



## Myopia: current understanding and treatment strategies

Povilas Žudys<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Medical Academy, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania*

### Abstract

Myopia is a widespread disease, found in more than half of the world's population and the prevalence of this disease is expected to increase. If it is not treated, it can lead to blindness. Thus, understanding etiology and epidemiology can help to treat, reduce morbidity and progression of myopia. This rapid increase in myopia cases is determined by genetic factors, but it is not the only cause. Current research shows that myopia develops due to genetic and environmental factors. Short-sighted patients who have both of their parents with myopia are proof that genetic factors are related to myopia development. Also, studies show that myopia is related to illumination and time spent at work watching nearby. Considerable efforts have been made to slow the progression of myopia due to severe complications such as macular degeneration, retinal detachment, glaucoma and cataract.

The increasing prevalence of myopia and advanced myopia is a huge burden not only for the ill patient but also for society. Myopia related visual problems and various complications worry doctors and encourage them to evaluate strategies on how to cope with worldwide illness. Practice shows that the progression of myopia may slow down the disease. In this article, it is discussed how to prevent myopia from occurring. Individual treatment depends on age, patient characteristics, drug availability, patient motivation, patient expectations, and disease progression. This article also covers the efficiency and efficacy of long-term drug use, the impact of eyeglasses and contact lenses on the fight against myopia.

**Keywords:** myopia, atropine, contact lenses, spectacles, prevention of myopia.

# Trumparegystės priežastys ir gydymo taktika

Povilas Žudys<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medicinos Akademija, Lietuvos Sveikatos Mokslų Universitetas, Kaunas, Lietuva

## Santrauka

Miopija paplitusi daugiau nei tarp pusės pasaulio gyventojų ir numatoma, kad šios ligos paplitimas didės, o jei liga negydoma, ji gali lemti paciento visišką aklumą. Taigi, etiologijos ir epidemiologijos supratimas gali padėti gydyme, sumažinti sergamumą ir trumparegystės progresavimą. Šis spartus sergamumo augimas lemiamas genetikos veiksnių, tačiau tai ne vienintelė priežastis. Dabartiniai tyrimai rodo, kad trumparegystė vystosi dėl genetinių ir aplinkos veiksnių tarpusavio sąveikos. Sirgti trumparegyste labiau linkę žmonės kurių abu tėvai yra trumparegiai, tai įrodymas, kad genetiniai veiksniai aiškiai susiję su trumparegystės vystymusi. Taip pat tyrimai rodo, kad trumparegystė yra susijusi su apšvietimu ir laiku praleistu darbe žiūrint į arti. Pradėtos dėti didelės pastangos lėtinti trumparegystės progresavimą dėl sunkių komplikacijų, tokių kaip geltonosios dėmės degeneracija, tinklainės atšoka, glaukoma ir katarakta.

Didėjantis trumparegystės ir pažengusios trumparegystės paplitimas yra didžiulė našta ne tik liga sergančiam pacientui, bet ir visuomenei. Su miopija susiję regos sutrikimai ir įvairios komplikacijos verčia gydytojus sunerinti ir įvertinti strategijas, kuriomis stabdomas trumparegystės progresavimas. Praktika rodo, kad gydant ligą, trumparegystės progresavimas gali sulėtėti. Straipsnyje aptariamos priemonės atitolina trumparegystę, o individualus gydymas priklauso nuo amžiaus, pačio paciento, vaistų prieinamumo, paciento motyvacijos, paciento lūkesčių ir ligos progreso. Šiame straipsnyje taip pat aptariamas ilgalaikio medikamentų vartojimo veiksmingumas ir vartojimo efektyvumas, akinių ir kontaktinių lęšių įtaka kovai su trumparegyste.

**Raktiniai žodžiai:** trumparegystė, atropinas, kontaktiniai lęšiai, akiniai, trumparegystės prevencija.

## Įvadas

Milijonai vaikų ir suaugusiųjų visame pasaulyje kenčia nuo trumparegystės, tuo pačiu tampa ypač pažeidžiami ir užkrauna papildomą našą savo artimiesiems. Ši liga yra labai paplitusi visame pasaulyje ir yra numatoma, kad artimiausiu metu ligos paplitimas dar labiau didės [1, 2] Dažniausiai nukenčia pacientai gausiai urbanizuotose vietovėse, kur žmonių tankis didelis. Norint suvaldyti ligos paplitimą ir progresavimą, būtina reguliariai vertinti paciento būklę, koreguoti regėjimą akiniais ar kitom priemonėm. Bet koks trumparegystės lygis padidina regėjimo sutrikimo riziką ir net gali baigtis aklumu. Pacientai su didelio laipsnio trumparegyste, ypač vyresnio amžiaus žmonės, turi didesnės komplikacijų, tokių kaip miopinė geltonosios dėmės patologija, glaukoma ir katarakta riziką. Rizika sirgti šiomis ligomis šiais laikais yra ypač padidėjusi dėl augančios vidutinės populiacijos gyvenimo trukmės [3]. Jei pacientui diagnozuota 1,50 dioptrijos ir daugiau miopija, vadinasi jis turi vidutinio stiprumo regėjimo sutrikimą.

Nustatyta, kad genetinių ir aplinkos veiksnių sąveika turi įtakos trumparegystės atsiradimui ir progresavimui, o aplinkos poveikis yra ypač svarbus. Buvo įrodyta, kad trumparegyste labiau serga pacientai kurie gyvena miestuose, dirba sėdimą darbą ir žiūri ilgą laiką į arti esančius objektus, o tie kurie uždirba daugiau ir mažai laiko praleidžia lauke, yra linkę sirgti miopija dažniau [4].

Mokslininkai visame pasaulyje stengiasi sulėtinti trumparegystės progresavimą su optinėmis ir farmacinėmis priemonėmis ir bėgant laikui atrandamos vis geresnės gydymo priemonės [5] Nors publikuojama vis daugiau mokslinių tyrimų rezultatų, tačiau daugelyje šalių trūksta papildomos informacijos, nes trūksta duomenų apie ilgalaikį gydymo veiksmingumą, gydymo tęstinumo, gydytojo kontrolę ir pacientų sąmoningumą. Šiame straipsnyje apibendrinami įrodymai apie gydymo veiksmingumą optinėmis ir farmacinėmis trumparegystės gydymo priemonėmis, aptariame kai kurias problemas su kuriomis oftalmologai susiduria kiekvieną dieną.

## Miopijos etiologija

Manoma, kad apie 5 milijardai žmonių sirgs trumparegyste iki 2050 metų [6]. Miopija yra pagrindinis rizikos veiksnys daugeliui kitų akių patologijų, tokių kaip katarakta, glaukoma, tinklainės atšoka ir makulopatija. Atsižvelgiant į ligos komplikacijas ir kitas sunkias patologijas, susijusių su liga, trumparegystė ne tik neigiamai veikia pasitikėjimą savimi, bet ir daro įtaką pasirenkant darbą ar net karjerą [7] Miopija yra viena pagrindinių aklumo priežasčių pasaulyje. Taip pat didelė rizika susiformuoti naujoms geltonosios dėmės kraujagyslėms.

Vieni akių priežiūros specialistai tiki, kad trumparegystė yra paveldima liga, tuo tarpu kiti tiki, kad trumparegystė yra sukelta aplinkos pokyčių. Tačiau atlikti tyrimai rodo, kad šis ligos progresavimas vyksta tiek dėl aplinkos, tiek dėl genetiniu veiksnių [8].

Tyrimai parodė, kad darbas žiūrint į arti yra viena pagrindinių miopijos atsiradimo priežasčių [9], o ištisinis skaitymas ypač didina riziką susirgti šia liga. Be to, yra atlikta daugybė tyrimų, rodančių, kad išsilavinę pacientai, su universitetiniu išsilavinimu ir didesnio intelekto trumparegyste serga dažniau [10]. Yra įrodymų, kad skaitymo intensyvumas gali turėti daugiau įtakos nei faktinis skaitymo laikas [11]. Taip pat didesnė rizika susirgti trumparegyste tiems darbuotojams, kurie atlieka didesnio akių naudojimo reikalaujančias užduotis, pavyzdžiui mikroskopuotojai ar astronomai [12]. Buvo pastebėta, kad žiūrėjimas į arti esančius objektus didina akomodacinį akies refrakcijos vėlavimą, kai matymo židiny susidaro už tinklainės žmogui žiūrint į arti. Akomodacijos vėlavimas sukelia impulsą akiai augti, taip skatindamas miopijos vystymąsi [13]. Ši teorija patvirtinama tyrimuose su gyvūnais, kuriais įrodyta, kad naudojant laužiamuosius negatyvius lęšius sukeliama pernelyg didelis akių augimas ir trumparegystė pavyzdžiui viščiukams. Faktas, kad akis atsako į neryškų matymą net kai optinis nervas yra pažeistas rodo, kad neigiamo atsako ryšio susidaryme nereikalingos smegenys, o susiformuoja pačioje akyje. Tinklainė pati siunčia signalus skleros ląstelėms pagal kuriuos ji formuoja akies ilgį, kad sufokusuotų vaizdą tinklainėje [14, 15].

## Miopijos profilaktika

Per pastaruosius dešimtmečius matyti, kad daugėja gydymo būdų, kuriuose naudojami optiniai, farmaciniai ir aplinkosauginiai veiksniai, siekiant sulėtinti trumparegystės progresavimą. Kadangi trumparegės akies ašis yra ilgesnė už akies optinį židinio nuotolį, ideali trumparegystės kontrolės strategija užkirstų kelią tolesniam akies augimui ašies atžvilgiu, kad sustabdytų bet kokį trumparegystės padidėjimą ir sumažintų regėjimo praradimo pavojų. Vienoje studijoje nustatyta, kad naudojant 1% atropino tirpalą, galima sustabdyti akies augimą, tačiau pastebimas kompensacinis procesas kai akis auga toliau, nutraukus atropino vartojimą. Mokslininkai negali tiksliai pasakyti kodėl vyksta tokie procesai bet yra tikri, kad gydymą reikia tęsti net iki suaugusiojo amžiaus, kad miopijos progresavimas neatsinaujintų [16].

## Miopijos gydymas

Eksperimentų dėka nustatyta, kad hipermetropinis fokusavimo sutrikimas tinklainėje sukelia ašinį pailgėjimą, o santykinis trumparegystės fokusavimo sutrikimas slopina akių augimą [17]. Netikslios ar nepakankamos adaptacinės reakcijos artimo darbo metu sukėlė tinklainės hipermetropinį fokusavimo sutrikimą centrinėje tinklainės dalyje ir manoma, kad tai sukelia ašinį akies obuolio pailgėjimą. Naujausi bandymai su gyvūnais parodė, kad periferinė tinklainė gali sukelti akies emetropizaciją – pagerinti paciento regėjimą, ir taip pat buvo rasta, kad hipermetropinis fokusavimo sutrikimas gali sukelti ašinį akies pailgėjimą [18].

Trumparegystė kontrolė tampa vis svarbesniu klausimu, nes darbinės aplinkos pokyčiai ne tik lėmė staigų trumparegystės augimą visame pasaulyje, bet ir amžius, kuriame liga progresuoja padidėjo. Tam, kad pasiekti trumparegystės kontrolę pacientams turėtų būti parodoma gydymo galimybių nauda atsižvelgiant į esamą riziką ir galimas komplikacijas. Tyrimai rodo, kad akies akomodacijos užtrukimo, centrinio ir periferinio židinio radimo mažinimas, akies ilgėjimo signalo blokavimas stabdo miopijos vystymąsi. Ne iki galo suprantant ligos atsiradimo mechanizmus, dabartinis miopijos gydymas apsiriboja optinėmis korekcijos priemonėmis

tokiomis kaip akinių lęšiai, bifokaliniai lęšiai, daugiažidiniai kontaktiniai lęšiai, ir kone pats labiausiai tinkamas miopijos prevencijai – kuo ilgiau praleisti lauke. Medikamentinis gydymas galimas atropinu, kuris blokuoja miopijos vystymosi signalą, tačiau jis turi nepageidaujamų šalutinių poveikių [19].

## Gydymas akiniais

Pirmieji lęšiai, kurie plačiai naudojami kontroliuoti trumparegystę yra bifokaliniai akinių lęšiai. Šie lęšiai buvo naudojami pagal prielaidą, kad trumparegystė yra atsakas į akomodacijos sutrikimą per ilgą laiką [20]. Nustatyta, kad miopijos progresavimas efektyviai sustabdomas, naudojant bifokalius lęšius. Progresiniai lęšiai labiausiai efektyvūs kai abu paciento tėvai yra trumparegiai, turi didelį akomodacijos atsilikimą ar žvairumą į arti. Metanalizės metu buvo išsiaiškinta, kad progresyviniai lęšiai geriau mažino miopijos progresiją (nuo +1,5 D iki +2 D sumažino 0,25 D per metus) nei paprasti lęšiai. Matymo aštrumas labiau pagerėjo azijiečiams nei baltiesiems ir labiau vaikams, kurie turėjo didesnio laipsnio regėjimo sutrikimą ir tiems kuriems regėjimo pablogėjimas progresavo greitai [21].

Praeityje daugelis akių priežiūros specialistų nepakankamai ištaisę trumparegystę, tikėdavosi, kad trumparegystės progresavimas sulėtės. Tačiau, atsižvelgiant į šiandieninį suvokimą, kad neryškiai matanti akis veikia gebėjimą tapti emetropine, taip atsitikti negali. Neseniai atlikti tyrimai parodė kad nepakankama korekcija iš tikrųjų lemia nežymų trumparegystės progresavimo greitėjimą, taigi, nepakankama korekcija neturėtų būti naudojama lėtinti miopijos progresavimo [22].

## Gydymas kontaktiniais lęšiais

Anksčiau miopijos gydymas kontaktiniais lęšiais dažniausiai buvo pradamas vyresniems nei 12 metų vaikams, nes buvo manoma, kad toks gydymo parinkimas stabdydavo trumparegystės progresavimą, todėl, kad lęšio dėka ragena pasidaro plokštesnė. Kita vertus, atlikti tyrimai parodė, kad nei paprasti nei orui pralaidūs kontaktiniai lęšiai

nestabdo miopijos vystymosi [23]. Kitoje studijoje pavyko įrodyti, kad dujoms pralaidūs lęšiai skatina akies ašies augimą kas lemia miopijos vystymąs, o tuo tarpu ortokeratologiniai lęšiai akies ašies augti neskaito [24].

Ortokeratologija yra tinkamas metodas gydyti atleistiškus vaikus, nes staiga pasiekiamas reikiamas rezultatas kai dieną nereikia nešioti kontaktinių lęšių. Daug okulistų tiki, kad ragenos iškilimai pakeičiami mechaniškai suformuojant ragenos ląsteles, tačiau yra stiprių įrodymų, kad refrakcija pasikeičia pakeičiant epitelio ląstelių kampui, kuomet iš akies vidaus lęšiukas spausdamas pakoreguoja epitelio ląstelių padėtį. Pagrindiniai ortokeratologijos metodu gydomų pacientų nusiskundimai yra apvalios dėmės regėjimo lauke, kurios sumažina matymo aiškumą, kontrastą arba gali sukelti akies diskomfortą [25].

Galimybė užsikrėsti infekcija nuo lęšio yra nežinoma, o tyrime pacientai dalyvauja savanoriškai. Jei iškyla grėsmė pacientui, tolimesnė poveikio analizė turi būti nutraukiama dėl galimų komplikacijų, tokių kaip tinklainės atšoka ar geltonosios dėmės degeneracija.

### Medikamentinis gydymas

Papildomam gydymui patvirtintas vaistas, skirtas miopijos progresavimo stabdymui yra atropinas. Pirmą kartą buvo panaudotas miopijos stabdymui, laikinai panaikinant akomodacijos refleksą. Atlikus keletą tyrimų paaiškėjo, kad 1% atropino tirpalas apie 80% atvejų sustabdo miopijos progresą [26, 27]. Efektas pasiekiamas nesusijus su akomodaciniu mechanizmu, nes įrodyta, kad atropinas stabdo akies ašies augimą net gyvūnams, kurie neturi akomodacijos mechanizmo. Tikslaus atropino veikimo principo nustatyta nėra, tačiau aišku, kad jis veikia skleros ląsteles [28].

Atliktu tyrimu ir išsiaiškinta, kad 0,01% atropinas buvo daugiau veiksmingas ir turėjo mažiau šalutinių poveikių lėtinant trumparegystę, lyginant su didesnėmis vaisto koncentracijomis. Tačiau reikia nepamiršti, kad įprastai gydymas atropinu be pertraukos tęsiasi ilgiau nei 2 metus. Įrodyta, kad per pirmuosius dvejus metus vartojant 0,01% atropino, trumparegystė neprogresavo. Nutraukus gydymą, trumparegystė neprogresavo, ir tiriamiesiems daugiau neberekėjo gydymo atropinu. Tiems kuriems regėjimas sutriko 0,5 D ir daugiau kai

atropino tyrimas buvo nutrauktas turėjo didesnį poreikį vartoti vaistą po gydymo kurso ir reikėjo didesnių atropino dozių, kad pasiekti efektą. Ši informacija rodo, kad 0,01% atropinas yra veiksmingesnis už didesnės koncentracijos ir sukelia minimalius simptomus, tokius kaip vyzdžio išsiplėtimas arba akomodacijos gebos praradimas, taigi gydymas 0,01% koncentracijos atropinu gali būti tęsiamas iki 5 metų. Jei trumparegystės progresavimas atsinaujina, galima gydymą tęsti toliau. Gydymo efektyvumas atropinu gali būti sekamas matuojant ašinių akies ilgį arba refrakcijos paklaidą [29].

### Buvimas lauke

Keletas neseniai atliktų tyrimų rodo, kad lauke praleistas laikas vaikams lėtina tiek trumparegystės atsiradimą, tiek progresavimą. Taip pat buvo nustatyta, kad veiklos rūšis lauke neturi poveikio trumparegystei, nebūtina užsiimti fiziškai aktyvia veikla. Vien buvimas lauke turi prevencijos ir gydymo poveikį, tačiau tiksliai nėra aišku koks veiksnys daro įtaką ligai [30]. Tyrimai rodo, kad ryškesnės šviesos poveikis padidino vitamino D ir dopamino koncentracija kraujyje. Buvo manyta, kad ultravioletinė (UV) šviesa pati savaime yra atsakinga už miopijos vystymosi stabdymą. Tačiau tolimesni tyrimai iš esmės paneigė vitamino D ir UV šviesos teigiamą poveikį gydant trumparegystę [31].

Viename tyrime įrodyta, kad violetinė šviesa slopina viščiukų ir žmonių trumparegystės progresavimą. Jie retrospektyviai matavo akies ašies pailgėjimą vaikams, kurie dėvėjo violetinės šviesos nepraleidžiančius akinius, buvo išsiaiškinta kad violetinę šviesą praleidžiantys lęšiai stabdo miopijos vystymąsi labiau nei tie lęšiai, kurie blokuoja violetinę šviesą. Taigi, esant patalpoje trumparegystė iš dalies progresuoja dėl violetinės šviesos trūkumo, todėl nešiojant akinius su violetinę spalvą pritraukiančiais filtrais galima pagerinti trumparegystę sergančių pacientų išeitis [32]. Dar vienas tyrimas parodė, kad padidinus apšvietimo laipsnį klasėse sumažinamas trumparegystę sergančių vaikų skaičius. Be to, tyrimai, kurie vertino buvimo lauke poveikį, neatsižvelgė į tamsinančių lęšių naudojimo aspektą kai šviesa itin ryški, kas neleidžia vertinti ryškios šviesos poveikio miopijos vystymuisi [33]. Darbas uždaroje patalpoje sukelia daug daugiau hipermetropinio fokusavimo židinių

pagal visą tinklainės paviršių nei bet kuri kita veikla lauke, o tai yra miopiją sukeliantis veiksnys. Veikla lauke iš esmės pašalina bet kokį fokusavimo sutrikimą visame regėjimo lauke, kas yra akių augimo stabdymo signalas, ko pasekoje slopinama trumparegystė. Ryškesnis šviesos intensyvumas taip pat sukelia vyzdžio susitraukimą ir didesnį židinio gylį, kuris sumažina neryškaus vaizdo suformavimą ir padidina jo kontrastą. Kontrasto pasikeitimas, skatina paveiktų amakrinių ląstelių funkciją, kas paaiškina dopamino vaidmenį trumparegystės vystymesi. Nors tikslus mechanizmas, paaiškinantis buvimo lauke įtaką trumparegystės atsiradime, yra nežinomas, didesnis laiko praleidimas lauke turi didelį terapinį poveikį trumparegystės pradžiai ir progresavimui. Būtent dėl šios priežasties vaikams turėtų būti rekomenduojama kuo daugiau laiko praleisti lauke, ypač tiems, kurie turi genetinį polinkį sirgti trumparegyste.

### Atkryčio fenomenas

Atkryčio fenomenu vadinamas būseną, kai atsinaujina prieš tai stebėta būseną ar simptomai staiga nuraukus gydymą paskirtu preparatu ar metodu. Gydant daugeliu farmacinių preparatų, pastebėtas atkryčio fenomenas, tai buvo laikoma organizmo atsako rezultatu, kai po pakitusios būklės ar vaisto nutraukimo simptomai atsinaujino. Atsižvelgiant į trumparegystės progresavimą, atkrytis reiškia padidėjusį progresavimo tempą nutraukus gydymą, palyginus su kontroline grupe. Dažniausiai greitesnis atkryčio fenomenas, lyginant su kontroline grupe buvo stebėtas pacientams, kurie vartojo atropino lašus. Po vieno metų akies, kuri buvo gydyta atropinu ir buvo nutrauktas jo vartojimas, miopijos laipsnis buvo didesnis nei tos kuriai nieko nebuvo daroma, bet neaišku ar tolimesnė akies būklė būtų geresnė ar blogesnė jei tyrimas būtų atliekamas ilgiau [34]. Norint sustabdyti atkryčio fenomeną atropino lašus reikia nutraukti palaipsniui, o ne iš karto. Naudojant vis mažėjančias dozes atkryčio fenomenas mažėja, o pacientų išeitys gerėja. Klausimas kyla ar toks pat atkryčio fenomeno egzistavimas yra ir su akiniais arba lęšiais, tačiau įrodyta, kad tokio fenomeno nėra [35].

### Išvados

Apibendrinant galima pasakyti, kad miopija gali būti suvaldyta įvairiais štrapsnyje aptartais būdais, o pacientai, jų artimieji ir gydytojai turi suprasti kokios yra gydymo galimybės ir šalutiniai poveikiai. Trumparegystė stipriai susijusi su genetiniais veiksniais ir aplinkos poveikiu. Nėra tiksliai nustatyta kaip gydyti miopiją, todėl gydytojai individualiai sprendžia koks gydymo metodas tinkamiausias pacientui. Vieni labiau skiria gydymą atropinu, kiti ortokeratologinius lęšius, treči daugiažidinius kontaktinius lęšius. Kita vertus, galimas ir kompleksinis gydymas su ortokeratologiniais lęšiais ir lašais su atropinu, toks gydymo būdas turi teigiamų rezultatų, dėl to, kad abu metodai veikia skirtingais mechanizmais.

Tolimesni tyrimai sukėlė tam tikrų minčių apie galimus miopijos vystymosi mechanizmus ir priežastis ir tikimasi, kad ši, vis atsinaujinanti informacija padės surasti naujus gydymo taikinius įveikiant šią ligą. Vaikams, kuriems trumparegystė prasidėjo ikimokykliniame amžiuje ir kurie turi abu tėvus trumparegius, turėtų būti skirtas gydymas 1% atropino tirpalu. Jei pacientas turi labai didelę riziką susirgti trumparegyste, turėtų būti skiriamas 0,01% atropino tirpalas ligos profilaktikai, tačiau duomenys kontraversiški. Kita vertus, 8 metų ir vyresni vaikai, susirgę trumparegyste, turėtų būti gydomi 0,01% atropino tirpalu, daugiažidininiais kontaktiniais lęšiais arba ortokeratologiniais lęšiais. Daugiažidininiai kontaktiniai lęšiai, ortokeratologiniai lęšiai ir gydymas mažų dozių atropino tirpalu turi panašų efektą gydant trumparegystę, todėl kiekvienas gydymo metodas turėtų būti parenkamas individualiai, atsižvelgiant į kiekvieno paciento lūkesčius ir norus. O norintys pasiekti optimizuotą priežiūrą pacientai su 6 ir daugiau trumparegystės dioptrijų, turėtų nešioti daugiažidinius kontaktinius lęšius arba ortokeratologinius lęšius kartu su akiniais [36]. Vaikai, kurie dažnai užsiiminėja sportu ir yra aktyvesni dažniau renkasi ortokeratologinius lęšius arba daugiažidinius kontaktinius lęšius. O pacientai nepageidaujantys kontaktinių lęšių naudoti miegant gali rinktis atropino lašus, dieningus kontaktinius lęšius arba akinius.

Individualūs pacientai skirtingai suvokia kiekvieno atskiro gydymo metodo rizikas ir nepageidaujamus poveikius. Vaikams rekomenduojama kuo daugiau laiko praleisti lauke ir tai turi įsisąmoninti ne tik vaikų tėvai, bet ir mokytojai ar mokyklų direktoriai. Nacionalinės sveikatos priežiūros institucijos taip pat turėtų atkreipti didesnę dėmesį į gydytojų rekomendacijas dėl vaikų laisvalaikio praleidimo trukmės lauke. Nors ir turima daug informacijos apie miopijos patogenezę ir gydymą, reikalingi tolimesni tyrimai norint pagerinti jaunų ir vyresnio amžiaus pacientų išeitį.

### Literatūros sąrašas

- Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res.* 2018;62:134–149.
- Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL 3rd. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004. *Arch Ophthalmol.* 2009;127:1632–1639.
- Chen SJ, Cheng CY, Li AF, et al. Prevalence and associated risk factors of myopic maculopathy in elderly Chinese: the Shihpai Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53:4868–4873.
- He M, Huang W, Zheng Y, et al. Refractive error and visual impairment in school children in rural southern China. *Ophthalmology.* 2007;114:374–382.
- Walline JJ, Lindsley K, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;12:CD004916.
- Ma Y, Qu X, Zhu X, et al. Age-specific prevalence of visual impairment and refractive error in children aged 3-10 years in Shanghai, China. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016;57:6188–6196.
- He M, Zeng J, Liu Y, et al. Refractive error and visual impairment in urban children in southern China. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45:793–799.
- Berntsen DA, Barr CD, Mutti DO, et al. Peripheral defocus and myopia progression in myopic children randomly assigned to wear single vision and progressive addition lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54:5761–5770.
- Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, et al. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45:2143–2151.
- Tong L, Huang XL, Koh AL, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology.* 2009;116:572–579.
- Hasebe S, Jun J, Varnas SR. Myopia control with positively aspherized progressive addition lenses: a 2-year, multicenter, randomized, controlled trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55:7177–7188.
- Bitzer M, Kovacs B, Feldkaemper M, et al. Effects of muscarinic antagonists on ZENK expression in the chicken retina. *Exp Eye Res.* 2006;82:379–388.
- Wu PC, Tsai CL, Wu HL, et al. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology.* 2013;120:1080–1085.
- Cheng D, Woo GC, Drobe B, et al. Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132:258–264.
- Li SM, Iribarren R2, Li H, et al. Intraocular pressure and myopia progression in Chinese children: the Anyang Childhood Eye Study. *Br J Ophthalmol.* June 1, 2018.
- Chua WH, Balakrishnan V, Chan YH, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology.* 2006;113:2285–2291.
- Saw SM, Gazzard G, Shih-Yen EC, et al. Myopia and associated pathological complications. *Ophthalmic Physiol Opt* 2005;25:381–391.
- Ip JM, Rose KA, Morgan IG, et al. Myopia and the urban environment: Findings in a sample of 12-year-old Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:3858–3863.
- Cooper J, Schulman E, Jamal N. Current status on the development and treatment of myopia. *Optometry* 2012;83:179–199.
- Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, et al. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:2143–2151.
- Li SM, Ji YZ, Wu SS, et al. Multifocal versus single vision lenses intervention to slow progression of myopia in school-age children: A metaanalysis. *Surv Ophthalmol* 2011;56:451–460.
- Chung K, Mohidin N, O’Leary DJ. Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression. *Vision Res* 2002;42:2555–2559.

23. Walline JJ, Jones LA, Mutti DO, et al. A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Arch Ophthalmol* 2004;122: 1760–1766.
24. Swarbrick HA, Alharbi A, Watt K, et al. Myopia control during orthokeratology lens wear in children using a novel study design. *Ophthalmology* 2015;122:620–630.
25. Johnson KL, Carney LG, Mountford JA, et al. Visual performance after overnight orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye* 2007;30:29–36.
26. Gimbel HV. The control of myopia with atropine. *Can J Ophthalmol* 1973; 8:527–532.
27. Dyer JA. Role of cyclopegics in progressive myopia. *Ophthalmology* 1979;86:692–694.
28. Zou L, Liu R, Zhang X, et al. Upregulation of regulator of G-protein signaling 2 in the sclera of a form deprivation myopic animal model. *Mol Vis* 2014;20:977–987.
29. Cooper J, Eisenberg N, Schulman E, et al. Maximum atropine dose without clinical signs or symptoms. *Optom Vis Sci* 2013;90:1467–1472.
30. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology* 2008;115:1279–1285.
31. Rose KA, French AN, Morgan IG. Environmental factors and myopia: Paradoxes and prospects for prevention. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2016;5:403–410.
32. Torii H, Kurihara T, Seko Y, et al. Violet light exposure can be a preventive strategy against myopia progression. *EBioMedicine* 2017;15: 210–219.
33. Ngo C, Saw SM, Dharani R, et al. Does sunlight (bright lights) explain the protective effects of outdoor activity against myopia? *Ophthalmic Physiol Opt* 2013;33:368–372.
34. Huang J, Wen D, Wang Q, et al. Efficacy comparison of 16 interventions for myopia control in children: A network meta-analysis. *Ophthalmology* 2016;123:697–708.
35. Saw SM, Tan SB, Fung D, et al. IQ and the association with myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:2943–2948.
36. Raviola E, Wiesel TN. An animal model of myopia. *N Engl J Med* 1985; 312:1609–1615. Charm J, Cho P. High myopia-partial reduction ortho-k: A 2-year randomized study. *Optom Vis Sci* 2013;90:530–539.