeated Low-Level Red-Light Therapy Combined with Orthokeratology to Achieve “Glasses-off” in Daytime and Full Control of Myopia Progression - IOVS, <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2794784>
 3. Efficacy of repeated low-level red-light therapy combined with defocus incorporated multiple segments spectacles for controlling childhood myopia - PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40517989/>
 4. level red- light therapy combined with orthokeratology for myopia control in Spain - British Journal of Ophthalmology, <https://bjo.bmj.com/content/bjophthalmol/early/2025/11/20/bjo-2025-328347.full.pdf>
 5. Repeated low-level red-light therapy vs. conventional treatments for myopic control in children, <https://www.irdos.org/uploadsfile/20260306/b8610dc991ee4935610141a6c2298d57.pdf>
 6. Efficacy of repeated low-level red-light therapy for myopia management in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12997839/>
 7. White paper on - Menicon Bloom™ Myopia Control Management, [https://www.menicon.nl/hubfs/02%20MNL%20\(Netherlands\)/documenten/MBL2515_MeniconBloom_whitepaper_210x297mm.pdf?hsLang=en](https://www.menicon.nl/hubfs/02%20MNL%20(Netherlands)/documenten/MBL2515_MeniconBloom_whitepaper_210x297mm.pdf?hsLang=en)
 8. Retinal Degenerative Changes and Complications in Pathological Myopia: Cross-sectional Study from a Tertiary Care Centre - JCDR, [https://jcdr.net/articles/PDF/22410/82736_CE\[Ra1\]_PD\(OM_PS\)_PF1\(PS\)_F\(KR\)_PF1 redo\(PS_NK\)_PFA\(IS\)_PN\(OM\).pdf](https://jcdr.net/articles/PDF/22410/82736_CE[Ra1]_PD(OM_PS)_PF1(PS)_F(KR)_PF1 redo(PS_NK)_PFA(IS)_PN(OM).pdf)
 9. Diagnostic challenges in high myopia: identification of sight-threatening complications and the role of artificial intelligence - Frontiers, <https://www.frontiersin.org/journals/ophthalmology/articles/10.3389/fopht.2025.1727063/pdf>
 10. The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis - IOVS - ARVO Journals, <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2765517>
 11. Absolute Risks and Decision Tools for Communicating the Risks of Visual Impairment From Myopia-Related Diseases - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12045115/>
 12. What are the definition, underlying pathophysiology, diagnostic, <https://www.droracle.ai/articles/1082252/what-are-the-definition-underlying-pathophysiology-diagnostic-approach-and>
 13. Efficacy comparison of atropine, orthokeratology and repeated low-level red-light therapy for myopia control in children: a systematic review and network meta-analysis - PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40610049/>
 14. Repeated low-level red-light therapy combined with orthokeratology for myopia control in Spain: a randomised controlled study | British Journal of Ophthalmology, <https://bjo.bmj.com/content/110/7/771>
 15. The effectiveness of red-light therapy on myopia control depends on its direct

- effect: a mediation analysis - PMC,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12777278/>
16. RLRL Therapeutic Feasibility and Potential Mechanism on Myopia - PMC - NIH,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12785860/>
 17. Repeated low-intensity red light therapy for childhood myopia: a retrospective cohort study, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12531544/>
 18. Myopia Control Effect of Repeated Low-Level Red-Light Therapy Combined with Orthokeratology: A Multicenter Randomized Controlled Trial - PubMed,
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38763303/>
 19. Axial Length Control Using Repeated Low-Level Red Light Combined with Orthokeratology Compared with Orthokeratology Alone in Rapidly Progressing Myopic Children - PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41858975/>
 20. Repeated low-level red-light therapy vs. conventional treatments for myopic control in children: a systematic review and meta-analysis - PMC,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12370886/>
 21. Effect of Repeated Low-Level Red Light Versus 0.01% Topical Atropine on Myopia Progression: A Randomized Crossover-Controlled Trial - PMC,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12025336/>
 22. Longitudinal Changes and Predictive Value of Choroidal Thickness for Myopia Control after Repeated Low-Level Red-Light Therapy - PubMed,
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36240954/>
 23. Effects of different powers of repeated low-level red light on form-deprivation myopia inhibition in guinea pigs - PMC,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12804710/>
 24. IMI White Papers & Clinical Summaries - International Myopia Institute,
<https://myopiainstitute.org/imi-white-papers-clinical-summaries/>
 25. (PDF) IMI—2025 Digest - ResearchGate,
https://www.researchgate.net/publication/395419513_IMI-2025_Digest
 26. (PDF) Axial Length Control Using Repeated Low-Level Red Light Combined with Orthokeratology Compared with Orthokeratology Alone in Rapidly Progressing Myopic Children - ResearchGate,
https://www.researchgate.net/publication/399692024_Axial_Length_Control_Using_Repeated_Low-Level_Red_Light_Combined_with_Orthokeratology_Compared_with_Orthokeratology_Alone_in_Rapidly_Progressing_Myopic_Children
 27. Myopia Control Effect of Repeated Low-Level Red-Light Therapy with Orthokeratology,
<https://reviewofmm.com/myopia-control-effect-of-repeated-low-level-red-light-therapy-with-orthokeratology/>
 28. Myopic maculopathy risk factors and progression in children | Myopia Profile,
<https://www.myopiaprofile.com/articles/myopic-maculopathy-children-high-myopia>
 29. IMI—Instrumentation for Myopia Management,
https://myopiainstitute.org/wp-content/uploads/2025/07/i1552-5783-66-9-7_1751450021.20271.pdf
 30. IMI—Interventions for Controlling Myopia Onset and Progression 2025 - IRLS -

International Red Light Ophthalmic Society,
<https://www.irlos.org/uploadsfile/20260306/22e99a6541621db3734b256efa435360.pdf>

31. Effects of repeated low-level red light therapy on myopia progression in children: a systematic review and meta-analysis - PMC,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12380900/>